

# PERDAS APARENTES EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

## Erros de medição

**JOANA MARIA CORREIA BRANDÃO SIMÕES BARROS**

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de  
**MESTRE EM ENGENHARIA DO AMBIENTE**

---

Orientador: Professor Doutor Joaquim Poças Martins

---

Coorientador: Engenheiro José João Garcez Moreira

JULHO 2015



## **MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE 2014/2015**

Departamento de Engenharia Civil

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ [miec@fe.up.pt](mailto: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](mailto: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 do Ambiente - 2014/2015 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2015.*

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.



Aos meus Pais e Irmã

*Para ser grande, sê inteiro: nada*

*Teu exagera ou exclui.*

*Sê todo em cada coisa. Põe quanto és*

*No mínimo que fazes.*

*Assim em cada lago a lua toda*

*Brilha, porque alta vive.*

*Ricardo Reis*



## **Agradecimentos**

A realização desta dissertação só foi possível com o apoio imprescindível de várias pessoas, que da melhor forma fizeram valer o seu contributo, elas permitiram que este objetivo fosse conseguido e com tal, merecem um especial agradecimento:

O Professor Doutor Joaquim Poças Martins, pela oportunidade que me disponibilizou, pela sabedoria transmitida, conselhos úteis e disponibilidade.

O Engenheiro José Garcez Moreira, pelo espírito crítico ao longo da minha dissertação, pelos conselhos, até os que eu não queria ouvir e pela disponibilidade.

A administração dos Serviços Municipalizados de Saneamento Básico de Viana do Castelo, em especial ao Engenheiro Vitor Lemos, por me ter concedido a oportunidade de desenvolver a presente dissertação em ambiente empresarial.

A Engenheira Diana da Cunha, pela simpatia constante, alegria, disponibilidade para me ajudar sempre e apoio ao longo de todo este trabalho.

O Engenheiro José Costa por todo o apoio e esclarecimento de dúvidas, pela imensidão de dados e espírito crítico.

Os meus pais, por todo o amor, carinho, preocupação, confiança e apoio incondicional.

A minha irmã, por saber sempre o que dizer e como me animar, além do amor incondicional que sempre nos uniu.

A Marina e a Sara por estarem sempre presentes e pela amizade verdadeira que nos une.

Aos meus amigos de faculdade pelos momentos inesquecíveis, bons e maus, e pelo apoio incondicional.

Um agradecimento especial à minha tia Maria Amélia Simões que apesar de não estar cá para assistir ao final do meu percurso académico sei que ficaria imensamente feliz e orgulhosa com o meu feito.



## **Resumo**

No seio da gestão dos sistemas de abastecimento de água, uma das problemáticas mais prementes prende-se com as perdas inerentes ao próprio sistema, devido ao consumo não faturados, às perdas aparentes e às perdas reais. Esta água não faturada é um dos principais obstáculos a uma gestão eficiente e equilibrada dos sistemas de abastecimento torna-se crucial a minimização e mitigação destas perdas. Assim, esta dissertação focar-se-á na análise das perdas aparentes, mais concretamente nos erros de medição.

Este documento terá por base o estudo do sistema de abastecimento de água dos Serviços Municipalizados de Saneamento Básico de Viana do Castelo, sendo o objetivo primordial a determinação e análise do volume de água perdido devido a erros de medição em contadores e suas as respetivas repercussões económicas associadas para a entidade gestora. Será indispensável para esta análise o estudo dos diversos componentes integrantes do sistema de abastecimento de água em questão. Para tal, foi necessário a realização de uma investigação estruturada do parque de contadores e dos padrões de consumo por telemetria, sistema de recolha de dados raro em Portugal e bastante eficiente, de algumas das freguesias pertencentes a Viana do Castelo. Paralelamente, procedeu-se a um estudo dos erros de medição de contadores, da amostra que haviam sido previamente enviados para laboratório, procedimento pouco habitual mas com grandes benefícios para a entidade gestora, de forma a analisar a influência de fatores intrínsecos, como a idade, modelo do contador e consumo médio mensal, no erro global do aparelho.

Foram ainda estabelecidas relações entre os erros dos contadores e o escalão de consumo médio mensal, erros dos contadores e o padrão de consumo típico dos diversos escalões, erros dos contadores e o caudal de arranque e ainda erros dos contadores e a idade do aparelho.

A partir da análise efetuada aos erros de medição em função dos padrões de consumo foi determinada uma perda anual no valor de aproximadamente 395 mil metros cúbicos de volume de água não faturado, através da associação deste volume e das tarifas variáveis de água, saneamento e resíduos obteve-se um valor na ordem de 840 mil euros de consumo não faturado devido erros de medição.

**PALAVRAS-CHAVE:** CONTADORES, ERROS DE MEDIÇÃO, PERDAS APARENTES, SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA.



## **Abstract**

In the water supply management system, one of the more pressing problems is the loss of the system itself, losses that consist of the sum of the non-billed water, the apparent losses and the real losses. This being one of the most important obstacles to the efficient and balanced management of a water supply system, the minimization and mitigation of these losses becomes crucial. This dissertation will focus on the analyses of the apparent losses, more specifically on the measuring errors associated with the water meters.

This document will be based on the case study of the Serviços Municipalizados de Saneamento Básico de Viana do Castelo, the primordial objective being the determination and analyses of the water volume lost due to water meter measuring errors and the resulting economical repercussions. For this analyses, the study of the several water supply system components will be indispensable. For this, the making of a structured investigation of the water meters park, was necessary, in addition to the consumption patterns by remote meter of some parts of the study case. At the same time, the study of water meter measuring errors was carried out, of the sample that had been previously sent to the laboratory, for analysis of the influence of intrinsic factors, such as, age, model and average monthly consumption, in the global equipment error.

Presently a connection was established between the error of the water meters and the level of monthly medium consumption, or the typical consumption pattern of the several levels; the starter water flow; and the age of the water meter.

From the performed analysis of the measurement errors according to the patterns of consumption, an annual loss approximately 395 000 m<sup>3</sup> of unbilled volume was estimated, associated with the variable water taxes, sanitation and waste. Due to measurement errors, a value of 840 000 euros of unbilled consumption was obtained.

**KEY WORDS:** WATER METERS, MEASURING ERRORS, APPARENT LOSSES, WATER SUPPLY SYSTEM.



# ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract .....	vii
1 INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Apresentação do tema .....	1
1.2. Organização da dissertação .....	2
1.3. Objetivos gerais.....	3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. Caracterização dos sistemas de abastecimento .....	5
2.1.1. Entidades gestoras em “alta” .....	6
2.1.2. Entidades gestoras em “baixa” .....	8
2.2. Modelos de gestão dos sistemas de abastecimento de água .....	8
2.3. Evolução no setor .....	11
2.4. Legislação aplicável .....	16
2.5. Balanço hídrico .....	18
2.5.1. Perdas aparentes .....	20
2.5.2. Perdas reais.....	21
2.6. Nível económico de perdas .....	22
2.7. Indicadores de desempenho .....	23
2.8. Preço da água .....	24
2.8.1. Relação dos preços da água “em alta” com os preços “em baixa” .....	27
2.8.2. Fatura da água .....	29
2.9. Contadores.....	31
2.9.1. Tipos de contadores.....	32
2.9.2. Erros de medição num contador .....	39
2.9.3. Medição.....	44
2.10. Telemetria .....	44
2.11. Projeto iPerdas .....	45
2.12. Enquadramento e estado de arte.....	46
2.12.1. Mundo .....	46
2.12.2. Portugal .....	48
3 ÂMBITO E OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO .....	53

3.1. Âmbito.....	53
3.2. Objetivos específicos.....	53
4 SERVIÇOS MUNICIPALIZADOS DE SANEAMENTO BÁSICO DE VIANA DO CASTELO .....	55
4.1. Viana do Castelo .....	55
4.2. História dos Serviços Municipalizados de Saneamento Básico de Viana do Castelo.....	56
4.3. Números dos Serviços Municipalizadas de Saneamento Básico de Viana do Castelo ....	56
4.3.1. Balanço hídrico .....	57
4.3.2. Tarifas cobradas .....	58
5 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO .....	63
5.1. Metodologia desenvolvida .....	63
5.2. Análise do parque de contadores dos SMSBVC.....	64
5.2.1. Consumidores domésticos.....	66
5.2.2. Consumidores não domésticos .....	69
5.3. Padrões de consumo dos consumidores de Viana do Castelo em zonas com telemetria .	74
5.4. Análise do erro de contadores .....	76
5.4.1. Georreferenciação .....	81
5.4.2. Relação dos erros de medição com diversos fatores .....	86
6 CONCLUSÕES.....	97
7 RECOMENDAÇÕES FUTURAS .....	101
8 BIBLIOGRAFIA.....	103
9 ANEXOS.....	109
9.1. Anexo I – Fatura da água .....	110
9.2. Anexo II – Número de contadores em função da idade dos mesmos para todo o parque dos SMSBVC.....	112
9.3. Anexo III- Distribuição horária do padrão de consumo por escalão de consumo (%)...	113
9.4. Anexo IV – Dados relativos ao volume total no SAA de Viana do castelo, volume diária e número de clientes.....	113
9.5. Anexo V - Volume consumido por hora, em litros, em função das percentagens padrão de consumo. ....	114
9.6. Anexo VI – Valores médios do erro por gama de consumo e caudal medido em laboratório (%).....	114
9.7. Anexo VII – Cálculo de faturação da entidade gestora.....	115

9.8. Anexo VII – Cálculo de faturação da entidade gestora, tendo em conta o valor do erro de medição dos contadores ..... 115



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Funcionamento de um sistema de abastecimento de água.....	5
Figura 2 - Esquema representativo da distribuição geográfica das entidades gestoras em “alta” pelos concelhos de Portugal Continental no ano 2013. (ERSAR, 2014) .....	6
Figura 3 - Evolução do número de entidades gestoras em “alta” e dos concelhos abastecidos. (ERSAR, 2014) .....	7
Figura 4 - Número total de entidades gestoras em “baixa” desde o ano 2009 até ao ano 2013. (ERSAR, 2014) .....	8
Figura 5 - Modelos de gestão em Portugal nos sistemas em “alta” e em “baixa” no ano 2010. (ERSAR, 2011) .....	11
Figura 6 - Percentagem de água segura em função do ano (ERSAR, 2014).....	14
Figura 7 - Metas PNUEA para 2020. (Ambiente, 2012).....	15
Figura 8 - Figura representativa da água não faturada em Portugal no ano 2011. (Ambiente, 2014) .....	20
Figura 9 – Modos de reduzir as perdas aparentes em sistemas de abastecimento de água .....	21
Figura 10 - Modos de reduzir as perdas reais em sistemas de abastecimento de água (adaptado de MIYA, 2010).....	22
Figura 11 - Ficha da avaliação da qualidade do serviço dos SMSBVC (ERSAR, 2015). .....	24
Figura 12 - Análise do preço da água por cliente conforme a sua distribuição geográfica. (Lopes, et al., 2014).....	26
Figura 13 - Comparação de preços em “alta” e em “baixa” nas várias entidades gestoras. (Lopes, et al., 2014).....	29
Figura 14 - Esquematização da câmara volumétrica. (Janz - Contagem e gestão de fluídos, 2015) .....	34
Figura 15 - Esquematização de um corte transversal de um contador volumétrico (Janz - Contagem e gestão de fluídos, 2015) .....	34
Figura 16 - Representação dos tipos de contadores de velocidades (Janz - Contagem e gestão de fluídos, 2015) ou seja dos contadores mecânicos; (Metering, 2015) e dos não mecânicos (Tecnoficio, s.d.). .....	35
Figura 17 - Possível localização dos pontos de controlo de caudal. (Alegre, et al., 2004) .....	39
Figura 18 – Causas dos erros de medição .....	39
Figura 19 - Exemplo de uma curva de erros de um contador de água. ....	41
Figura 20 - Mostrador de um contador de água e respetiva legenda (ERSAR, 2013) .....	44
Figura 21 - Esquematização do projeto iPerdas (LNEC, 2014) .....	45
Figura 22 - Quantidade de consumo faturado perdas e novas adesões aos sistemas de abastecimento de água, entre 2000 e 2013 em Melbourne na Austrália. ....	48
Figura 23 - Custo por localidade de 120 metros cúbicos anuais (proteste, 2015).....	49
Figura 24 - Percentagem de água não faturada em Portugal nas entidades em "alta" e em "baixa" no ano 2011 e 2012. (Baptista, et al., 2014).....	50
Figura 25 - Valor de água de entrada no sistema, água faturada e água não faturada no sistema de abastecimento de águas do Porto entre 2012 e 2014.....	51
Figura 26 - Mapa de Portugal demarcado no distrito de Viana do Castelo. (empresas, 2015) ...	55

Figura 27 - Mapa dos concelhos pertencentes ao distrito de Viana do Castelo. (Anon., 2015)..	55
Figura 28 - Mapa das freguesias de Viana do Castelo (wikienergia, 2008).....	55
Figura 29 - Número de consumidores nos SMSBVC nos últimos três anos. (SMSBVC, 2015)	57
Figura 30 - Tipologia dos clientes dos SMSBVC. (SMSBVC, 2015) .....	57
Figura 31 - Número total de clientes de acordo com a sua tipologia. ....	64
Figura 32 - Consumo total faturado pelos SMSBVC, em m <sup>3</sup> em 2014, por tipologia de cliente.	65
Figura 33 - Consumo médio faturado pelos SMSBVC, (m <sup>3</sup> /ano.cliente)). .....	66
Figura 34 - Número de clientes domésticos por diâmetro de contador. ....	67
Figura 35 - Valor de consumo total faturado (m <sup>3</sup> ) por diâmetro de contador nos consumidores domésticos.....	67
Figura 36 - Consumo médio (m <sup>3</sup> /mês × cliente) em função do diâmetro do contador para consumidores domésticos.....	68
Figura 37 - Número de contadores de tipologia doméstica em função da idade.....	69
Figura 38 - Número de clientes de tipologia comerciais e industriais em função do diâmetro de contador.....	70
Figura 39 - Valor de consumo total faturado (m <sup>3</sup> ) por diâmetro de contador nos consumidores não domésticos, tipologia comercio e industria. ....	70
Figura 40 -Consumo médio (m <sup>3</sup> /mês × cliente) em função do diâmetro do contador para consumidores não domésticos tipologia comercial e industrial. ....	71
Figura 41 - Número de clientes de tipologia outros em função do diâmetro de contador.....	72
Figura 42 - Valor de consumo total faturado (m <sup>3</sup> ) por diâmetro de contador nos consumidores não domésticos de tipologia outros. ....	73
Figura 43 - Consumo médio (m <sup>3</sup> /mês × cliente) em função do diâmetro do contador para consumidores não domésticos tipologia outros.....	73
Figura 44 - Número de contadores de tipologia não doméstica em função da idade. ....	74
Figura 45 - Padrão de consumo para gamas diferentes em dm <sup>3</sup> /h.....	75
Figura 46 - Padrão de consumo horário em percentagem de acordo com a gama de consumo considerada.....	76
Figura 47 – Imagens de alguns dos contadores analisados em laboratório. ....	77
Figura 48 – Banca onde se realizou o estudo laboratorial de medição do erro nos contadores. .	78
Figura 49 – Mostrador da banca de medição .....	79
Figura 50 - Número de contadores em função do modelo. ....	80
Figura 51 - Número de contadores em função da idade.....	80
Figura 52 - Número de contadores em função do consumo médio mensal.....	81
Figura 53 - Mapa do concelho de Viana do Castelo com georreferenciação por modelo dos contadores. ....	82
Figura 54 - Mapa da freguesia de Santa Maria Maior com georreferenciação por modelo dos contadores. ....	82
Figura 55 - Mapa da freguesia de Mujães com georreferenciação por modelo dos contadores..	83
Figura 56 - Mapa do concelho de Viana do Castelo com georreferenciação por idade dos contadores. ....	83
Figura 57 - Mapa da freguesia de Santa Maria Maior com georreferenciação por idade dos contadores. ....	84

Figura 58 - Mapa da freguesia de Mujães com georreferenciação por idade dos contadores. ....	84
Figura 59 - Mapa do concelho de Viana do Castelo com georreferenciação por média mensal de consumo. ....	85
Figura 60 - Mapa da freguesia de Santa Maria Maior com georreferenciação por média mensal de consumos. ....	85
Figura 61 - Mapa da freguesia de Mujães com georreferenciação por média de consumo mensal. ....	86
Figura 62 – Relação idade do contador com o caudal de arranque (dm <sup>3</sup> /h).....	87
Figura 63 - Gráfico ilustrativo do erro em função da idade do contador. ....	88
Figura 64 - Gráfico ilustrativo do erro em função do modelo do contador.....	89
Figura 65 - Gráfico ilustrativo da idade em função do número de contadores. ....	90
Figura 66 - Gráfico ilustrativo do erro em função da gama de consumo do cliente. ....	91
Figura 67 – Exemplo de fatura da água emitida pelos SMSBVC. ....	110



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Modelos de gestão e entidades gestoras (Mesquita, et al., 2012).....	9
Tabela 2 -Dados de população servida com sistemas de abastecimento de água em 1972.....	12
Tabela 3 - Esquema representativo do balanço hídrico (Martins, 2014).....	18
Tabela 4 - Conceitos associados à banda de fiabilidade da fonte de informação nos indicadores de desempenho. (Covas, 2008) .....	23
Tabela 5 - - Preços médios em função da localização geográfica em Portugal continental. (Lopes, et al., 2014).....	25
Tabela 6 - Preços médios em função do tipo de entidade gestora (Lopes, et al., 2014).....	27
Tabela 7 - Preço médio e preço médio ponderado da água em função da dimensão do município (Lopes, et al., 2014).....	27
Tabela 8 - Preço da água nas entidades gestoras em “alta” (Lopes, et al., 2014).....	27
Tabela 9 - Prazos para a realização da verificação periódica dos contadores em função do caudal de passagem (Mesquita, et al., 2012). .....	32
Tabela 10 - Diagrama com a metodologia para determinação do erro de medição ponderado. (Arregui, et al., 2006) .....	40
Tabela 11 - Determinação da classe, do caudal mínimo e do caudal de transição em função do caudal nominal. (Janz - Contagem e gestão de fluídos, 2015) .....	42
Tabela 12 - Cobertura de abastecimento de água nos países de OCDE em anos distintos (OCDE, 2009). .....	46
Tabela 13 - Água de entrada no sistema de abastecimento de água de Vila Nova de Gaia entre 2010 e 2014.....	50
Tabela 14 - Percentagem de água não faturada desde 2010 até 2014 em Vila Nova de Gaia.....	51
Tabela 15 - Balanço hídrico dos SMSBVC para o ano de 2014. ....	57
Tabela 16 - Tarifas variáveis do serviço de abastecimento de água nos SMSBVC em m <sup>3</sup> , por escalão e tipo de consumidor, para utilizadores domésticos e não domésticos.....	58
Tabela 17 - Tarifa fixa de abastecimento de água para utilizadores domésticos e não domésticos. ....	59
Tabela 18 - Tarifa fixa e variável de saneamento, para utilizadores domésticos e não-domésticos. ....	60
Tabela 19 - Tarifa fixa e variável de Resíduos Sólidos, para utilizadores domésticos e não-domésticos em que total é obtido partir do somatório da Tarifa Fixa com o produto da Tarifa Variável pelo consumo de água. ....	61
Tabela 20 - Proveitos, custos operacionais e lucro desde 2012 até 2014 nos SMSBVC. (SMSBVC, 2015) .....	61
Tabela 21 – Número de clientes domésticos, com telemetria, por escalão de consumo .....	75
Tabela 22 - Erro médio para os diferentes caudais testados em laboratório em função da idade e do escalão de consumo médio mensal.....	91
Tabela 23 – Valor do erro de medição por escalão de consumo para cada hora do dia. ....	93
Tabela 24 - Valor do erro de medição $\pm 3\%$ , por escalão de consumo para cada hora do dia. ...	94
Tabela 25 – Volume, em dm <sup>3</sup> , de água sub ou sobre medida nos contadores, por escalão de consumo e horas do dia. ....	95

Tabela 26 – Discrepâncias entre o valor real faturado e o valor previsivelmente faturado se não existissem erros de medição, nos contadores .....	96
---	----

## **ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS**

APA	Agência Portuguesa do Ambiente
EG	Entidade Gestora
EMA	Erro Máximo Admissível
EPAL	Empresa Pública das Águas Livres
ERSAR	Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos
FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
IVA	Imposto de Valor Acrescentado
IWA	International Water Association
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
MID	Diretiva dos Instrumentos de Medição
NEP	Nível Económico de Perdas
NEPa	Nível Económico de Perdas Aparentes
NEPr	Nível Económico de Perdas Reais
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
PNUEA	Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SMSBVC	Serviços Municipalizados de Saneamento Básico de Viana do Castelo
TGR	Taxa de Gestão de Resíduos
TRH	Taxa de Recursos Hídricos
ZMC	Zona de Medição e Controlo



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1. APRESENTAÇÃO DO TEMA

Aproximadamente 70% da superfície terrestre está coberta com água; os mares e oceanos contêm mais de 97% de toda a água presente no Planeta. Menos de 3% dos recursos hídricos da Terra podem ser considerados água doce, sendo que 77% desta se apresenta sob a forma de gelo, sobretudo nas calotes polares. A restante é água subterrânea. Estima-se que apenas 0,6% da água localizada na superfície terrestre seja água que pode ser utilizada para suprir as necessidades dos 7 mil milhões de pessoas e respetivas comunidades urbanas que estas formam.

A água é um dos bens mais importantes que nós temos, extremamente precioso para todos contudo escasso para alguns. É indispensável à vida e essencial para qualquer ecossistema. Historicamente é sabido que as primeiras civilizações humanas se fixavam junto das massas de água para assim poderem usufruir de tudo o que este recurso lhes oferecia, contudo, atualmente a água já chega a populações que se encontram longe de fontes de extração de água e tudo isto devido a redes de abastecimento bastante desenvolvidas e complexas. Porém, devido sobretudo às grandes distâncias que separam os sistemas em “alta” dos sistemas em “baixa”, existem grandes extensões de rede com comprimentos de tubos que chegam a atingir a ordem de grandeza do quilómetro e que exigem a instalações de válvulas ou outros aparelhos mecânicos para o correto funcionamento do sistema de abastecimento, o que faz insurgir a questão das perdas de água.

Alguns seres humanos, nos países mais desenvolvidos, têm a garantia que às suas casas chega, sempre que requerido pelo consumidor, água limpa e com qualidade. Este privilégio deve-se à existência de sistemas de abastecimento de água fiáveis, que são responsáveis por levar água desde a fonte até ao consumidor.

Ao longo do desenvolvimento do ser humano, os sistemas também foram evoluindo até chegarmos aos dias de hoje, onde já é possível através de telemetria saber em tempo real os níveis de águas em reservatórios ou consumos instantâneos em contadores de água. Contudo, apesar desta evolução, os sistemas de abastecimento de águas continuam a apresentar alguns problemas, diminuindo assim a eficiência destes e causando desperdícios desse bem, tão valioso, que é a água.

O maior problema associado à gestão de um sistema de abastecimento de água é a água não faturada, que é a diferença entre a água de entrada no sistema, paga pela entidade gestora à entidade em “alta” e a água faturada que é, de facto, cobrada e paga pelos consumidores. Esta água não faturada é a soma das perdas aparentes, das perdas reais e dos consumos autorizados não faturados.

Os consumos autorizados não faturados são consumos que a entidade gestora autoriza mas não cobra, isto acontece, por exemplo, na água fornecida nas bocas-de-incêndio aos bombeiros. Por outro lado, as perdas reais são perdas físicas onde, devido a roturas no sistema de abastecimento existem desperdícios de água mas não consumos. Finalmente, as perdas aparentes são perdas não físicas de água onde existe consumo desta só que este não é pago, quer seja devido a erros de medição de contadores ou ilícitos

praticados por consumidores, tem especial importância pois esta água é perdida em volume mas sobretudo em valor pois às perdas aparentes está associado o custo de venda ao consumidor, enquanto às perdas reais o custo de compra à entidade em “alta”. Além disso, às perdas aparentes estão associadas as tarifas de abastecimento de água, resíduos e saneamento, ou seja, embora por norma exista menos volume perdido associado às perdas aparentes comparativamente com as perdas reais, o custo destas perdas para a entidade gestora é superior.

Presentemente a percentagem média de água não faturada nos sistemas de abastecimento de água em Portugal ronda os 40%, contudo ainda existem locais onde este valor chega aos 80%. Numa altura como a que vivemos em que não devem existir desperdícios, a poupança de água e dinheiro é imperativa. Como tal as entidades gestoras têm que apostar numa melhor gestão e definição estratégias para redução das perdas nos sistemas de abastecimento de água.

Por conseguinte, o foco desta dissertação de mestrado vai ser no âmbito das perdas aparente, mais concretamente, nos erros de medição em contadores e análise de uma amostra do parque de contadores dos Serviços Municipalizados de Saneamento Básico de Viana do Castelo.

## **1.2. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO**

Esta dissertação visa o estudo das perdas aparentes em sistemas de abastecimento de água. Para tal foi necessário proceder a uma procura intensiva de referências bibliográficas para uma melhor compreensão do tema, como sejam: o funcionamento de um sistema de abastecimento de água, o cálculo de um balanço hídrico e das suas componentes, tipos de contadores existentes e os erros de medição dos mesmos. Posteriormente, foram definidos objetivos gerais e específicos para o desenvolvimento do trabalho que envolveu a recolha e análise de dados. Finalmente foram retiradas conclusões e elaboradas recomendações futuras.

A dissertação encontra-se dividida em capítulos, e em cada um são abordados os temas que se descrevem em seguida:

- **Capítulo 1**

Neste primeiro capítulo é feita uma abordagem geral do tema da dissertação, o seu enquadramento e apresentação da importância das perdas aparentes nos diferentes contextos. São definidos os objetivos gerais da dissertação.

- **Capítulo 2**

Este capítulo inclui toda a base teórica relevante para a realização desta dissertação.

Primeiramente é feita uma caracterização dos sistemas em “alta” e em “baixa” e explicita-se os diferentes modelos de gestão dos sistemas de abastecimento de água.

Seguidamente, expõe-se a evolução de setor da água e apresentam-se normas europeias e legislação nacional, revogada e em vigor, relevantes. Explicita-se o balanço hídrico, dando obviamente mais enfoque às perdas reais e perdas aparentes. Define-se nível económico de perdas e a sua importância para uma gestão equilibrada. Apresenta-se o sistema de avaliação de desempenho da entidade reguladora, bem como alguns dos indicadores de desempenho. Tecem-

se, ainda, considerações sobre o preço da água, a relação de preços entre a entidade gestora em “baixa” e em “alta” e a fatura que segue para os consumidores.

Em seguida, apresentam-se os tipos de contadores existentes, definem-se as classes, os erros e como se realiza a medição nos contadores. São realizadas considerações sobre telemetria e o projeto iPerdas. Finalmente é feito um enquadramento do tema da água não faturada em outros dois países, e o enquadramento no país em duas cidades diferentes de Viana do Castelo.

- **Capítulo 3**

É neste capítulo que se definem com clareza o âmbito e os objetivos específicos da dissertação depois de toda a pesquisa bibliográfica e conhecimentos terem sido adquiridos.

- **Capítulo 4**

Neste capítulo é apresentado o caso de estudo de Viana do Castelo. Caracteriza-se a cidade e os Serviços Municipalizados de Saneamento Básico de Viana do Castelo, entidade gestora responsável pelo sistema de abastecimento de água. É apresentado o balanço hídrico desta empresa referente ao ano de 2014, o seu valor de água não faturada, entre outros indicadores, e o tarifário praticado.

- **Capítulo 5**

Aqui são apresentados os dados recolhidos e é feita uma análise dos mesmos. Esse estudo inclui uma análise do parque de contadores de Viana do Castelo, a definição do padrão de consumo dos clientes desta entidade gestora, uma explicação de como é feita a determinação do erro dos contadores em laboratório e, finalmente, um estudo dos possíveis fatores que influenciam o erro nos contadores.

- **Capítulo 6**

São retiradas todas as conclusões possíveis da análise dos dados.

- **Capítulo 7**

Apresentam-se recomendações futuras.

### **1.3. OBJETIVOS GERAIS**

Para a realização desta dissertação foi necessário a definição de objetivos gerais de orientação do trabalho:

- Entender o funcionamento de uma entidade gestora em “baixa”;
- Estudar o balanço hídrico de um sistema de abastecimento de água;
- Compreender as causas das perdas aparentes;
- Entender os fatores que influenciam os erros de medição em contadores;
- Desenvolver metodologias para análise do sistema de abastecimento de água em Viana do Castelo e extrapoláveis a outros sistemas de abastecimento;
- Analisar as perdas monetárias devido aos erros de medição nos contadores de Viana do Castelo.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO

Um sistema de abastecimento e distribuição de água pode ser definido como um conjunto de partes: obras de construção civil, equipamentos elétricos e eletromecânicos, acessórios, instrumentação e equipamentos de automação e controlo. Cada um destes constituintes tem um objetivo ou função, consoante a etapa onde se encontra, seja na captação, adução, tratamento, armazenamento ou distribuição (Figura 1).

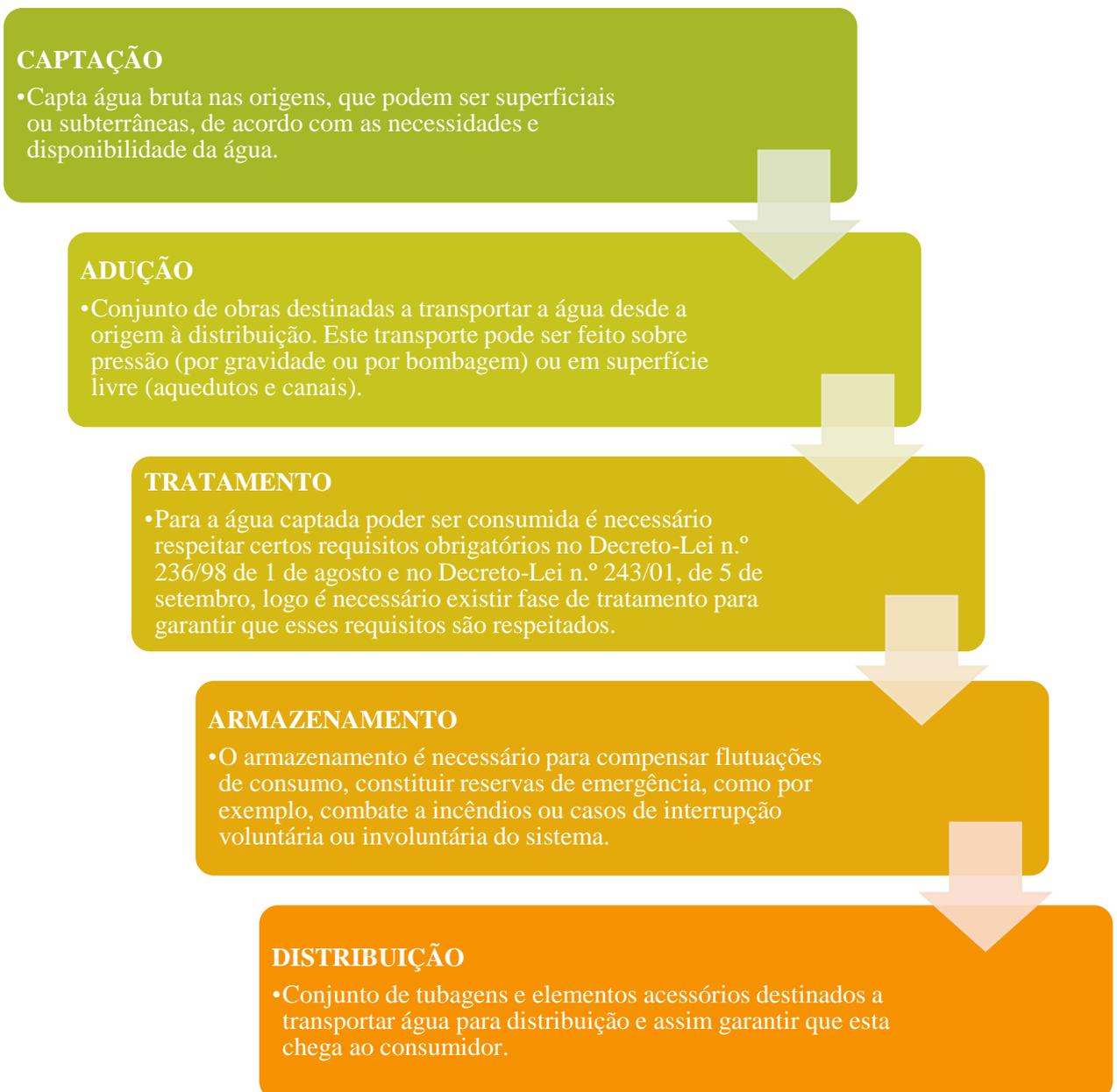


Figura 1 – Funcionamento de um sistema de abastecimento de água.

Os sistemas de abastecimento de água podem ser geridos por mais que uma entidade, ficando as etapas da captação ao armazenamento atribuídas a uma entidade em “alta” e a etapa de distribuição de água aos consumidores a cargo da entidade em “baixa”.

### 2.1.1. ENTIDADES GESTORAS EM “ALTA”

O objetivo primordial destas entidades é captar a água na origem, tratar e vender a água tratada a outras entidades gestoras responsáveis pela distribuição em “baixa”. Em 2013 a distribuição das entidades gestoras em “alta” em Portugal Continental era a apresentada na Figura 2.

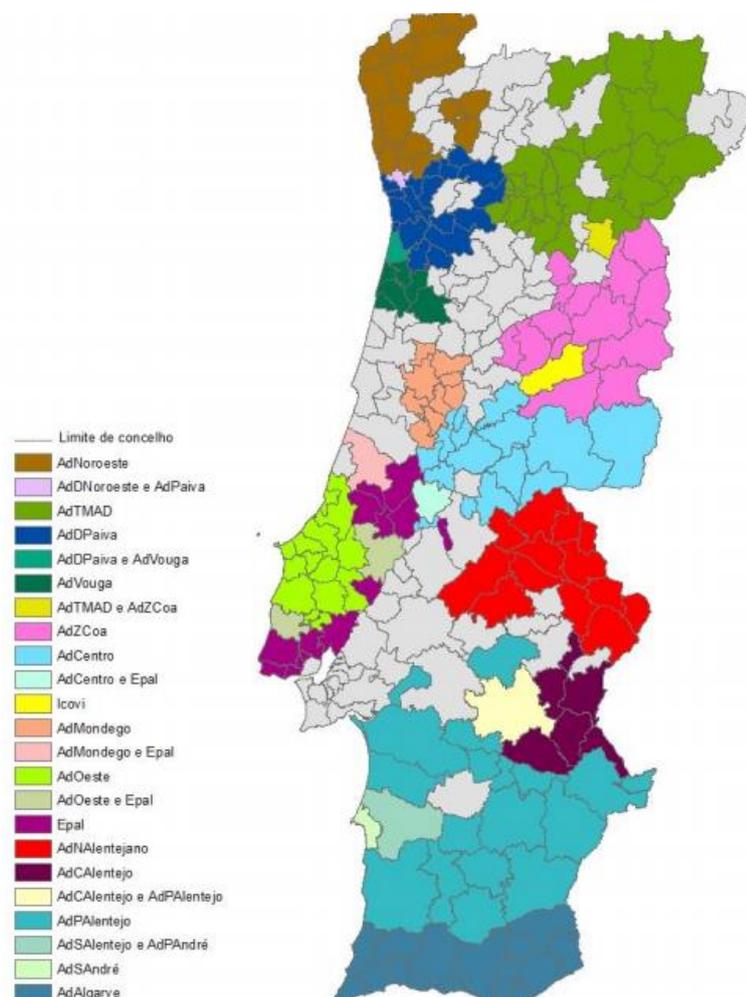


Figura 2 - Esquema representativo da distribuição geográfica das entidades gestoras em “alta” pelos concelhos de Portugal Continental no ano 2013. (ERSAR, 2014)

Ao longo dos últimos anos o número de entidades gestoras não se tem alterado significativamente; em 2012 e 2013, por exemplo, o número manteve-se constante. Na Figura 3 é possível observar-se a evolução do número de entidades gestoras desde 2009 até 2013, comparativamente com o número de concelhos abastecidos.

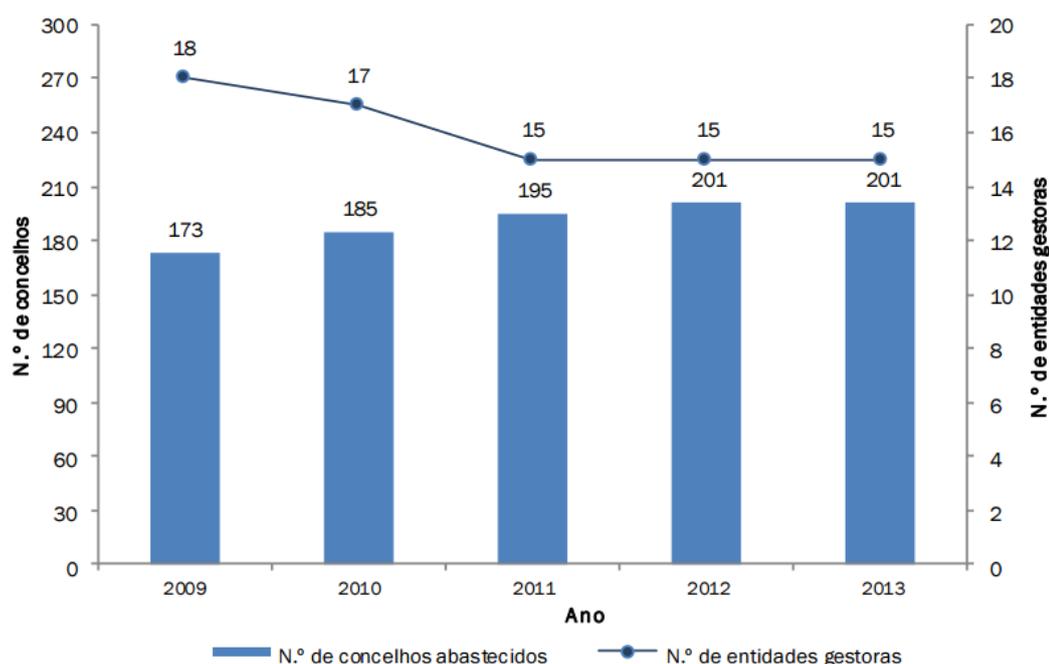


Figura 3 - Evolução do número de entidades gestoras em “alta” e dos concelhos abastecidos. (ERSAR, 2014)

### 2.1.1.1. Reorganização das entidade em “alta” em 2015

O Programa do XIX Governo Constitucional, em linha com o plano estratégico para o abastecimento de água e saneamento de águas residuais para o período 2007-2013 (PEAASAR 2007-2013), preconiza a reorganização do setor do abastecimento de água e saneamento, em vista da promoção do equilíbrio tarifário, da resolução dos défices tarifários e da agregação dos sistemas multimunicipais existentes. Estes objetivos de agregação regional são reconhecidos pelas linhas de orientação preconizadas para o PENSAAR 2020 - uma nova estratégia para o setor de abastecimento de água e saneamento de águas residuais. (Ministério do Ambiente, 2015)

Esta nova estratégia delineada pelo Governo, assenta na agregação dos sistemas multimunicipais existentes em sistemas novos de maior dimensão, de forma a promover a obtenção de economias de escala que garantam a sustentabilidade económica, social e ambiental dos serviços e preservando sempre a sua natureza pública.

Estão presentemente em vigor três Decretos-Lei referentes à criação destes novos sistemas de abastecimento e saneamento.

- Decreto-Lei n.º 92/2015 – Cria o sistema multimunicipal de água e de saneamento do Centro Litoral de Portugal;
- Decreto-Lei n.º 93/2015 – Cria o sistema multimunicipal de água e de saneamento do Norte de Portugal;
- Decreto-Lei n.º 94/2015 - Cria o sistema multimunicipal de água e de saneamento de Lisboa e Vale do Tejo.

Às três empresas recentemente aprovadas vêm somar-se a dois outros sistemas que já existiam, as Águas Públicas do Alentejo e as Águas do Algarve. Com estas medidas foi possível concentrar-se em cinco empresas os sistemas de abastecimento de águas e saneamento em “alta”.

### 2.1.2. ENTIDADES GESTORAS EM “BAIXA”

Estas entidades são responsáveis pela distribuição e venda de água tratada ao consumidor.

As entidades gestoras em “baixa” em Portugal são bastantes heterogéneas, apresentando diversos tipos de modelos de gestão. Na Figura 4 apresenta-se a evolução do número das entidades em “baixa” entre 2009 e 2013.

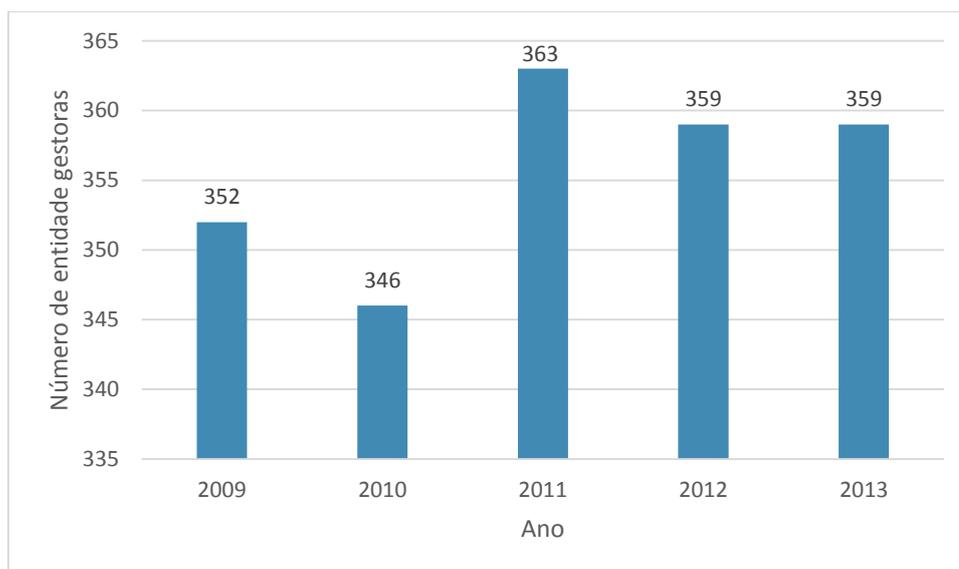


Figura 4 - Número total de entidades gestoras em “baixa” desde o ano 2009 até ao ano 2013. (ERSAR, 2014)

## 2.2. MODELOS DE GESTÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A possibilidade de empresariação dos sistemas municipais e de estes poderem ser explorados através de associações de utentes, permitindo uma gestão privada, iniciou-se pelo Decreto-Lei n.º 372/93, de 29 de outubro. Este diploma veio alterar a lei de delimitação dos sectores, aprovada pela Lei n.º 46/77, de 8 de julho, entretanto revogada pela Lei n.º 88-A/97, de 25 de julho, e pelo Decreto-Lei n.º 379/93, de 5 de novembro. A Lei n.º 58/98, de 18 de agosto, entretanto substituída pela Lei n.º 53-F/2006, de 29 de dezembro, possibilitou a delegação destes serviços em entidades do sector empresarial local, com eventual participação da iniciativa privada.

O Decreto-Lei nº 194/2009, de 20 de agosto, visa proceder à revisão do regime jurídico dos serviços municipais de abastecimento público de água, de saneamento de águas residuais urbanas e gestão de resíduos urbanos. Com este Decreto-Lei é “definido um regime comum, uniforme e harmonizado aplicável a todos os serviços municipais, independentemente do modelo de gestão adotado, sendo igualmente densificadas as normas específicas a cada modelo de gestão.” Além de que com este documento visa-se garantir condições de igualdade e transparência no acesso à atividade e no respetivo

exercício, assim como nas relações contratuais e ainda acautelar a sustentabilidade económico-financeira, infraestrutural e operacional dos sistemas.

No artigo 7º do diploma referido anteriormente estão definidas as entidades gestoras dos serviços e os modelos de gestão que podem ser definidos nos seguintes modos:

- A entidade gestora dos serviços municipais é definida pela entidade titular, de acordo com um dos seguintes modelos de gestão:
  - Prestação direta do serviço;
  - Delegação do serviço em empresa constituída em parceria com o Estado;
  - Delegação do serviço em empresa do sector empresarial local;
  - Concessão do serviço.
- As situações existentes de gestão de serviços de água e resíduos por freguesias ou associações de utilizadores ficam sujeitas ao regime transitório aplicável a municípios que devem assegurar progressivamente a extinção das situações de prestações do serviço de água e resíduos por freguesia ou associações de utilizadores num prazo máximo de cinco anos a partir da entrada em vigor deste decreto-lei.

A Lei n.º 12/2014, de 6 de março, veio alterar os regimes de faturação e contraordenacionais dispostos na Lei descrita anteriormente.

Para haver uniformização a nível nacional das entidades que gerem sistemas de abastecimento de água, estas devem preencher um modelo de sistema de análise de desempenho e enviar anualmente essa informação. (Ministério do Ambiente, 2009)

Essa análise deve ter em consideração os seguintes pontos:

- Defesa do interesse dos consumidores, tendo atenção as tarifas praticadas e a qualidade do serviço prestado;
- A sustentabilidade da prestação dos serviços públicos em causa, nomeadamente aspetos que indiquem capacidade infraestrutural, operacional e financeira necessária à garantia de uma prestação do serviço regular e com elevados níveis de qualidade;
- A sustentabilidade ambiental, nomeadamente analisar impactes ambientais da atividade gestora.

Tabela 1 - Modelos de gestão e entidades gestoras (Mesquita, et al., 2012)

<b>Entidade Titular</b>	<b>Modelo de gestão</b>	<b>Entidade gestora</b>
<b>Estado</b>	Gestão Direta	Estado
	Gestão Delegada	Empresa do setor empresarial do Estado
	Gestão concessionada	Empresa de capitais maioritariamente públicos (do Estado ou dos Municípios)
<b>Municípios</b>	Gestão direta	Serviços municipais ou municipalizados, associações de municípios, (Serviços intermunicipalizados)
	Gestão delegada	Empresa de capitais estatuais e municipais, criada no âmbito de uma parceria entre os municípios e o Estado
	Gestão concessionada	Empresa privada

Quando se considera a gestão direta existe coincidência entre a entidade titular e a entidade gestora, este é o modelo de gestão mais utilizado nos serviços municipais. Atualmente não existe qualquer caso de titularidade estatal, embora a lei o permita. O único exemplo de uma gestão delegada nos serviços de titularidade estatal corresponde à Empresa Pública das Águas Livres (EPAL), que tem a particularidade de prestar serviços de abastecimento em “alta” a um conjunto de municípios e abastecer em “baixa” o município de Lisboa.

A gestão delegada dos serviços municipais abrangem duas modalidades:

- As parcerias entre os municípios e o Estado ao abrigo do Decreto-Lei n.º 90/2009, podem-se traduzir na transferência da responsabilidade do serviço para dois tipos de empresas: ou uma empresa do setor empresarial do Estado com participação minoritária dos municípios parceiros, ou uma empresa do setor empresarial dos municípios parceiros com uma participação minoritária do Estado. Estas empresas podem ser criadas exclusivamente para a gestão da parceria ou corresponder a uma empresa à qual já tinha sido previamente atribuída a gestão de serviços de águas e resíduos na mesma área territorial mas com um âmbito distinto (Mesquita, et al., 2012).
- A delegação em empresas do setor empresarial local, podem incluir a participação minoritária de capitais privados.

As concessões de serviços de titularidade estatal designam-se por concessões multimunicipais, cujos contratos apenas podem ser celebrados com empresas de capitais maioritariamente públicos, por força das restrições impostas pela lei de delimitação de setores, Lei n.º 88-A/97, de 25 de julho posteriormente alterada pela Lei n.º 35/2013. Esta lei permite a participação minoritária de capitais privados, não tendo essa possibilidade sido utilizada ainda.

As concessões de serviços de titularidade municipal são atribuídas a empresas de capital privado no âmbito de procedimentos de contratação pública, regulados pelo código dos contratos públicos, suplementados com disposições do Decreto-Lei n.º 194/2009.

Existem ainda pequenos sistemas municipais geridos por juntas de freguesia e associações de utilizadores, resultado de situações históricas que deviam ter sido extintas até final de 2014, de acordo com o estabelecido no artigo 78.º do Decreto-Lei n.º 194/2009. Enquanto, transitóriamente se mantiverem estas situações, as condições que regem a gestão do serviço por juntas de freguesia e associações de utilizadores devem constar num protocolo de delegação de competências, não sendo possível a aplicação de um tarifário diferente do aprovado para o município. (Mesquita, et al., 2012)

Em 2010 os modelos de gestão em Portugal eram os apresentados na Figura 5.

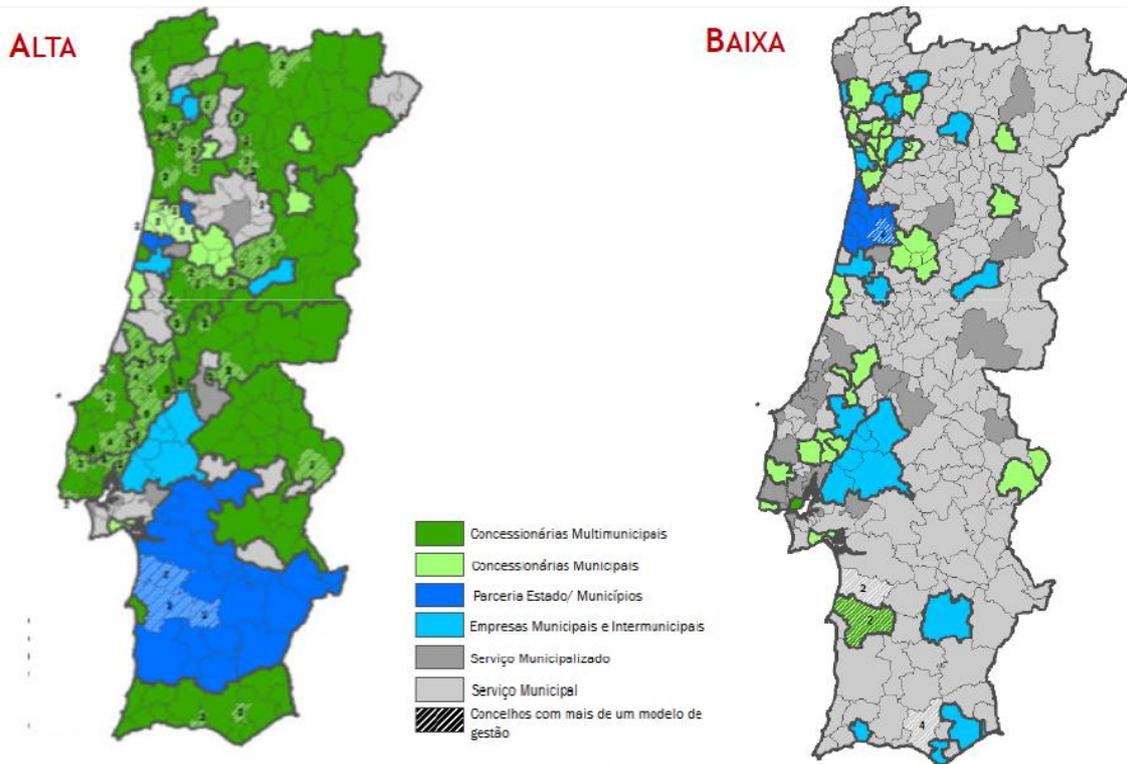


Figura 5 - Modelos de gestão em Portugal nos sistemas em “alta” e em “baixa” no ano 2010. (ERSAR, 2011)

### 2.3. EVOLUÇÃO NO SETOR

Os serviços públicos de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais em Portugal teve a sua origem devido a questões de saúde pública. A existência de epidemias de febre tifoide e cólera na segunda metade do século XIX ergueram uma necessidade do reforço do abastecimento de água potável em fontanários e os primeiros esforços na distribuição domiciliária de água.

Desde 1868 foi concessionada a “Companhia de Águas de Lisboa” e em 1880 foram construídas obras de reforço do abastecimento de água com consequências imediatas na diminuição drástica na mortalidade relacionada com o Tifo e Cólera. (Geadá, 2013)

No Porto, a partir de 1855 surgem várias companhias candidatas ao projeto de execução de obras de captação, elevação, transporte e distribuição domiciliárias, mas só a 22 de março de 1882 foi assinado o contrato com a *Compagnie Général des Eaux pour l'Étranger*. No dia 1 de janeiro de 1887 o abastecimento ficou regularizado. Também em 1882 é celebrado o contrato de concessão para a construção e exploração do sistema de abastecimento de água à cidade de Coimbra. A estas concessões segue-se um conjunto de outras nos principais centros urbanos do país: Figueira de Foz em 1887, Viseu em 1887, Setúbal em 1889, Faro em 1899, Matosinhos em 1901, Santarém em 1903, Chaves em 1903, Abrantes em 1907 e Cascais em 1908. (Pato, 2011)

No ano 1932 o estado consentiu às câmaras municipais contratar técnicos projetistas estranhos à administração geral dos serviços hidráulicos e elétricos e quando previamente autorizadas comparticipava as obras com 50% do valor.

Entre 1932 e 1933 deu-se a criação da secção de melhoramento de águas e saneamento no Ministério das Obras públicas e da junta sanitária de água sob a tutela do ministério do interior.

Contudo, mesmo depois das medidas tomadas desde 1932, em 1941 apenas 26% da população tinha acesso a sistemas de distribuição domiciliária de águas.

Em 1944 procedeu-se à apresentação do “Plano de Abastecimento de Água às Sedes dos Concelhos” que tinha por objetivo dotar, em dez anos, todas as sedes de concelho com abastecimento de água, plano que vigorou até 1960.

Em 1960 fez-se a apresentação do “Plano de Abastecimento de Água às Populações Rurais”. Esta medida garantiu o primeiro abastecimento público de água a muitas aldeias do país.

No ano de 1970 deu-se a exploração dos sistemas pelos municípios de forma industrial, levando à criação de serviços municipalizados e de federações de municípios.

Em 1972 os dados relativos ao abastecimento e saneamento básico em Portugal eram os seguintes: (Martins, 2012)

Tabela 2 -Dados de população servida com sistemas de abastecimento de água em 1972.

	<b>População servida (%)</b>
<b>Distribuição domiciliária de água</b>	40
<b>Distribuição por fontanários</b>	26
<b>Sem acesso a sistemas de distribuição de água</b>	34

Em 1976 deu-se a criação da secretaria de Estado dos Recursos Hídricos e Saneamento Básico, da Direcção-Geral de Saneamento Básico e das Regiões de Saneamento Básico, com a constituição das comissões instaladores das respectivas empresas.

Em 1977, na Argentina, deu-se a primeira conferência à escala mundial cujo principal objetivo era promover a consciencialização sobre os problemas relacionados com a água. (OCDE, 2009)

Entre o ano de 1989 e 1991 fez-se o aproveitamento do montante de fundos estruturais destinados a Portugal através do Quadro Comunitário de Apoio I. (Martins, 2014)

Em 1992, no Rio de Janeiro, no Brasil, ocorreu a UN Conference on Water and Environment, cujos principais objetivos e atividades passaram por lidar com: (OCDE, 2009)

- Desenvolvimento e gestão integrada dos recursos hídricos;
- Avaliação dos recursos hídricos;
- Proteção dos recursos hídricos, qualidade da água e dos ecossistemas aquáticos;
- Abastecimento de água e saneamento;
- Impactes das alterações climáticas nos recursos hídricos.

Em 1993, o Decreto-Lei nº 379/93, de 5 de novembro, definiu os sistemas municipais e os multimunicipais de abastecimento de água e de saneamento, consagrando o regime legal de gestão e exploração de uns e de outros, considerou, no artigo 1º, que um sistema multimunicipal deve servir pelo menos dois municípios que exijam investimentos a efetuar pelo Estado por razões de interesse nacional e que atuam a montante da distribuição da água ou a jusante da recolha de águas residuais. Criou os

primeiros cinco sistemas multimunicipais de captação, tratamento e distribuição de água, e esclareceu as condições do regime de exploração e gestão dos sistemas concessionados, sendo que o concedente é o estado, no caso dos sistemas multimunicipais ou a administração local nos restantes casos.

O Decreto-Lei nº147/95, de 21 de junho, definiu o regime jurídico da concessão dos sistemas municipais e nesse mesmo ano, em 1995, foi criado o Observatório Nacional dos Sistemas Municipais e Multimunicipais de Captação, Tratamento e Distribuição de Água para Consumo Público, de Recolha, Tratamento e Rejeição de Efluentes e de Recolha e Tratamento de Resíduos Sólidos, o qual foi substituído em 1997 pelo Instituto Regulador de Águas e Resíduos, IRAR. (Martins, 2007)

A 30 de agosto de 1997 foi, então criada uma entidade reguladora para o setor da água em Portugal, a IRAR, atual ERSAR. Numa primeira fase, entre 2000 e 2003, a ERSAR exerceu as suas funções para um número crescente de entidades concessionárias, chegando às cinquenta. Entre 2004 e 2009, para além de ter um papel regulador dessa meia centena de entidades adotou também um papel de autoridade competente para a qualidade da água para consumo humano para um conjunto de mais de quatrocentas empresas. A partir de 2009, a ERSAR além de alargar as atribuições de regulação dos serviços de água e resíduos para um conjunto de perto de quinhentas entidades gestoras, reforçou os seus poderes e manteve as responsabilidades como entidade competente pela qualidade da água. Nesse mesmo ano, tendo por base a recomendação tarifária IRAR/ERSAR nº 1/2009 efetuou-se a aprovação de legislação sobre os tarifários, em 2010 devia à recomendação ERSAR nº 2/2010 realizou-se um alargamento a todas as entidades gestoras municipais. Em 2014 tornou-se uma entidade de administração independente aumentando assim a sua autonomia e poderes regulamentares, de autoridade e sancionatórios. (ERSAR, 2015)

Simultaneamente no ano 2000 as Nações Unidas publicaram os “Objetivos de Desenvolvimento do Milénio” através da resolução 55/2, de 8 de Setembro de 2000, por ocasião da Cimeira do Milénio que ocorreu em Nova Iorque de 6 a 8 de Setembro desse mesmo ano, onde afirmavam ter como meta “Até ao ano 2015, reduzir para metade a percentagem de pessoas que não têm acesso a água potável ou carecem de meios para o obter.” (Minho & SMSBVC, 2012)

Foi também em Abril desse mesmo ano que o governo constitucional na época chefiado por António Guterres aprovou o Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais (PEAASAR). Este plano teve a duração de seis anos e portanto terminou em 2006, desempenhou um importante papel pois estabeleceu as linhas de orientação estratégica, os pressupostos de base, os objetivos e as prioridades operacionais para esse período, no sentido de assegurar a adequada utilização dos fundos comunitários disponíveis no terceiro Quadro Comunitário de Apoio.

Em 2007 foi publicado o Plano Estratégico de Abastecimento de água e de Saneamento de águas Residuais, PEAASAR II, que tinha objetivos a ser cumpridos até 2013. O PEAASAR II assumiu-se como uma estratégia social, pois apostava na universalidade de um serviço de elevada qualidade, uma estratégia sustentável, pois apontava para uma eficiente gestão de operação no sentido do equilíbrio económico e financeiro, finalmente adotava uma estratégia segura pois prosseguia níveis elevados de qualidade na proteção da saúde pública e do ambiente. (Ministério do Ambiente, 2007)

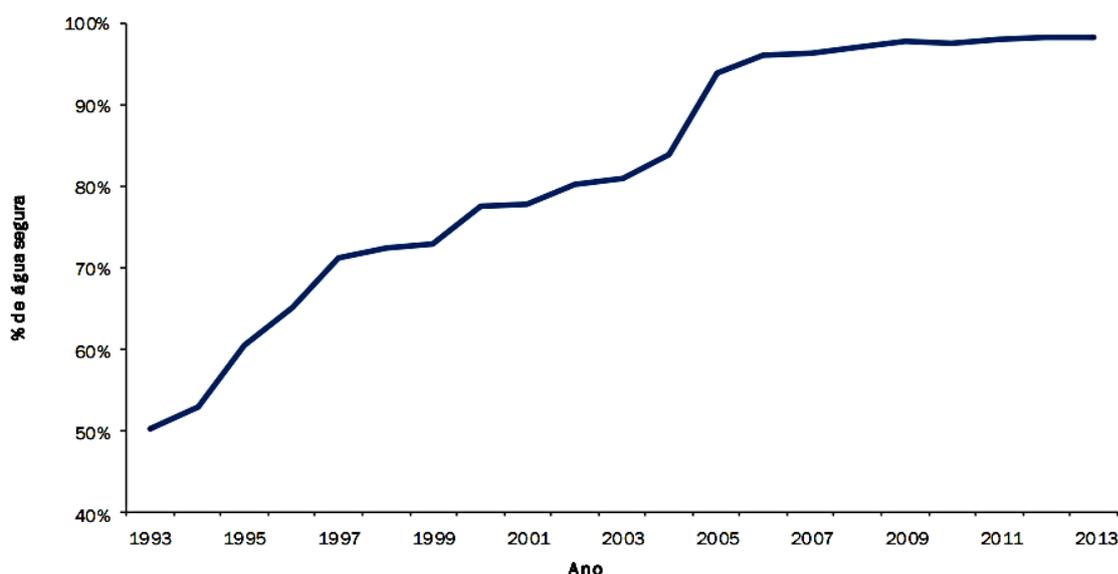


Figura 6 - Percentagem de água segura em função do ano (ERSAR, 2014)

Também no início do segundo milénio foi desenvolvido o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA) em que o seu objetivo era avaliar a eficiência da utilização da água em Portugal nos sectores agrícolas, industriais e urbanos e sugerir um conjunto de medidas que permitissem uma melhor utilização da água. Doze anos volvidos e em 2012 foram concebidos novos objetivos ao PNUEA que devem ser cumpridos até 2020, sendo que estes passam por:

- Contribuir para a minimização dos riscos de escassez hídrica;
- Melhorar as condições ambientais nos meios hídricos sem pôr em causa as condições vitais e qualidade de vida das populações assim como o desenvolvimento socioeconómico do país;
- Redução dos volumes de águas residuais rejeitados para os meios hídricos e redução dos consumos de energia;
- Melhoria da eficiência de utilização de água e consciencialização para o valor deste recurso;
- Promover iniciativas com base em parcerias públicas e/ou privadas.

Existem, ainda, outros objetivos estratégicos e objetivos específicos por setor. A Comissão de Implementação e Acompanhamento teve como principal objetivo efetuar o diagnóstico da evolução da eficiência do uso da água observado nos setores abrangidos pelo PNUEA ao longo dos últimos dez anos e face às conclusões obtidas, as metas serão revistas e ajustadas à presente realidade. Além disso, irá fazer-se um cruzamento com objetivos definidos em outros instrumentos de gestão, o que possibilita o estabelecimento de metas para prazos intermédios e uma revisão contínua destas ao longo da implementação do PNUEA.

Um indicador selecionado para comparar os resultados obtidos e as metas foi o uso eficiente da utilização de água, para todos os setores contemplados no PNUEA. Este indicador demonstra de que modo a água captada da natureza é utilizada de modo otimizado para a produção eficiente do serviço desejado. (Ambiente, 2012)

$$\text{Eficiência de utilização da água (\%)} = \frac{\text{Consumo útil}}{\text{Procura efetiva}} \times 100$$

Sendo que o consumo útil representa o consumo mínimo necessário para um determinado setor garantir a eficiência da utilização correspondente a um referencial específico para essa utilização, e a procura efetiva corresponde ao volume efetivamente utilizado, sendo naturalmente igual ou superior ao consumo útil. Quanto mais próximo estiver a procura efetiva do consumo útil mais próximo estará a eficiência perto dos 100%.

Complementarmente é possível calcular o desperdício da água em percentagem:

$$\text{Desperdício (\%)} = 100 - \text{Eficiência (\%)}$$

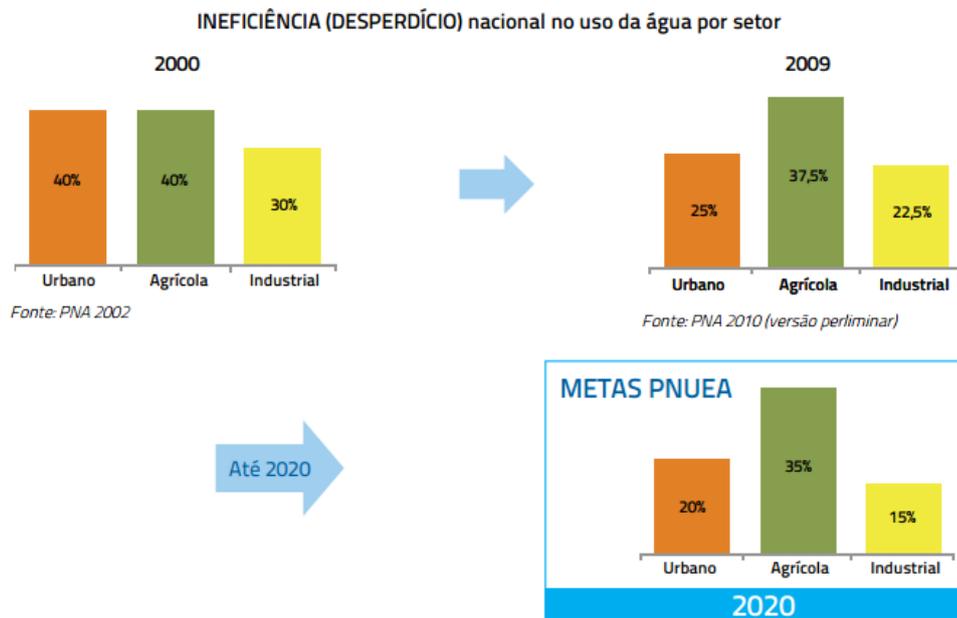


Figura 7 - Metas PNUEA para 2020. (Ambiente, 2012)

Em 2010 as Nações Unidas caracterizam o acesso aos serviços de abastecimento de água como um direito humano e como tal os países pertencentes a este organismo têm o dever de promover todas as medidas que torne esse direito uma realidade para todos.

No despacho 4385/2015, de 30 de Abril emitido pelo Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia - Gabinete do Secretário de Estado do Ambiente, foi apresentada uma nova estratégia para o setor de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais, o PENSAAR 2020 que tem por base os seguintes pressupostos: (APA, 2015)

- Apoiar a nova estratégia para o setor nos pilares em que assentaram os anteriores planos estratégicos para o setor, nomeadamente o PEAASAR I e o PEAASAR II;
- Identificar e clarificar de forma consciente os problemas que afetam o setor;
- Definir a estratégia com base em objetivos de sustentabilidade em todas as vertentes, tanto técnica, ambiental, económica, financeira e social, de modo a criar um contexto de aceitação global a média e a longo prazo;

- Contribuir para um setor de excelência com desempenho elevado num contexto que exige também solidariedade e equidade, permitindo conciliar forças potencialmente divergentes.

Obviamente, ainda há muito trabalho a fazer, como tal, a ERSAR recomenda um conjunto de medidas para este setor. Primeiramente, aconselha a conclusão da racionalização dos serviços de titularidade estatal, ou seja, que exista uma integração espacial das entidades gestoras por área espacial e que estas façam uma gestão conjunta do abastecimento de água e de saneamento. Além disto sugere que seja feita uma revisão dos atuais contratos dos sistemas multimunicipais e uma revisão dos modelos de gestão das entidades gestoras. Seguidamente recomenda a racionalização dos serviços de titularidade municipal, ou seja, uma integração vertical dos sistemas em “baixa” nos sistemas em “alta” ou uma agregação das entidades gestoras em “baixa” que façam também uma gestão conjunta do abastecimento e do saneamento e que adotem modelos de gestão mais adequados, promovendo uma introdução de mecanismos de garantia de acessibilidade económica e por fim sugere o reforço da eficiência e da eficácia no setor de abastecimento de água. (ERSAR, 2015)

## **2.4. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL**

Existe legislação, nacional e comunitária, que regula o funcionamento dos serviços de abastecimento de água. Estes são enquadrados, do ponto de vista legislativo, por vários regimes legais. Inclusivamente, no âmbito das perdas aparentes, há diversa legislação que inclui os aparelhos de medição de água: (Qualidade, 2015)

- A decisão do concelho 93/465/CEE de 22 de julho de 1993, veio contemplar os procedimentos de avaliação da conformidade e as regras de aposição de utilização da marca “CE”;
- O Decreto-Lei nº 243/2001, de 5 de setembro, que veio revogar o Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de agosto, estabelece as normas, critérios e objetivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus usos;
- A Diretiva 2004/22/CE harmoniza os requisitos para a comercialização e/ou colocação em serviço de instrumentos de medição com funções de medição definidos nos anexos específicos MI-001 a MI-010. Os instrumentos de medição devem cumprir os requisitos essenciais estabelecidos no Anexo I e no anexo específico relevante desse documento;
- A Lei nº 58/2005, de 29 de dezembro, com as alterações da Declaração de Retificação nº 11-A/2006 de 23 de fevereiro, e dos Decretos-Lei nº 245/2009 de 22 de setembro e nº 130/2012 de 22 de junho, aprova a Lei da Água, transpondo para a ordem jurídica nacional a Diretiva nº 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro, e estabelecendo as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas.
- O Decreto-Lei nº 77/2006, de 30 de março complementa a transposição da Diretiva nº 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro, que estabelece um quadro de ações comunitária no âmbito da política de água, em desenvolvimento do regime fixado na Lei nº 58/2005, de 29 de dezembro.
- O Decreto-Lei nº 192/2006, de 26 de setembro, que transpõe a Diretiva 2004/22/CE, de 31 de março de 2004, relativa aos Instrumentos de Medição (MID), estabelece os requisitos essenciais a que contadores de água fria ou quente devem obedecer, tendo em vista a sua comercialização

e/ou colocação no mercado; Depois de 2006 ainda foram publicadas onze portarias que completaram a MID sendo que esta entrou em vigor a 15 de janeiro de 2007. A MID deve-se devido a uma nova abordagem da União Europeia criada pela resolução do conselho, a 7 de Maio de 1985, esta estratégia baseou-se na definição de requisitos essenciais que os produtos devem cumprir antes de ser colocados no mercado europeu. Aplicado aos instrumentos de medição, consistiu uma maior flexibilidade da sua avaliação de conformidade e uma possibilidade de escolha pelos fabricantes de diferentes procedimentos, desde que se mantivesse o mesmo rigor de medição, isto possibilitou um mais rápido acompanhamento da evolução tecnológica dos instrumentos de medição. O conteúdo da MID regula apenas a colocação no mercado e em serviço de novos instrumentos de medição, deixando assim ao critério dos estados membros a legislação que regula o controlo dos instrumentos após a colocação em serviço. As aprovações de modelo ou exames de tipo, adquiridas antes da data de entrada em vigor da MID, permanecem válidas durante os prazos de aprovação referidos nos despachos de aprovação ou portarias que se encontrava em vigor na época. (Cruz, 2008)

- O Despacho nº2339/2007, de 14 de fevereiro, aprovou o Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais para o período de 2007 até 2013.
- O Decreto- Lei nº226-A/2007, de 31 de maio, com redação dada pelos decretos-lei nº391-A/2007, de 21 de dezembro, nº93/2008, de 4 de junho, nº107/2009, de 15 de maio, nº245/2009, de 22 de setembro, estabelece o regime de utilização dos recursos hídricos.
- O Decreto-Lei nº 306/2007, retificando o Decreto-Lei nº243/2001, de 5 de setembro estabelece o regime da qualidade da água destinada ao consumo humano transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva nº98/83/CE, do conselho, de 3 de novembro.
- O Decreto-Lei nº353/2007, de 26 de outubro, estabelece o procedimento de delimitação do domínio público.
- A Portaria nº1450/2007, de 12 de dezembro, firma as regras do regime de utilização dos recursos hídricos.
- O Decreto-Lei nº97/2008, de 11 de junho estabelece o regime económico e financeiro dos recursos hídricos.
- A Diretiva 2009/137/CE de 10 de novembro altera a Diretiva 2004/22/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativamente aos instrumentos de medição no que diz respeito à exploração dos erros máximos admissíveis referente aos anexos específicos relativos a instrumentos MI-001 a MI-005.
- No que diz respeito aos contadores de água a MID foi ainda complementada pela Norma Europeia 14154 de 31 de Outubro de 2011 que veio suplementar os requisitos relativamente aos requisitos gerais, instalações e condições de uso e métodos de teste e equipamento.
- O Decreto-Lei n.º 71/2011, de 16 de junho, fixa o regime jurídico dos contadores de água e os requisitos essenciais que os instrumentos de medição devem obedecer, transpondo para ordem jurídica interna a diretiva nº 2004/22/CE do Parlamento Europeu e do Conselho e a Diretiva 2009/137/2011 da comissão de 10 de novembro.

- A Lei nº 35/2013, de 11 de junho, regula o acesso da iniciativa económica privada a determinadas atividades económicas, visando a reorganização do setor de abastecimento de água e saneamento de águas residuais e recolha e tratamento de resíduos sólidos.
- Já se encontra publicada a Diretiva nº 2014/32/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 26 de fevereiro de 2014, relativa à harmonização da legislação dos Estados-Membros respeitante à disponibilização no mercado de instrumentos de medição, que irá substituir a Diretiva nº 2004/22/CE.
- Lei nº 34/2014, de 19 de junho veio revogar a Lei nº 78/2013, de 21 de novembro e a Lei nº 54/2005, de 15 de novembro que estabelece a titularidade dos recursos hídricos.

## 2.5. BALANÇO HÍDRICO

De acordo com a *International Water Association (IWA)*, o balanço hídrico é, atualmente, o método mais utilizado na análise de todos os componentes de um sistema de abastecimento de água. Normalmente todos os componentes que integram este balanço são calculados por um período recomendado de 12 meses, representando assim a média anual de todos os seus componentes. (CESDA, 2014)

Tabela 3 - Esquema representativo do balanço hídrico (Martins, 2014)

Água de entrada no sistema	Consumo Autorizado	Consumo Autorizado Faturado	Consumo Faturado Medido	Água Faturada
			Consumo Faturado Não Medido	
		Consumo Autorizado Não Faturado	Consumo Não Faturado Medido	Água Não Faturada
			Consumo Não Faturado Não Medido	
	Perdas de Água	Perdas Aparentes	Uso Não Autorizado	
			Erros de Medição	
		Perdas Reais	Fugas nas condutas de Adução e/ou Distribuição	
			Fugas e extravasamento nos reservatórios de Adução e/ou distribuição	
	Fugas nos ramais			

Conforme apresentado no esquema anterior, a água de entrada de entrada corresponde ao volume captado e/ou adquirido a terceiros, durante o período considerado.

Esta água de entrada no sistema tem duas componentes principais, o consumo autorizado e as perdas de água. As perdas são determinadas pela diferença entre a água entrada no sistema e o consumo autorizado, faturado ou não. No elemento perdas existem duas componentes associadas, as perdas reais que correspondem a fugas e roturas em condutas e ramais e extravasamentos de reservatórios e as perdas aparentes que correspondem a erros de medição e usos não autorizados. Por erros de medição entende-se erros em medidores de caudais e contadores, leituras em falta por dificuldade de acesso a contadores. Os erros de medição dependem de uma escolha apropriada de contador, do seu tamanho, substituição no tempo correto (Arregui, et al., 2006). Por usos não autorizados entende-se, ligações ilícitas e uso

fraudulento de marcos/bocas-de-incêndio Existem ainda as perdas comerciais que correspondem à água que entra no sistema mas que não é faturada, ou seja à soma do consumo autorizado não faturado com as perdas reais de água. (CESDA, 2014)

A título de curiosidade, no dia 2 de novembro de 2013, a ERSAR disponibilizou uma nota de imprensa onde declara que a água não faturada nos sistemas de abastecimento correspondia a uma perda anual de 167 milhões de euros. Após uma auditoria aos serviços de abastecimento de água resultaram os seguintes dados representativos das entidades gestoras em 2013 (ERSAR, 2013):

- Em média 35% da água captada, tratada e distribuída pelos sistemas de abastecimento não foi faturada, cerca de 24% correspondia a perdas reais e os restantes 11% correspondiam a perdas aparentes e a consumos autorizados mas não faturados;
- As entidades com maior percentagem de água não faturada atingiram os 70%, em áreas rurais ou mediantemente urbanas, enquanto os casos com melhor desempenho atingiram menos de 10%, unicamente em áreas urbanas.

Para proceder ao cálculo do balanço hídrico existe uma certa lógica a seguir: (Martins, 2009)

- Primeiramente é importante definir os limites exatos do sistema que está a ser avaliado e as datas de referência, preferencialmente definir um período de um ano;
- Determinar o volume de água de entrada no sistema;
- Seguidamente, determinar o consumo faturado medido e o consumo faturado não medido e introduzir o total destes como consumo autorizado faturado e como água faturada;
- Calcular o volume de água não faturada subtraindo a água faturada à água entrada no sistema;
- Definir o consumo não faturado medido e o consumo não faturado não medido e registar o total em consumo autorizado não faturado;
- Somar os volumes correspondentes ao consumo autorizado faturado e ao consumo autorizado não faturado, em seguida introduzir o resultado como consumo autorizado;
- Calcular as perdas de água como a diferença entre a água entrada no sistema e o consumo autorizado;
- Avaliar as parcelas do uso não autorizado e dos erros de medição, somá-las e registar o resultado em perdas aparentes;
- Calcular as perdas reais subtraindo as perdas aparentes às perdas de água;
- Avaliar as parcelas das perdas reais usando os melhores métodos disponíveis, ou por análise de caudais noturnos, ou dados de zonas de medição de controlo, ou cálculos de frequência/caudal/duração das roturas, ou modelação de perdas baseada em dados locais sobre o nível-base de perdas, etc., somá-las e comparar com o resultado das perdas reais.

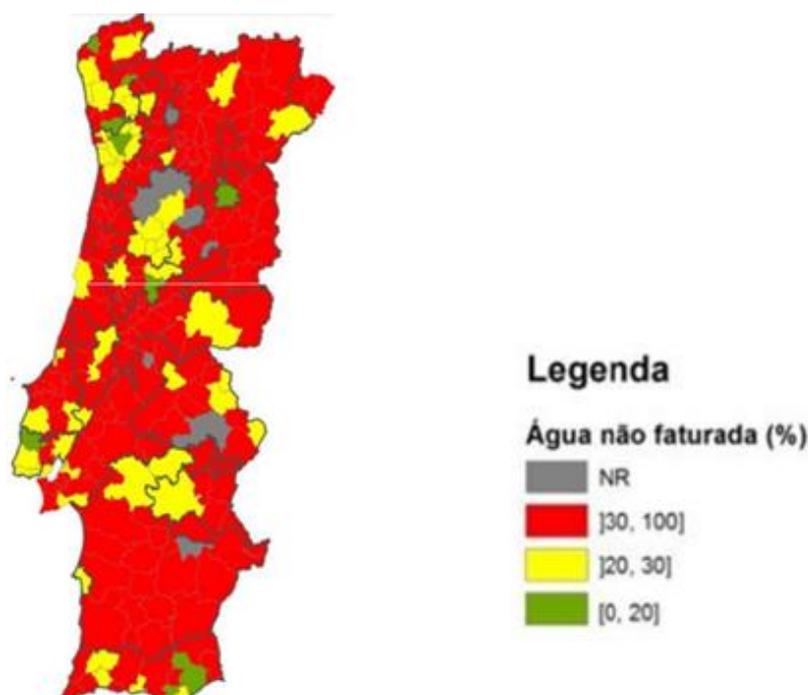


Figura 8 - Figura representativa da água não faturada em Portugal no ano 2011. (Ambiente, 2014)

Na figura acima é perceptível que no ano 2013 a água não faturada ainda se encontravam, na maioria dos concelhos, com uma percentagem superior a 30%, o que indica que é necessário uma melhoria da eficiência dos sistemas de abastecimento de água.

### 2.5.1. PERDAS APARENTES

As perdas aparentes são perdas não físicas, onde a água é consumida contudo não é faturada pela empresa que fornece o serviço devido a diversos fatores:

- Consumos não autorizados
  - Existência de ligações ilícitas;
  - Uso fraudulento de bocas-de-incêndio e de instrumentos de rega;
- Erros de medição nos contadores de água:
  - Macromedição – erros de medição desde a captação até rede predial, em zonas como saídas de reservatórios ou à entrada de Zonas de Medição e Controlo (ZMC).
  - Micromedição - Define-se como a leitura do consumo utilizado no ponto de abastecimento do utilizador, independentemente da categoria, comercial, residencial, pública ou industrial, ou da faixa de consumo. É contabilizada normalmente por um contador, também conhecido por micromedidor. (Sousa, 2011)
- Erros de leitura ou processamento de dados de medição.

A ineficácia do sistema de medição poderá então, ser devido a:

- Erros de leitura, de registo ou de processamento dos dados de consumo;
- Ausência de leituras por falha ou por impossibilidade de acesso ao medidor;
- Frequência de leituras demasiado baixa;

- Incoerência dos ciclos de leitura;
- Erros nas estimativas do consumo autorizado não medido.

Para se reduzir as perdas aparentes pode atuar-se de várias maneiras distintas:

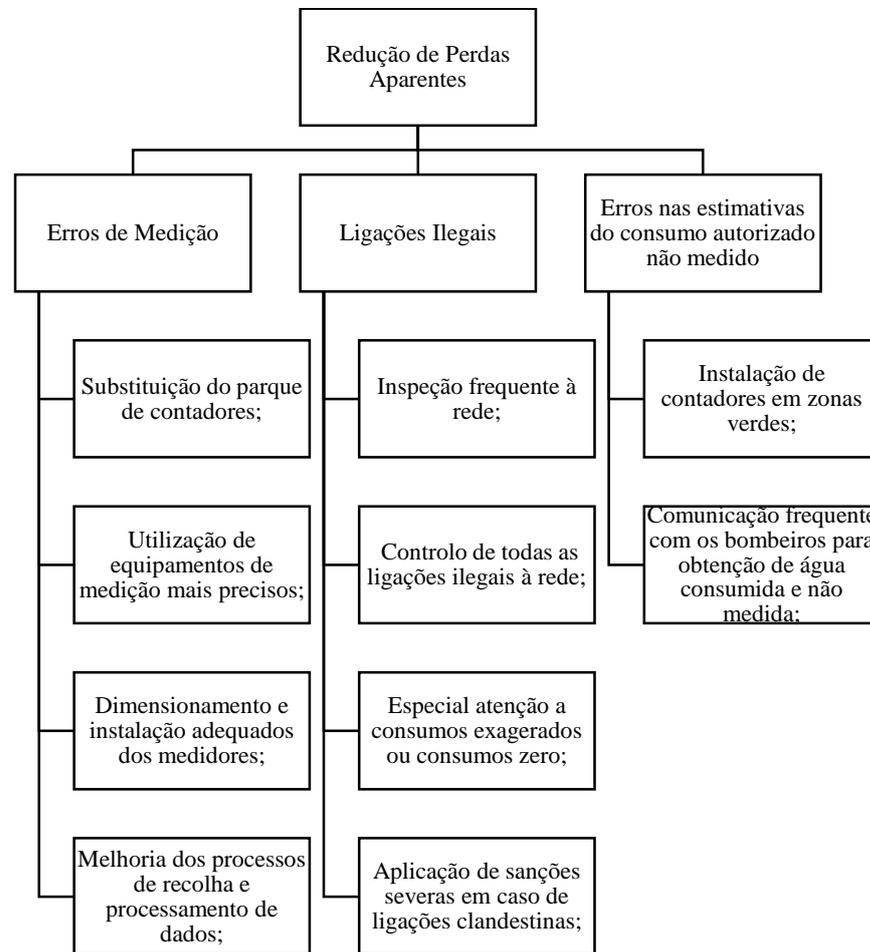


Figura 9 – Modos de reduzir as perdas aparentes em sistemas de abastecimento de água

### 2.5.2. PERDAS REAIS

As perdas reais são perdas físicas de água que ocorrem devido a fugas nas condutas e ramais e extravasamentos nos reservatórios. Este tipo de perdas afeta a disponibilidade dos recursos hídricos.

Estas perdas são caracterizadas pelo caudal libertado, duração média e frequência de cada fuga. As causas de uma fuga podem ser variadas, tais como, o desgaste das tubagens, as condições de assentamento, as características das tubagens e acessórios de ligação, o tipo de ligação, as elevadas pressões na rede e grandes variações de pressões (noturna *versus* diurna). As fugas podem ser visíveis ou invisíveis, as primeiras são facilmente identificadas e reparadas enquanto que as segundas são de difícil deteção. Dados da ERSAR de 2013 indicam que os sistemas de distribuição de água apresentam 50 roturas/fugas por cada 100 quilómetros, ou seja, existe um défice no estado geral das condutas e acessórios constituintes dos sistemas de abastecimento de água.

É possível estimar-se um volume total perdido nas fugas:

*Volume total de fugas*

$$= \text{número de reparações} \times \text{Caudal médio estimado da fuga} \\ \times \text{duração média das fugas}$$

Existem várias estratégias para reduzir as perdas reais, são elas:

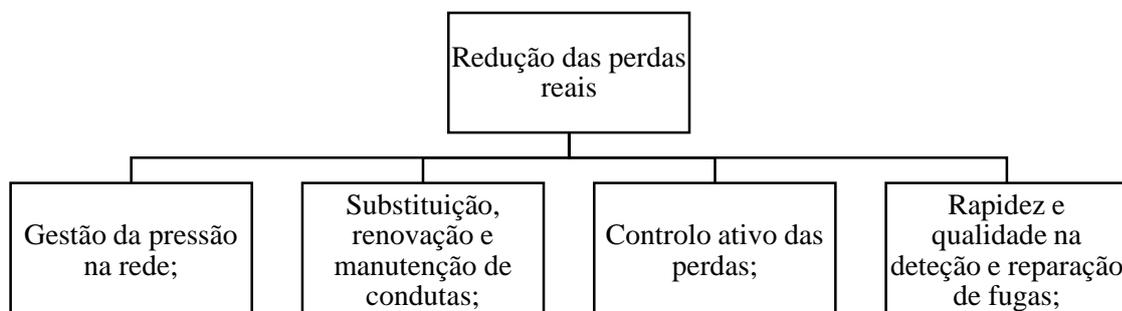


Figura 10 - Modos de reduzir as perdas reais em sistemas de abastecimento de água (adaptado de MIYA, 2010)

## 2.6. NÍVEL ECONÓMICO DE PERDAS

Uma estratégia de controlo de perdas requer o cálculo do Nível Económico de Perdas (NEP). O NEP pode ser definido como a situação em que o custo de redução de perdas por unidade de volume é igual ao custo de produção dessa unidade de volume de água.

Para ser possível calcular o NEP é necessário estar-se simultaneamente perante o Nível Económico de Perdas Reais (NEPr) e o Nível Económico de Perdas Aparentes (NEPa). Ambas as perdas têm origens diferentes e os procedimentos para as minimizar também diferentes e independentes. No caso das aparentes a estratégia assenta numa análise do balanço custo/benefício entre o investimento necessário para as reduzir e os benefícios financeiros daí decorrentes, contrariamente no caso das perdas reais é necessário definir toda uma estratégia de controlo bastante mais complexa. (Covas, 2008)

Os objetivos estratégicos para cada sistema devem ser definidos de modo a que o investimento no programa de redução ativa de perdas reais e perdas aparente tanto quanto o benefício correspondente o compense.

Não existe nenhuma metodologia padrão para o cálculo do nível económico de perdas: depende de muitas variáveis, como por exemplo, da análise de custo benefício, do período de tempo e do valor da água adquirida e produzida. Existem dois tipos diferentes de intervalos horários que podem ser considerados: um intervalo de tempo longo e um intervalo de tempo curto. Um intervalo longo significa qualquer tempo superior ao do período de retorno dos investimentos. Um intervalo curto está essencialmente relacionado com medidas operacionais que não requerem investimentos de capitais significativos, por exemplo, controlo de vazamentos ativos para redução de perdas reais e inspeções a instalações de clientes para redução das perdas aparentes. (Martins, 2014)

## 2.7. INDICADORES DE DESEMPENHO

O serviço do abastecimento de água é regulado pela Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR). A regulação tem como objetivo melhorar a qualidade do serviço para aumentar a eficácia e a eficiência dos serviços de águas e resíduos prestados ao utilizador. A ERSAR implementou então um sistema de avaliação da qualidade do serviço prestado pelas entidades gestoras com recurso a um conjunto de 16 indicadores para cada um dos serviços de abastecimento de água, de saneamento de águas residuais e de gestão de resíduos urbanos, o qual permite a regulação por *benchmarking*, que é um processo contínuo e sistemático de comparação das performances das organizações, e respetivas funções ou processos, face ao que é considerado o melhor nível.

Consequentemente, todos os anos, as entidades são obrigadas a apresentar um estudo com os seus indicadores de desempenho. Estes são, por norma, expressos por rácio entre variáveis. A cada indicador corresponde uma regra de processamento, especificando todos os dados necessários para o calcular e as unidades em que este deve ser expresso.

Os indicadores de qualidade do serviço estão agrupados em três objetivos estratégicos:

- Adequação da interface com o utilizador (Operacional) – Avalia o grau de salvaguarda dos interesses dos utilizadores, nomeadamente o grau de acessibilidade que estes tem ao serviço e a qualidade do mesmo quando lhes é fornecido.
- Sustentabilidade da prestação do serviço (Económica/financeira) – Avalia o nível de sustentabilidade técnico-económica do operador e dos seus interesses, nos aspetos económico-financeiros, infraestruturais, operacionais e de recursos humanos;
  - Sustentabilidade ambiental – Avalia o nível de salvaguarda dos aspetos ambientais associados às atividades do operador.

Depois de recolhidos os indicadores de desempenho das várias entidades, estes são auditados e validados, em seguida são disponibilizados ao público, assim como o resultado das avaliações, o que permite o *benchmarking* entre as entidades. (ERSAR, 2015)

Os dados utilizados para o cálculo de cada indicador têm que refletir a confiança na fonte dos dados. Existem três níveis de fiabilidade:

Tabela 4 - Conceitos associados à banda de fiabilidade da fonte de informação nos indicadores de desempenho. (Covas, 2008)

Banda de fiabilidade da fonte de informação	Descrição
★	Dados baseados em estimativas ou extrapolações a partir de uma amostra limitada.
★★	Dados recolhidos com algumas falhas não significativas, por exemplo, documentos em falha, dados antigos, registos não confirmados ou incluir dados por extrapolação.
★★★	Dados basados em medições exaustivas, registos fidedignos, procedimentos, investigações ou análises adequadamente documentadas e reconhecidas.

No *website* da ERSAR é possível fazer uma pesquisa por indicador de desempenho ou por entidade gestora. Segue-se uma imagem com o desempenho dos Serviços Municipalizados de Saneamento Básico de Viana do Castelo (SMSBVC) no ano 2013.

Ficha de avaliação da qualidade do serviço:

Indicador	Avaliação 2013	Valor do indicador (valor de referência)	Fiabilidade dos dados	Histórico 2011 - 2013	Observações
<b>ADEQUAÇÃO DA INTERFACE COM O UTILIZADOR</b>					
AA 01 - Acessibilidade física do serviço	●	94 % [90;100]	★★★	■■■■■	O valor do indicador reflete a existência de sistemas sob responsabilidade de juntas de freguesia.
AA 02 - Acessibilidade económica do serviço	●	0,37 % [0; 0,50]	★★★	■■■■■	
AA 03 - Ocorrência de falhas no abastecimento	●	0,1 /(1000 ramais.ano) [0,0; 1,0]	★★★	■■■■■	
AA 04 - Água segura	●	99,26 % [98,50;100,00]	★★★	■■■■■	
AA 05 - Resposta a reclamações e sugestões	●	100 % 100	★★★	■■■■■	
<b>SUSTENTABILIDADE DA GESTÃO DO SERVIÇO</b>					
AA 06 - Cobertura dos gastos totais	●	1,4 (-) [1,0;1,1]	★★★	■■■■■	
AA 07 - Adesão ao serviço	●	82,2 % [95,0;100,0]	★★★	■■■■■	O valor do indicador reflete a existência de abastecimentos legais ou com origens alternativas.
AA 08 - Água não faturada	●	24,0 % [0,0;20,0]	★★★	■■■■■	
AA 09 - Adequação da capacidade de tratamento	●	98 % [80;100]	★★★	■■■■■	
AA 10 - Reabilitação de condutas	●	1,5 %/ano [1,0;4,0]	★	■■■■■	
AA 11 - Ocorrência de avarias em condutas	●	53 /(100 km.ano) [0;30]	★★★	■■■■■	
AA 12 - Adequação dos recursos humanos	●	3,0 /1000 ramais [2,0;3,5]	★★★	■■■■■	
<b>SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL</b>					
AA 13 - Perdas reais de água	●	57 l/(ramal.dia) [0;100]	★★★	■■■■■	
AA 14 - Cumprimento do licenciamento das captações	●	0 % 100	★★★	■■■■■	A entidade gestora deve promover a obtenção de títulos de utilização do domínio público hídrico para a totalidade das suas captações.
AA 15 - Eficiência energética de instalações elevatórias	●	0,47 kWh/(m <sup>3</sup> .100m) [0,27;0,40]	★★★	■■■■■	
AA 16 - Destino de lamas do tratamento	●	100 % 100	★	■■■■■	A entidade gestora informou que encaminha a totalidade das lamas para as infraestruturas do sistema em alta.

Avaliação: ● qualidade de serviço boa; ● qualidade de serviço mediana; ● qualidade de serviço insatisfatória; ⊕ alerta; — NA não aplicável; ✕ NR não respondeu  
Fiabilidade dos dados: ★ a menor fiabilidade e ★★★ a maior fiabilidade

Recomendações:

A entidade gestora deve promover um esforço de melhoria particularmente do(s) indicador(es) com avaliação insatisfatória.  
A entidade gestora deve adotar procedimentos para aumentar a fiabilidade da informação reportada.

Figura 11 - Ficha da avaliação da qualidade do serviço dos SMSBVC (ERSAR, 2015).

## 2.8. PREÇO DA ÁGUA

O preço da água é calculado com base no volume e na quota de serviço/disponibilidade. A quota de serviço/disponibilidade é, habitualmente, calculada em função do calibre do contador instalado.

Os tarifários praticados pelas EG de água e saneamento em Portugal são, ainda, um pouco dispares entre si, muito embora a maior parte deles espelhe a recomendação tarifária emitida pela ERSAR em 2009, através da publicação da Recomendação nº 01/2009, de 28 de agosto.

No que respeita a quantificação efetiva, verifica-se um aumento significativo do número de tarifários fixos e variáveis de abastecimento de água, num universo de EG que se mantém relativamente constantes.

Contrariamente, no caso do saneamento, assistiu-se a uma acentuada diminuição do número de EG sem qualquer tarifa, de 32 em 2011 para 23 em 2013, acompanhada por um aumento substancial da aplicação de tarifa variável, de 232 tarifários em 2011 para 253 em 2013.

Note-se que a Recomendação Tarifária acima mencionada aconselha que os tarifários contemplem apenas duas classes de consumidores, os domésticos e os restantes, que se consideram consumidores não domésticos, sem prejuízo de admitir tarifários especiais, como sejam tarifários sociais e/ou familiares.

Além disso, recomenda ainda que qualquer tarifário, de água ou de saneamento seja composto por duas parcelas, uma tarifa fixa e uma tarifa variável, sendo esta última constituída por escalões de consumo progressivos, isto é, aplicados a intervalos sucessivos de consumo.

Seguidamente apresenta-se uma caracterização detalhada das tarifas de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais nos sistemas em “baixa”.

Para análise das variadas tarifas praticadas em Portugal considerando-se por exemplo, um consumo de 120m<sup>3</sup>/ano, os cálculos são efetuados com base nos escalões respetivos e num consumo uniformemente distribuído por todos os meses do ano.

Após se agrupar as entidades gestoras por localização, trabalha-se com o preço médio e o preço médio ponderado pelo número de clientes domésticos, sendo o seu cálculo efetuado da seguinte maneira:

$$\text{Preço Médio Ponderado} = \frac{\sum \text{preço médio} \times \text{Número de clientes domésticos}}{\sum \text{Número de clientes domésticos}}$$

No ano 2013 em Portugal o preço médio ponderado por cliente, e por ano, era de 121,61€ para um consumo de 120m<sup>3</sup>/ano.

Tabela 5 - - Preços médios em função da localização geográfica em Portugal continental. (Lopes, et al., 2014)

	120m <sup>3</sup> em 2013			
	Preço médio (€/m <sup>3</sup> )	Valor (€)	Preço médio ponderado (€/m <sup>3</sup> )	Valor (€)
<b>Norte</b>	0,924	110,86	1,086	130,28
<b>Centro</b>	1,000	119,98	1,082	129,84
<b>Lisboa e Vale do Tejo</b>	0,9621	115,49	1,013	121,53
<b>Alentejo</b>	0,775	92,94	0,825	99,00
<b>Algarve</b>	0,805	96,56	0,851	102,17
<b>Açores</b>	0,615	73,82	0,778	93,38
<b>Madeira</b>	0,645	77,43	0,730	87,66
<b>Nacional</b>	0,887	106,45	1,013	121,61

Observa-se na tabela acima que os preços médios praticados nas ilhas são inferiores aos no continente. Por outro lado, os preços mais elevados são praticados no Centro, Lisboa e Vale do Tejo e a Norte. Entre o local onde o preço é mais alto, comparativamente com o local onde o preço é mais baixo, existe uma variação de 0,385 € por metro cúbico.

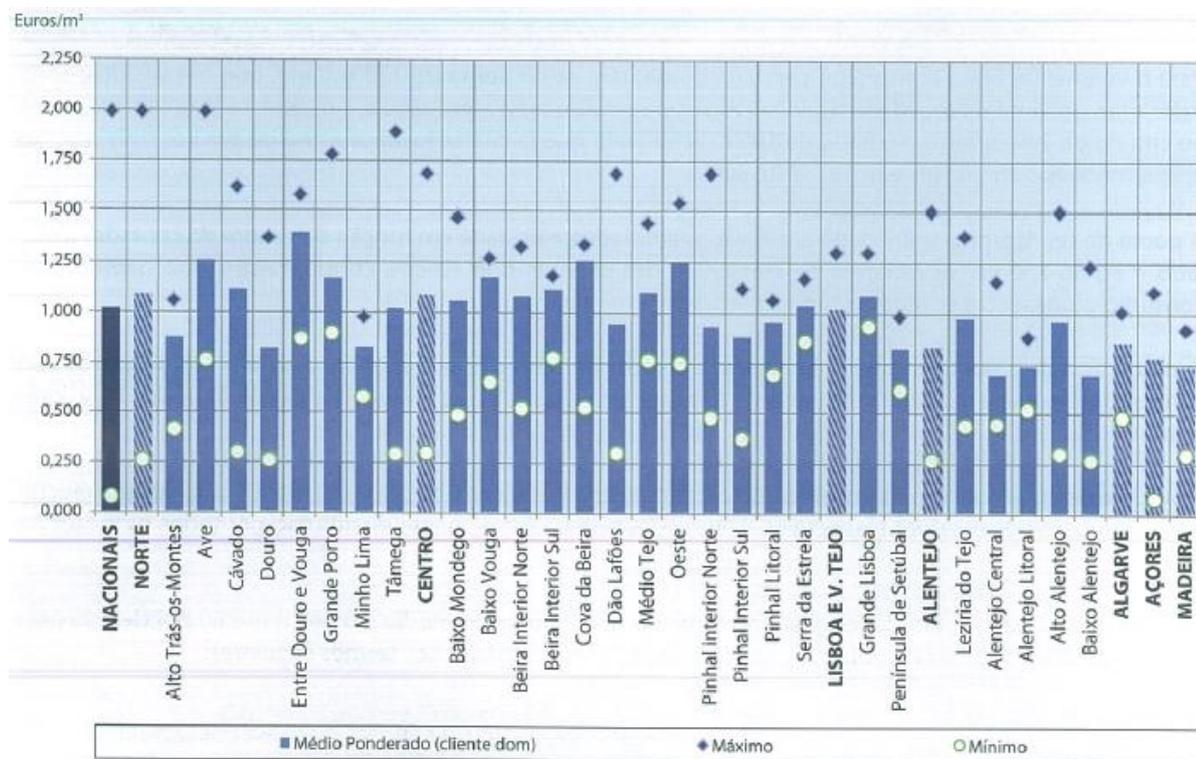


Figura 12 - Análise do preço da água por cliente conforme a sua distribuição geográfica. (Lopes, et al., 2014)

Na figura acima é possível constatar que a região com um preço médio ponderado mais elevado é o Norte que apresenta um preço por metro cúbico de 1,086€, logo seguido pela região centro com um preço de 1,082€. A região norte tem 86 municípios o que corresponde a 28,6% dos clientes domésticos, a região centro tem 100 municípios o que corresponde 23,9% e a região de Lisboa e Vale do Tejo, composta por 18 municípios tem 28,8% dos clientes domésticos. Nestas três áreas estão abrangidos então 81,3% dos clientes domésticos, ou seja é nas zonas onde existe mais consumidores que os preços médios ponderados são mais elevados.

Estas três regiões mantêm os preços médios e os preços médios ponderados acima ou muito próximo dos valores nacionais, enquanto as restantes quatro regiões mantêm os preços abaixo dos preços médios nacionais. (Lopes, et al., 2014)

Comparando-se agora os preços relativamente ao modelo de gestão da entidade gestora, obtêm-se os seguintes dados:

Tabela 6 - Preços médios em função do tipo de entidade gestora (Lopes, et al., 2014)

	<b>120m<sup>3</sup> no ano 2013</b>			
	<b>Preço médio (€/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valor (€)</b>	<b>Preço médio ponderado (€/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valor (€)</b>
<b>Câmara Municipal</b>	0,756	90,76	0,801	96,06
<b>Serviços Municipalizados</b>	1,120	134,39	1,114	133,73
<b>Empresa Pública ou municipal</b>	1,027	123,21	1,041	124,90
<b>Concessão</b>	1,336	160,36	1,274	152,91

Com o quadro acima constata-se que as concessões são as que apresentam os preços mais elevados, quer em preço médio quer em preço ponderado. Os preços praticados pelas Empresas Municipais e Serviços Municipalizados mantêm-se também acima da média nacional. Quando a entidade gestora é uma Câmara Municipal, os preços ponderados médios situam-se abaixo do preço médio ponderado nacional, a possível variação do preço pode ter a ver com o gestor ser o estado ou ser uma entidade privada.

Tabela 7 - Preço médio e preço médio ponderado da água em função da dimensão do município (Lopes, et al., 2014)

	<b>120m<sup>3</sup> no ano 2013</b>			
	<b>Preço médio (€/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valor (€)</b>	<b>Preço médio ponderado (€/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valor (€)</b>
<b>&lt;5000</b>	0,694	83,28	0,715	85,81
<b>5000 a 20000</b>	0,932	111,80	0,957	114,86
<b>20000 a 50000</b>	1,059	127,12	1,069	128,30
<b>50000 a 100000</b>	1,078	129,36	1,089	130,68
<b>&gt;100000</b>	1,033	123,91	1,026	123,08

Considerando apenas a dimensão do município, os preços também variam, o preço médio e o preço médio ponderado são inferiores em municípios mais pequenos com menos de 5000 habitantes e o preço mais caro é nos municípios com um número de habitantes compreendido entre 50000 e 100000 habitantes.

### **2.8.1. RELAÇÃO DOS PREÇOS DA ÁGUA “EM ALTA” COM OS PREÇOS “EM BAIXA”**

Como anteriormente referido, as entidades gestoras em “baixa” adquirem a água às entidades gestoras em “alta”. Sendo esta aquisição essencialmente financiada pelos tarifários de venda de água aplicados aos consumidores, torna-se imprescindível, para a sua sustentabilidade económica, uma adequada política de fixação de preços pelas entidades responsáveis pelos sistemas em “baixa”. A Tabela 8 apresenta o preço da água nas empresas gestoras em “alta”.

Tabela 8 - Preço da água nas entidades gestoras em “alta” (Lopes, et al., 2014)

Empresa Multimunicipal de abastecimento de água	Preço unitário AA (Alta) (€/m <sup>3</sup> )	Preço unitário corrigido AA (Alta) (€/m <sup>3</sup> ) (2)	Preço médio ponderado (120 m <sup>3</sup> AA) (Baixa) (€/m <sup>3</sup> ) (3)	“Peso” do preço (Alta) (%) (4=2/3)	Mínimo (€/m <sup>3</sup> ) (5)	Máximo (€/m <sup>3</sup> ) (6)	Intervalo de variação (€/m <sup>3</sup> ) (7=6-5)
Água de Santo André	0,410	0,562	0,702	80,10%	0,571	0,791	0,221
Águas de Trás-os-Montes e Alto Douro	0,692	0,948	0,844	112,30%	0,360	1,367	1,007
Águas do Algarve	0,471	0,645	0,858	75,20%	0,545	1,000	0,455
Águas do Noroeste	0,531	0,727	1,179	61,70%	0,235	1,599	1,364
Águas do Centro	0,633	0,867	1,116	77,70%	0,365	1,444	1,079
Água do Centro Alentejo	0,676	0,926	0,637	145,40%	0,445	1,090	0,645
Águas do Douro e Paiva	0,377	0,517	1,183	43,70%	0,465	1,888	1,423
Águas do Mondego	0,484	0,663	0,999	66,40%	0,475	1,402	0,927
Águas do Norte Alentejano	0,687	0,941	0,987	95,30%	0,425	1,495	1,070
Águas do Oeste	0,644	0,910	1,037	71,00%	0,522	1,535	0,790
Águas do Vouga	0,330	0,452	1,249	36,20%	1,189	1,265	0,076
Águas do Zêzere e Côa	0,664	0,910	1,037	87,80%	0,522	1,321	0,799
Águas Públicas do Alentejo	0,536	0,734	0,715	102,70%	0,270	1,226	0,956
EPAL	0,485	0,664	1,084	61,30%	0,932	1,293	0,362

(2) Preço corrigido em função de uma taxa de perdas de 27%

(5) Corresponde ao mais baixo preço de todos os praticados pelas entidades gestoras em “baixa” ligadas a cada sistema multimunicipal.

(6) Corresponde ao mais alto preço de todos os praticados pelas entidades gestoras em “baixa” ligadas a cada sistema multimunicipal.

(7) Corresponde à diferença entre o Máximo e o Mínimo.

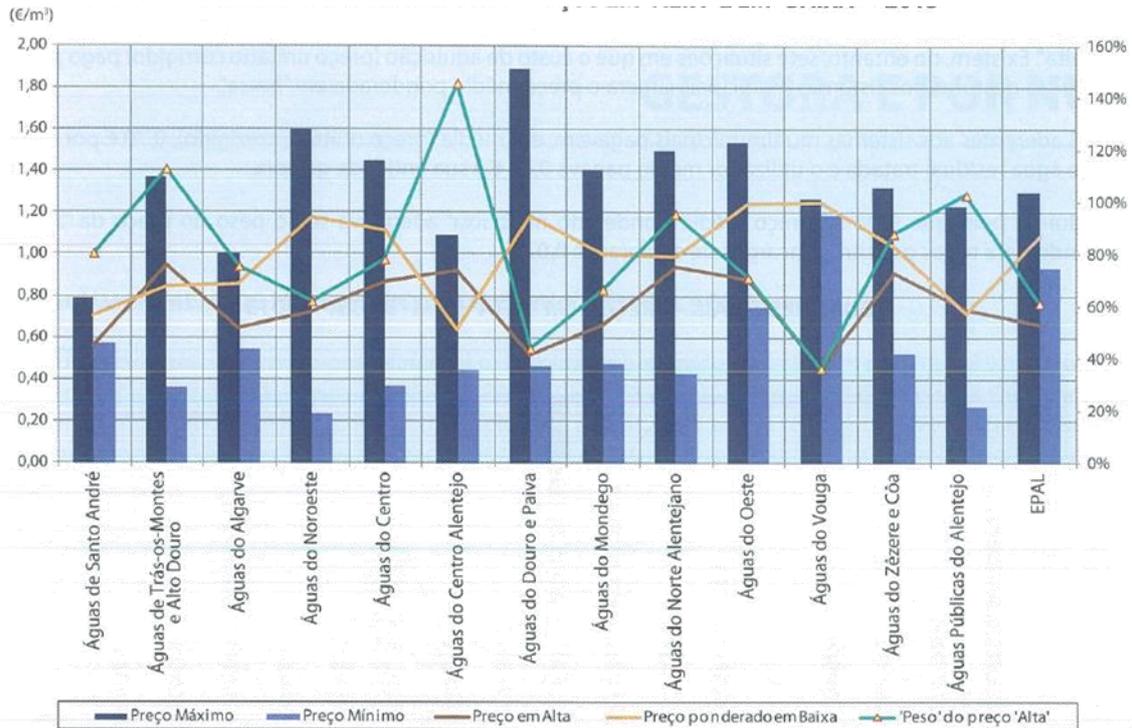


Figura 13 - Comparação de preços em “alta” e em “baixa” nas várias entidades gestoras. (Lopes, et al., 2014)

Através da Figura 13 é também perceptível que existe muita diversidade nos preços praticados tanto pelas entidades em “alta” como nas entidades em “baixa”. Em média, 75% do preço médio ponderado na “baixa” corresponde ao peso do preço em “alta”, o que faz com que, para os restantes encargos operacionais e financeiros, reste apenas uma margem de 0,24 €/m<sup>3</sup>.

Existem, ainda, três entidades, Águas de Trás-os-Montes e Alto Douro, Águas do Centro Alentejo e Águas Públicas do Alentejo, em que o custo de aquisição, ou seja o preço unitário corrigido, pago pelas entidades gestoras dos sistemas em “baixa” é superior ao preço médio ponderado. (Lopes, et al., 2014)

## 2.8.2. FATURA DA ÁGUA

A fatura da água é o documento resultante da faturação dos consumos e das tarifas associadas que é emitida mensalmente. Após a leitura de um contador podem ocorrer duas situações:

- O valor dos consumos a faturar foi superior ao valor a deduzir (valor estimado em faturas anteriores), logo é emitida uma fatura;
- O valor dos consumos a faturar foi inferior ao valor a deduzir, novamente um valor estimado, logo é emitida uma nota de crédito.

A fatura da água inclui a conta corrente, a qual engloba os documentos por regularizar à data da sua emissão, podem ser faturas ou notas de crédito, logo esta conta corrente corresponde ao valor real que o cliente tem que pagar ou receber.

Visto que, estes serviços são prestados localmente ou regionalmente, cada entidade gestora aplica o seu próprio tarifário definido em função dos custos que esta têm com a criação e manutenção da rede de

abastecimento de água. Não existe uma estrutura tarifária única e obrigatória embora a ERSAR já tenha tentado promover uma harmonização através da emissão das recomendações, nº1/2009 e 2/2010.

Na fatura de água está sempre presente um valor variável e um valor fixo. O valor variável corresponde ao valor do abastecimento de água que se altera de acordo com o escalão e o tipo de consumo, se é doméstico ou industrial. Por outro lado, o valor fixo mensal é calculado em função do período de faturação inerente à disponibilidade de acesso ao fornecimento direto de água e é independente dos consumos efetuados. Destina-se a compensar os custos associados à construção, manutenção e ampliação de infraestruturas necessárias à prestação do serviço de abastecimento de água.

Acessoriamente a ERSAR recomenda ainda a adoção de tarifários sociais e tarifários familiares para famílias numerosas aplicáveis, respetivamente, a agregados familiares economicamente carenciados e numerosos, estes tarifários podem incluir isenção de tarifa fixa ou alargamento do primeiro escalão no caso dos tarifários. (Mesquita, et al., 2012)

Tarifas presentes na fatura da água (EPAL, 2015):

- De Saneamento: Tarifa fixa de disponibilidade, aplicável a cada trinta dias e uma tarifa variável de utilização do serviço de saneamento de águas residuais, calculada em função do volume de metros cúbicos faturados;
- De Resíduos Sólidos Urbanos: Esta tarifa funciona como a anterior, engloba uma tarifa fixa de disponibilidade e um variável em função do consumo de metros cúbicos de água.

Taxas presentes na fatura de água:

- De recursos Hídricos: Esta taxa existe com o intuito de compensar os custos associados às atividades de planeamento, proteção e gestão dos recursos hídricos e potenciar um uso mais eficiente dos mesmos, sendo a contribuição de cada cliente proporcional ao uso que este faz desses mesmos recursos, baseado na Lei da Água, Lei nº 58/2005, de 29 de dezembro. Esta taxa de recursos hídricos (TRH) foi criada ao abrigo do Decreto-Lei nº 97/2008, de 11 de Junho como resultado da conjugação da Lei da Água, e a Diretiva Comunitária nº 2000/60/CE;
- De Gestão de Resíduos: Taxa criada ao abrigo do Decreto-Lei nº 178/2006, de 5 de setembro, alterada posteriormente pela Portaria nº 72/2010, de 4 de fevereiro, o seu objetivo é interiorizar nos produtores e consumidores os custos ambientais associados à gestão de resíduos, variando o seu valor em função do tipo de gestão e destino final dado aos resíduos.

A repercussão da TRH e da TGR nos clientes finais deve ser feita de forma autónoma e desagregada da fatura, ficando sujeita a iguais condições de faturação das tarifas relativas aos serviços de águas e resíduos a que se referem, ou seja, no que diz respeito aos prazos de pagamento, aos juros de mora, caso exista atraso no pagamento, e a taxa de imposto de valor acrescentado (IVA) aplicável. As entidades gestoras entregam as verbas respeitantes às taxas TGR e TRH à Agência Portuguesa do Ambiente (APA).

A fatura é então uma ferramenta fundamental de comunicação em qualquer relacionamento comercial, pois, é através desta que a entidade gestora dá a conhecer aos seus utilizadores os serviços prestados, o respetivo preço e as outras informações necessárias e úteis à melhor relação com vista à melhor relação com o cliente. A Lei nº 23/96, de 26 de julho, posteriormente alterada pela Lei nº12/2008, de 26 de fevereiro, veio estabelecer no ponto 2º do artigo 9.º, que a fatura deve discriminar os serviços prestados e as correspondentes tarifas. No anexo I encontra-se um exemplo de uma fatura da água dos Serviços Municipalizados de Saneamento Básico de Viana do Castelo e a explicação de todos os componentes da fatura.

A periodicidade com que são feitas as leituras nos contadores está legislada no Decreto-Lei nº194/2009, de 20 de agosto, onde especificamente no nº2 do artigo 67.º é exigido a realização de leituras reais aos contadores, por intermédio de agentes devidamente creditados, com uma frequência mínima de duas vezes por ano e um distanciamento máximo entre as leituras de oito meses.

Caso o instrumento de medição se encontre localizado no interior de uma habitação, o consumidor tem o dever de facultar acesso à entidade gestora, tendo por referência a periodicidade mencionada, segundo o ponto nº3 do artigo 67º. Se por indisponibilidade do utilizador se revelar impossível por duas vezes consecutivas o acesso ao contador por parte da entidade gestora, esta deve notificar o consumidor por carta registada, ou por meio equivalente, da data em que deverá permitir o acesso e intervalo horário, com amplitude máxima de duas horas.

Nos meses em que não há leitura do instrumento de medição, o consumo pode ser faturado com base numa estimativa, devendo para isso aplicar-se os critérios legais contemplados no ponto nº6 do artigo 67º do Decreto-Lei nº 194/2009, de 20 de agosto e nos artigos 298º e 299º do Decreto Regulamentar nº23/95, de 23 de agosto;

- É apurado o consumo com base nas duas últimas leituras reais efetuadas pela entidade gestora;
- O consumo é apurado fazendo o consumo médio dos utilizadores com características similares no âmbito do território municipal verificado no ano anterior quando não existe qualquer leitura posterior à instalação do contador.

Os valores faturados baseados nas estimativas devem ser sujeitos a correções sempre que as leituras subsequentes apurem consumos reais diferentes dos estimados.

## **2.9. CONTADORES**

A água consumida é medida através de contadores que são propriedade da entidade gestora, a qual é responsável pela colocação, manutenção e substituição dos aparelhos de medição de acordo com as regras presentes no Decreto-Lei nº 291/90, de 20 de setembro, no Decreto-Lei nº71/2011, de 16 de junho, e da Portaria nº21/2007, de 5 de janeiro.

Só podem ser colocados no mercado contadores com marcação CE. A marcação CE indica que um produto está conforme com a legislação europeia e com as normas europeias harmonizadas, podendo circular livremente no mercado interno. Através da afixação da marcação CE num produto, o

fabricante declara, sob a sua exclusiva responsabilidade, a conformidade desse produto com todos os requisitos legais necessários à obtenção da marcação.

Para obter esta marcação os fabricantes tem que seguir uma serie de procedimentos presentes no Decreto-Lei nº291/90, de 20 de setembro, tendo sido posteriormente alterado pelo Decreto-Lei nº71/2011, de 16 de junho, que procedeu à transposição da Diretiva dos Instrumentos de Medição.

Uma vez instalados os contadores cabe à entidade gestora a realização do controlo metrológico, ou seja a realização de verificações periódicas e extraordinárias, reguladas pelas Portarias nº962/90, de 9 de outubro e nº21/2007, de 5 de janeiro. O ponto nº3 do artigo 5.º da Portaria nº21/2007, de 5 de janeiro, define os prazos para a verificação periódica dos contadores em função do respetivo caudal permanente.

Tabela 9 - Prazos para a realização da verificação periódica dos contadores em função do caudal de passagem (Mesquita, et al., 2012).

$Q_3$ (m <sup>3</sup> /h)	Prazo (anos)
$\leq 4$	12
De 6,3 a 16	8
De 25 a 63	6
De 100 a 160	4

Quando existe suspeitas do mau funcionamento dos contadores deve ser realizada uma verificação extraordinária, sendo por iniciativa da entidade gestora ou do utilizador.

Tanto a verificação periódica como a extraordinária implicam a retirada e substituição do contador instalado, uma vez que os ensaios do contador são realizados em laboratório. (Mesquita, et al., 2012)

### 2.9.1. TIPOS DE CONTADORES

Um contador de água é um instrumento de medição concebido para, de forma contínua, registar e indicar o volume de água que passa através deste.

O contador é o elemento principal na relação comercial entre o consumidor e a entidade gestora do serviço de abastecimento de água, pois é devido a este instrumento que há uma medição do produto fornecido, neste caso água, o que permite uma posterior faturação. (Janz - Contagem e gestão de fluídos, 2015)

Compete à entidade gestora a colocação, manutenção e substituição dos contadores, os quais devem ser periodicamente verificados por esta, garantindo assim que os contadores instalados funcionam em corretas condições e que as medições de água são fiáveis embora estes estejam à responsabilidade do consumidor. Em muitos casos uma prática de substituição periódica, com prazos inferiores aos exigidos por lei, pode revelar-se uma excelente medida de gestão do estudo metrológico do parque de contadores e de combate as perdas por submedição.

Quando a entidade gestora pretende substituir os contadores, o consumidor deve ser avisado da data e do período previsível para a intervenção, que não deve ultrapassar as duas horas, de modo a que este possa estar presente. Na data da substituição, deve ser entregue ao consumidor um documento onde constem as leituras dos valores registados pelo contador retirado e pelo contador que, a partir desse momento, passa a registar o consumo de água.

Os contadores registam a água de forma contínua, medindo o volume de água que por ele passa. Podem ser utilizados quer processos mecânicos diretos, medição através de câmaras volumétricas de paredes móveis, ou pelo efeito da velocidade da água sobre órgãos rotativos, turbinas ou hélices.

É essencial para o bom funcionamento de um contador um local apropriado para a colocação deste e isso passa por uma boa escolha do local de instalação. Esta pode ser individual ou em bateria. Aquando dos projetos de arquitetura e da própria execução de obras este aspeto é negligenciado, o que por vezes se traduz numa colocação incorreta dos contadores.

Um contador é constituído por várias peças mecânicas: (ERSAR, 2013)

- **Corpo do contador:**
  - Parte exterior e o invólucro do contador, constituído por fundição numa liga cúprica, latão ou bronze para pequenos contadores, ou numa liga ferrosa, aço vazado ou ferro fundido, no caso dos grandes contadores. O corpo dos contadores com diâmetro igual ou superior a 50mm apresenta, por norma, uma ligação flanqueada, enquanto que, nos contadores de diâmetro igual ou inferior a 40mm a ligação é geralmente roscada.
- **Medidor:**
  - Converte a passagem da água, em movimento de rotação, permite a medição do volume que circula no interior do contador.
- **Câmara volumétrica:**
  - Permite reduzir a velocidade de rotação do elemento medidor. Pode ser constituído por um ou mais andares de redução. De acordo com a solução construtiva adotada podem existir câmaras volumétricas a funcionar submersas e outras a funcionar na zona seca do contador.
- **Placa de separação:**
  - Elemento divisório das zonas molhadas e secas do contador.
- **Eixo de transmissão:**
  - Dispositivo que assegura a passagem do movimento de rotação entre as zonas molhadas e secas do contador. Esta passagem é realizada através da placa de separação, mediante transmissão mecânica, ou transmissão magnética.
- **Totalizador:**
  - Converte o movimento de rotação em unidade de volume. Os totalizadores podem ser classificados em:
    - Totalizadores de ponteiros e escalas circulares, indicação analógica;
    - Totalizadores de rolos, indicação digital
    - Totalizadores de ponteiros e rolos, indicação mista

Os contadores podem ainda ser classificados de acordo com o seu princípio de funcionamento, podem ser:

- Volumétrico:
  - Medem o volume de água que passa pelo contador, através de contagem direta;
  - A água passa por uma câmara de medição, no interior desta encontra-se um êmbolo circular oscilante. A água ao circular vai enchendo e esvaziando a câmara de medição com volume conhecido, o deslocamento do fluido provoca um movimento oscilatório que se converte em movimento de rotação que é transmitido ao totalizador.



Figura 14 - Esquemática da câmara volumétrica. (Janz - Contagem e gestão de fluidos, 2015)

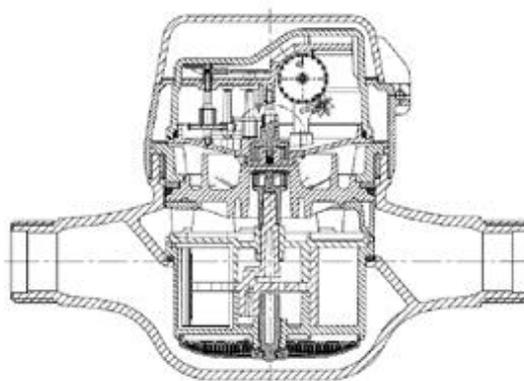


Figura 15 - Esquemática de um corte transversal de um contador volumétrico (Janz - Contagem e gestão de fluidos, 2015)

- Características dos contadores volumétricos:
  - Medições mais exatas para pequenos caudais devido a uma elevada sensibilidade;
  - Se a água tiver impurezas há entupimento do filtro e possível paragem do êmbolo;
  - Usado preferencialmente na medição de consumos domésticos;
  - Com o passar do tempo o contador apresenta maiores erros de medição negativos.

- De Velocidade: (Janz - Contagem e gestão de fluídos, 2015)
  - Fazem medição da velocidade com que a água passa no contador, contagem indireta;
  - Podem ser mecânicos ou não mecânicos

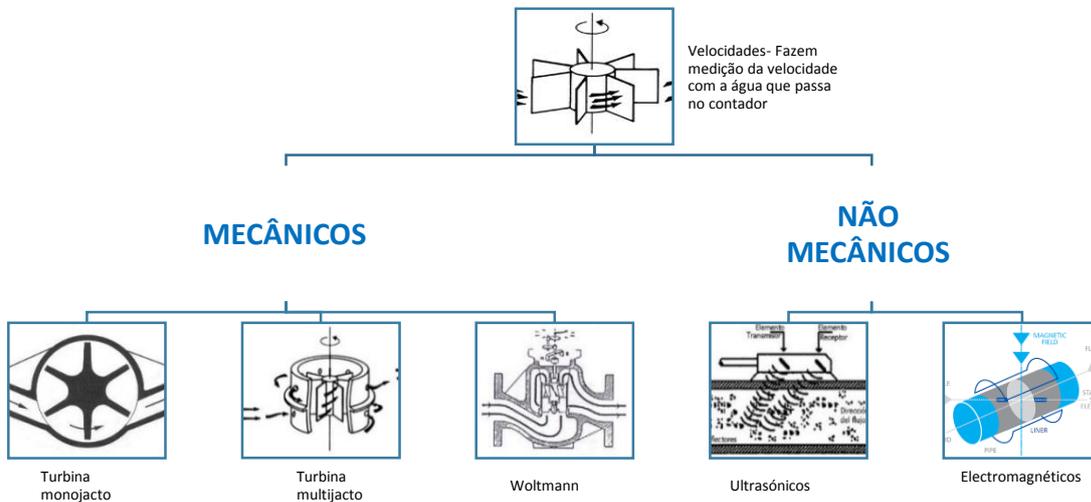


Figura 16 - Representação dos tipos de contadores de velocidades (Janz - Contagem e gestão de fluídos, 2015) ou seja dos contadores mecânicos; (Metering, 2015) e dos não mecânicos (Tecnoficio, s.d.).

- Contadores turbina monojacto:
  - Por ser um contador de velocidade o seu princípio de funcionamento é baseado na velocidade com que a água passa no contador;
  - Este contador é constituído por uma turbina que gira num eixo perpendicular ao escoamento da água;
  - Através do movimento de rotação da turbina mede-se o volume de água que passa num período de tempo;
  - Este contador contudo tem uma sensibilidade baixa a pequenos caudais visto que para a turbina funcionar é necessário ser atingida por uma velocidade considerável;
  - Existem contadores monojacto classe A, B e C que cada vez mais têm sido concebidos para competir com os contadores volumétricos e com contadores conjugados;
  - O seu uso é recomendado para medição de consumos em locais em que a água é portadora de materiais decantáveis;
  - Com o passar dos anos, caso ocorra diminuição do diâmetro do orifício de passagem de água, o contador apresenta erros significativos de medição positivos;
  - Os contadores monojacto devem ser instalados horizontalmente pois caso exista desnível ocorre um desgaste anormal das peças o que depois se traduz numa inexatidão dos volumes medidos.

- Contador Multijacto
  - Mede igualmente a velocidade com que a água passa no contador a única diferença relativamente aos contadores monojacto é o facto de o escoamento incidir simultaneamente em vários pontos da periferia da turbina;
  - Normalmente estes contadores são classe metrológica B;
  - Medem por norma consumos domésticos e semi-industriais;
  - Com o passar do tempo, devido ao desgaste e atritos nas engrenagens, os menores caudais começam a apresentar erros de medição negativos e os caudais maior erros positivos causados pela acumulação de sedimentos no bypass e/ou nos orifícios da câmara de entrada da água;
  - Estes contadores devem ser instalados horizontalmente pois se existir desnível causa desgaste anormal de peças e inexatidão nos volumes medidos.
  
- Contador Woltman
  - O princípio de funcionamento destes contadores baseia-se no escoamento axial da água relativamente a um rotor de pás helicoidais;
  - Dentro dos contadores de velocidades são os mais sofisticados do ponto de vista tecnológicos e este contador pode ser de dois tipos, horizontal ou vertical.
  - Horizontal:
    - Utilizam a velocidade da água estando dotados de um rotor de pás helicoidais com um eixo de rotação paralelo ao escoamento da água;
    - Utilizados para medir grandes caudais de água;
    - Devem ser instalados em troços retos de tubagem sem irregularidades pois este contador é muito sensível a perturbações de escoamento;
    - São fabricados desde diâmetro 50 até ao diâmetro 800;
    - Aprovados nas classes metrológicas A e B;
    - Podem ser instalados em qualquer posição.
  - Vertical:
    - Utilizam o efeito da velocidade da água estando dotados de um rotor de pás helicoidais, que gira em torno de um eixo paralelo ao escoamento de água mas de direção vertical;
    - Destina-se à medição de grandes caudais, como por exemplo unidades industriais e hospitalares;
    - Apresentam uma maior perda de carga do que os contadores horizontais de Woltmann contudo a sua sensibilidade para os pequenos caudais é superior.
    - Embora sejam menos sensíveis que os woltmann horizontais também é recomendado que sejam instalados em troços retos e sem irregularidades.
    - São fabricados desde o diâmetro 50 até ao diâmetro 150;
    - Aprovados nas classes metrológicas A e B;
    - Devem ser instalados na posição horizontal, pois qualquer desnível causa um desgaste anormal das peças e inexatidão do volume medido.

- Contador conjugado:
  - São utilizados em situações de consumos variáveis cujos caudais variam entre consumos muito elevados e valores muito baixos;
  - Estes contadores são compostos por três elementos:
    - Contador principal – de grande calibre normalmente um contador tipo Woltmann;
    - Contador secundário- de pequeno calibre normalmente do tipo volumétrico ou de turbina;
    - Válvula de comutação: Pode ser montada em paralelo ou em bypass entre os dois contadores. Atua por gravidade ou por mola;
    - Em regime de caudais baixos a água é obrigada a passar através do contador secundário, diâmetro variável entre 15 e 50. Nestes casos a válvula de comutação mantém-se fechada para impedir a passagem ao contador principal. Contudo a partir de determinado caudal, inferior ao caudal máximo do contador secundário, a válvula abre por ação da própria água e o contador principal entra também em funcionamento. Quando o caudal volta a diminuir a válvula volta a fechar e volta a ser medida unicamente por um contador secundário. A contagem final obtida é a soma dos valores lidos nos dois contadores;
    - Por ter o contador Woltmann é recomendado que a instalação seja feita em troços retos;
    - Apresentam uma gama de medição muito alargada graças à conjugação de gamas de medição de dois contadores que podem ter classes metrológicas diferentes;
- Existem duas versões destes contadores: conjugados Woltmann-vertical cujo diâmetro varia entre 50 e 150 e os conjugados Woltmann-Horizontais, cujo diâmetro varia entre diâmetro 50 e 200
- Contador Eletromagnético:
  - Estes contadores utilizam um campo magnético perpendicular ao escoamento que gera uma força eletromotriz induzida pelo movimento da passagem da água no seio desse campo magnético. A medição está relacionada com a velocidade do líquido e, por inferência, permite determinar o caudal;
  - Um contador eletromagnético é composto por:
    - Captor– dispositivo sensível colocado na coluna de água e que gera um sinal proporcional ao caudal, é por norma constituído por:
      - Tubo de medição – Troço da conduta cujo interior é eletricamente isolado, através do qual se escoia a água a medir.
      - Um ou mais pares de elétrodos – Colocados na parede interna da conduta usados para medir a tensão induzida.

- Indutor- Constituído por duas bobinas magnéticas colocadas em posições diametralmente opostas, de modo a criar um campo magnético normal ao eixo da conduta
    - Detetor - dispositivo que recebe o sinal dos elétrodos e o converte num sinal de saída proporcional ao caudal garantindo a sua transmissão até ao aparelho medidor e registador.
  - Podem medir grandes caudais de água com pouca perda de carga e boa exatidão;
  - São sensíveis às perturbações do escoamento e por isso é recomendável a instalação em troços reto de tubagens, sem irregularidades;
  - Normalmente existem modelos fabricados desde o diâmetro 10 até ao 3000.
- Contador Ultrasónico:
    - Baseiam-se na determinação da velocidade de propagação de ondas acústicas através de um líquido em movimento, cujo valor depende da velocidade do escoamento;
    - O dispositivo possui um sensor que é colocado no exterior da tubagem e que emite um sinal ultrasónico numa determinada frequência o qual é refletido pelas pequenas partículas em suspensão.
    - O tempo entre a emissão e a receção do sinal é proporcional à velocidade do escoamento.
    - Um medidor ultrasónico é uma unidade composta por:
      - Tubo de medição ou sensor – Onde se alojam os elementos responsáveis pela emissão e receção dos sinais acústicos colocados simetricamente em relação ao eixo da conduta e alinhados segundo um eixo inclinado.
      - Transmissor – dispositivo que mede a diferença de tempo entre a emissão e a receção dos sinais emitidos. Converte o valor medido em valor corrente e/ou frequência e transmite essa informação ao aparelho de leitura, contagem e registo.

Num sistema de abastecimento de água além de ser necessários contadores de água em casa de cada cliente ligado à rede é também necessário vários medidores de caudais ao longo de todo o SAA, estes medidores de caudais podem ser caudalímetros ou contadores de água de grandes dimensões. A diferença entre estes dois conceitos é que “para além de medir caudal instantâneo, um caudalímetro pode, regra geral, fazer a integração temporal dos valores medidos dessa grandeza — isto é, pode também medir o volume de líquido escoado, função que é vulgarmente designada por contagem. O mesmo não sucede com um contador mecânico, que mede apenas o volume do líquido que nele se escoou, não podendo ser utilizado para medição do caudal instantâneo.” (Henriques, et al., 2006)

Os medidores de caudal podem aparecer em diferentes pontos na rede de abastecimento de água, seguidamente apresenta-se a Figura 17, onde se indicam os locais onde podem ser colocados os pontos de controlo de caudal.

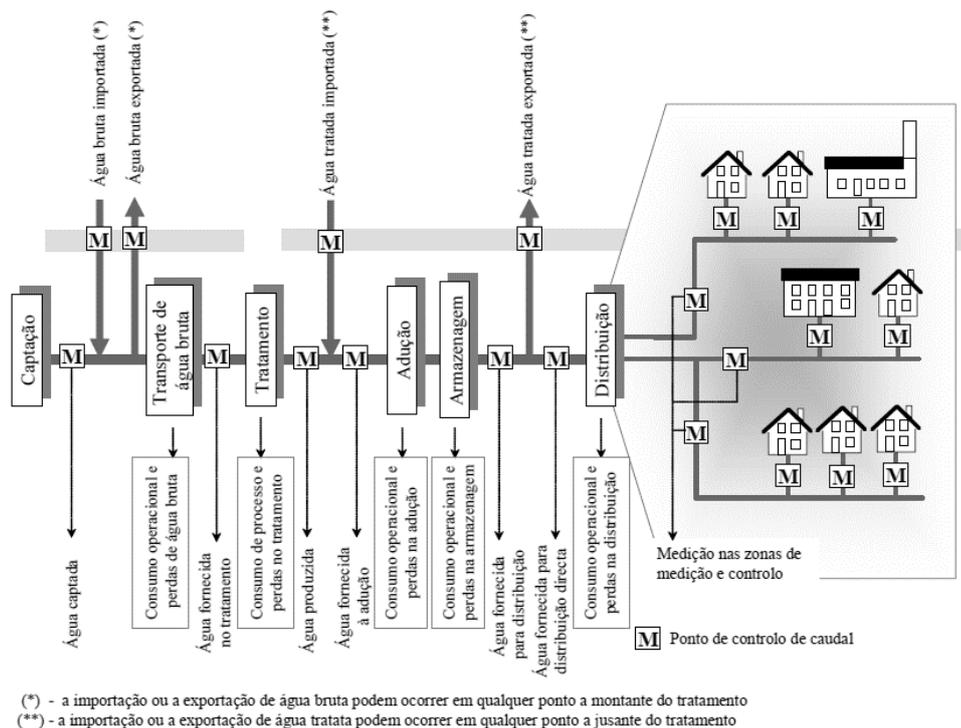


Figura 17 - Possível localização dos pontos de controle de caudal. (Alegre, et al., 2004)

### 2.9.2. ERROS DE MEDIÇÃO NUM CONTADOR

Como em qualquer instrumento de medição os valores indicados nos contadores tem sempre associado um determinado erro que pode ser causado por diversos fatores.

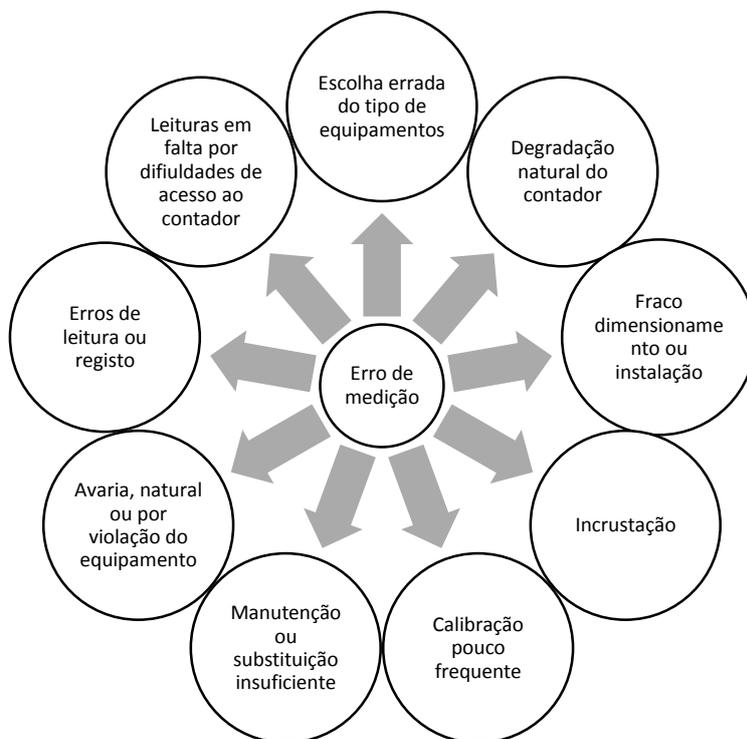


Figura 18 – Causas dos erros de medição

Na Figura 18 apresentam-se as causas que concorrem para os erros de medição nos contadores.

Note-se que um erro, seja ele de que tipo for, pode ser expresso de duas maneiras diferentes: O “erro absoluto” e o “erro relativo”.

O “erro absoluto”, de um resultado medido ou calculado, é a diferença entre esse resultado e o valor verdadeiro da grandeza. Como é evidente o “erro absoluto” não é conhecido, uma vez que não há maneira de conhecer o verdadeiro valor de uma determinada grandeza, porém em alguns casos é possível estimar um valor máximo para este erro. (Santos, 2008)

$$\text{Erro Absoluto} = \text{Resultado medido ou calculado} - \text{Valor verdadeiro da grandeza}$$

O “erro relativo” é o valor do quociente entre o erro e o valor, medido, calculado ou verdadeiro, da grandeza.

$$\text{Erro Relativo} = \frac{\text{Resultado medido ou calculado} - \text{Valor verdadeiro da grandeza}}{\text{Valor verdadeiro da grandeza}}$$

O “erro absoluto” exprime-se nas unidades da grandeza enquanto que o “erro relativo” é uma grandeza adimensional.

A medição de erros num contador de água não é constante nem independente do caudal, por esse motivo, com o intuito de saber que percentagem do consumo de água é registada são necessários dois parâmetros, o primeiro é o padrão de consumo de água que descreve o fluxo atual que passa pelo contador e o segundo são informações sobre a performance do contador nas diferentes gamas de caudais (Arregui, 1999). Estes dois parâmetros depois combinados informam sobre o erro de medição ponderado, ou seja a quantidade de água que não foi registada por cada cem litros de consumo (Arregui, et al., 2006).

Passando da teoria para a prática, consumidores domésticos e não-domésticos tem que ser estudados de maneira diferente. Para consumos domésticos, a abordagem preferencial é usar uma ferramenta estatística e extrapolar resultados obtidos de uma amostra representativa de contadores e utilizadores, em contrapartida, nos consumidores industriais devido ao seu volume de consumo devem ser estudados individualmente. Independente de como a informação é conseguida a metodologia para determinação do erro ponderado é a mesma.

Tabela 10 - Diagrama com a metodologia para determinação do erro de medição ponderado. (Arregui, et al., 2006)

	<b>Contadores de água</b>	<b>Padrões de consumo dos consumidores</b>
<b>Definição do tamanho da amostra</b>	Caraterísticas dos contadores	Caraterísticas dos utilizadores
<b>Estudo de amostras individuais</b>	Testes em contadores	Medição dos padrões de consumo da água
	Erro de medição ponderado	

A metodologia correta a adotar no caso de clientes domésticos é então: Primeiramente os contadores e os consumidores devem ser estratificados de acordo com certas caraterísticas que podem influenciar o bom funcionamento do contador, fazendo com que, assim se aumente a homogeneidade dos grupos e se reduza a variabilidade, conseqüentemente, as incertezas associadas ao processo de amostragem diminuam. Seguidamente, de maneira aleatória são selecionadas e estudadas amostras de cada grupo.

Quando se fala em contadores, o estudo destes envolve uma serie de testes laboratoriais, por outro lado quando o estudo é sobre os consumidores faz-se uma medição dos padrões de consumo de água para determinar o caudal atual que passa no contador. (Arregui, et al., 2006)

Um outro parâmetro que pode afetar o registo da água que, de facto, passa no contador é a curva de erro do contador, em ensaios laboratoriais é usual fazer-se essa determinação em diversos pontos característicos de caudais de funcionamento do contador, obtendo-se assim uma Curva de Erros (Janz - Contagem e gestão de fluídos, 2015).

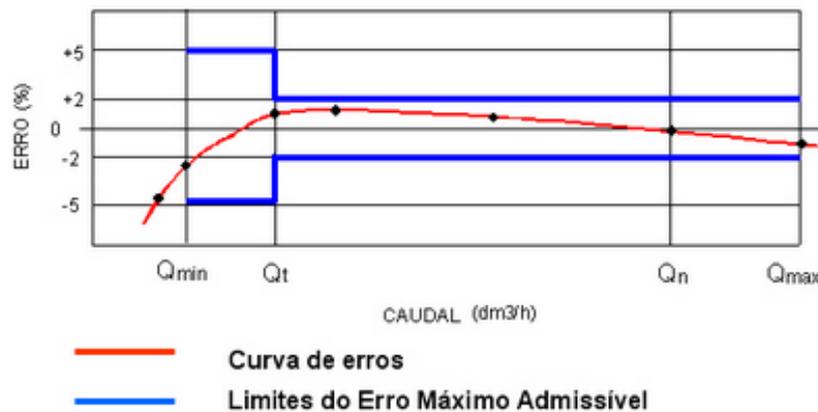


Figura 19 - Exemplo de uma curva de erros de um contador de água.

Os caudais característicos dos contadores, a partir dos quais são classificados nas normas são os seguintes:

- Caudal de arranque: Menor caudal ao qual o dispositivo medidor entra e permanece em funcionamento contínuo;
- Caudal mínimo ( $Q_{min}$ ) – Menor caudal ao qual o contador não deve exceder os erros máximos admissíveis,  $\pm 5\%$ ;
- Caudal de transição ( $Q_t$ ) – Caudal ao qual os erros máximos admissíveis do contador mudam de valor, de  $\pm 5\%$  para  $\pm 2\%$  para água até aos  $30^\circ\text{C}$ , ou  $\pm 3\%$  para temperaturas superior a  $30^\circ\text{C}$ ;
- Caudal nominal ( $Q_n$ ) – Caudal que corresponde a metade do valor do caudal máximo;
- Caudal permanente ( $Q_3$ ) - Caudal correspondente a 75% do valor do caudal máximo. Serve como referência para designar o contador;
- Caudal sobrecarga ( $Q_4$ ) - Caudal mais elevado com que o contador consegue funcionar sem deterioração, durante períodos de tempo limitados e sem exceder os erros máximos admissíveis.

A gama de medição define-se como o intervalo entre o caudal mínimo e o caudal máximo. Este intervalo está dividido em duas zonas de erro máximo admissível, a zona mais baixa cujo erro pode ser  $\pm 5\%$  e a zona alta, cujo erro pode ser  $\pm 2\%$ . A separação destas duas zonas corresponde ao caudal de transição.

Ao fazer-se a determinação de vários valores de erros para vários caudais e representar-se cada uma destas determinações num ponto num gráfico aos ligar-se os vários pontos obtém-se uma curva de erro.

Cada tipo e modelo de contador apresenta sempre curvas de erro muito semelhantes pelo que esta curva também se designa “ Curva de erros característica” de um determinado modelo.

Os contadores são suscetíveis de exibirem diferentes desempenhos ao longo da sua curva de erros, é possível dividir esses diversos tipos de comportamento em grupos, obtendo-se assim as “ classes de exatidão”

Conforme os contadores pertençam à antiga ou nova abordagem, o conceito de classe de exatidão altera-se.

Os contadores cuja aprovação do modelo foi realizada ao abrigo da diretiva 75/35/CEE só se dividem em três classes de exatidão: A, B e C, complementarmente está contemplada na legislação uma classe D. Dado que os limites do erro máximo admissível (EMA) é sempre de  $\pm 5\%$  na zona baixa e de  $\pm 2\%$  na zona alta a divisão de classes faz-se com base no posicionamento do caudal mínimo e do caudal de transição.

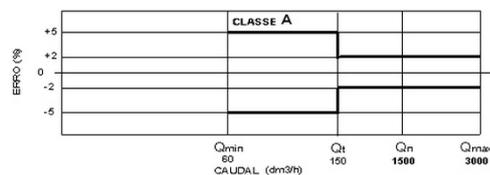
A tabela seguinte permite calcular o valor de caudal mínimo e o valor do caudal de transição com base no caudal nominal do contador a classificar e assim obter a classe em que este se encontra:

Tabela 11 - Determinação da classe, do caudal mínimo e do caudal de transição em função do caudal nominal. (Janz - Contagem e gestão de fluidos, 2015)

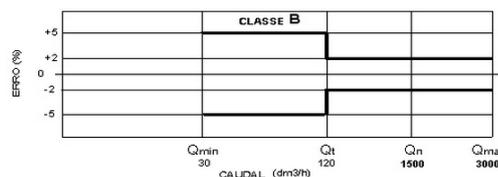
CLASSES	Contadores de $Q_n$	
	$<15 \text{ m}^3/\text{h}$	$\geq 15 \text{ m}^3/\text{h}$
<b>Classe A</b>		
Valor de $Q_{\min}$ .	$0,04 Q_n$	$0,08 Q_n$
Valor de $Q_t$	$0,10 Q_n$	$0,30 Q_n$
<b>Classe B</b>		
Valor de $Q_{\min}$ .	$0,02 Q_n$	$0,03 Q_n$
Valor de $Q_t$	$0,08 Q_n$	$0,20 Q_n$
<b>Classe C</b>		
Valor de $Q_{\min}$ .	$0,01 Q_n$	$0,006 Q_n$
Valor de $Q_t$	$0,015 Q_n$	$0,015 Q_n$
<b>Classe D</b>		
Valor de $Q_{\min}$ .	$0,0075 Q_n$	—
Valor de $Q_t$	$0,0115 Q_n$	—

A grande diferença entre as classes está no ponto onde se dá a transição entre a zona de erro máximo admissível,  $\pm 5\%$ , para a zona onde o erro máximo admissível é de  $\pm 2\%$ . Comparando os gráficos das quatro classes de exatidão para um contador de diâmetro nominal 15 um caudal nominal de  $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ .

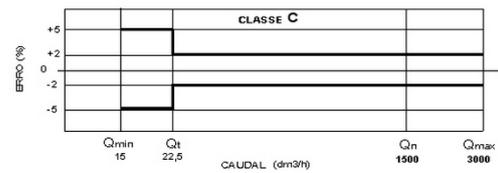
Classe A



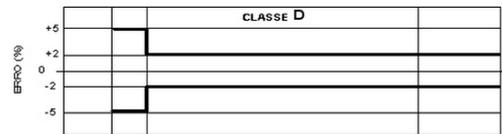
Classe B



Classe C



Classe D



Os contadores mais recentes já estão ao abrigo de uma nova diretiva, 2004/22/CE onde continuam a existir os conceitos de caudal mínimo e caudal de transição com as mesmas definições mas possuem outra nomenclatura, passam a ser denominados respetivamente Q1 e Q2. O caudal nominal passa a ser denominado caudal permanente, Q3, e o caudal máximo passada a ser denominado caudal de sobrecarga, Q4. As respetivas definições não variam das da antiga abordagem apenas o seu posicionamento assim como os valores numéricos dos novos caudais são diferentes. Estes contadores são designados pelo seu caudal permanente, Q3, enquanto que anteriormente eram designados pelo caudal nominal.

O valor numérico de Q3 para um contador tem que ser escolhido apenas entre os seguintes valores (m<sup>3</sup>/h):

- |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| • 1,0  | • 1,6  | • 2,5  | • 4,0  | • 6,3  |
| • 10   | • 16   | • 25   | • 40   | • 63   |
| • 100  | • 160  | • 250  | • 400  | • 630  |
| • 1000 | • 1600 | • 2500 | • 4000 | • 6300 |

Continuam a ser definidas duas zonas na curva de erros que são igualmente denominadas por zona inferior e zona superior. A zona inferior é compreendida entre o caudal mínimo e o caudal de transição, enquanto que a zona superior é compreendida entre o caudal de transição, inclusivamente, e o caudal de sobrecarga. Os valores de erro máximo admissíveis são, na zona inferior sempre  $\pm 5\%$  para a água a qualquer temperatura e na zona superior são de  $\pm 2\%$  para água até 30°C, inclusivamente, e  $\pm 3\%$  para água com uma temperatura superior a 30°C.

Nesta nova abordagem, os caudais encontram-se relacionados pelas seguintes equações:

$$Q2/Q1 = 1,6$$

$$Q4/Q3 = 1,25$$

O conceito de intervalo de medição significa a amplitude de funcionamento de um contador, entre os seus respetivos caudal mínimo, Q1, e o caudal permanente Q3. Este intervalo de funcionamento é definido pela relação

$$R = Q3/Q1$$

Onde R é um valor adimensional. Neste novo enquadramento é o valor R que vai estabelecer um conceito comparável ao das antigas classes metrológicas. (Janz - Contagem e gestão de fluídos, 2015)

Um contador pode apresentar diversos tipos de mostrador: apenas com rolos, misto de rolos e ponteiros ou com visor eletrônico.

### 2.9.3. MEDIÇÃO

Em todos estes tipos de mostrador, a leitura “de faturação” é feita apenas nos elementos numéricos que contêm o valor inteiro dos metros cúbicos, ou seja, os que estiverem posicionados à esquerda da vírgula que aparece inscrita no mostrador. Estes elementos numéricos apresentam-se com algarismos brancos em fundo preto ou com algarismos pretos em fundo branco. Todas as restantes indicações de leitura que se encontram referenciadas a vermelho e destinam-se apenas a leituras de ensaios laboratoriais. (Anon., 2015)

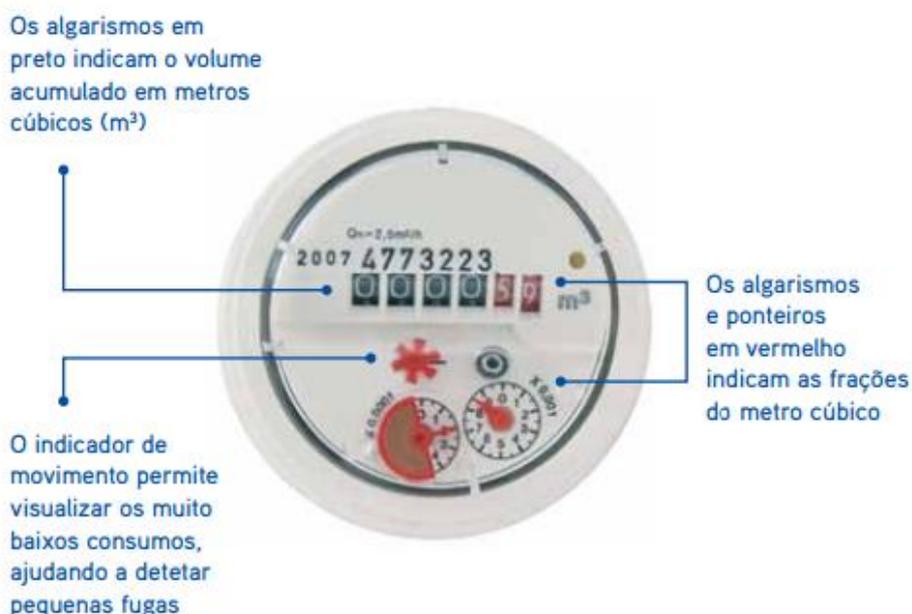


Figura 20 - Mostrador de um contador de água e respetiva legenda (ERSAR, 2013)

## 2.10. TELEMETRIA

Como já foi referido as perdas aparentes são um problema grave para todas as entidades gestoras, contudo existem modos de resolver o problema das perdas aparentes através de uma solução tecnológica bastante diferente, a telecontagem.

Usualmente o consumo de cada cliente é medido com uma certa frequência, que pode ir de curtos períodos de tempo, a períodos mais prolongados. Mesmo com a perceção da verdadeira necessidade de conhecer as leituras de cada contador, revelar-se insustentável fazer recolhas de leituras com períodos mais restritos. O uso de telemetria ou “*dataloggers*” é uma alternativa possível que têm relevado elevadas vantagens.

A telemetria é então uma metodologia de elevada eficácia no conhecimento quase imediato do volume de água que passa num contador. Esta informação torna-se bastante útil pois permite o combate às perdas aparentes, uma faturação real dos consumos, a deteção de irregularidades e o balanço hídrico na rede.

## 2.11. PROJETO IPERDAS

O projeto iPerdas foi uma iniciativa lançada a nível nacional para promover o controlo eficiente de perdas em sistemas de abastecimento de água. Foi lançada pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), conjuntamente com o Instituto Superior Técnico (IST), a Addition e a universidade ITA em Valência, Espanha.

O objetivo primordial desta iniciativa era capacitar e apoiar entidades gestoras na implementação de um programa de redução de perdas de água e aumentar a eficiência energética do sistema de abastecimento de água.

Para esse efeito foram adotadas abordagens consolidadas e as ferramentas de análise mais recentes no sentido de apoiar:

- A setorização da rede;
- A monitorização de setores e de grandes consumidores;
- A realização de balanços hídricos e energéticos;
- A análise de caudais noturnos e de padrões de consumo de água;
- O cálculo de indicadores de desempenho de água e energia;
- Identificação e planeamento de medidas de melhoria da eficiência de água e energia.

A Figura 21 é a esquematização do projeto iPerdas.

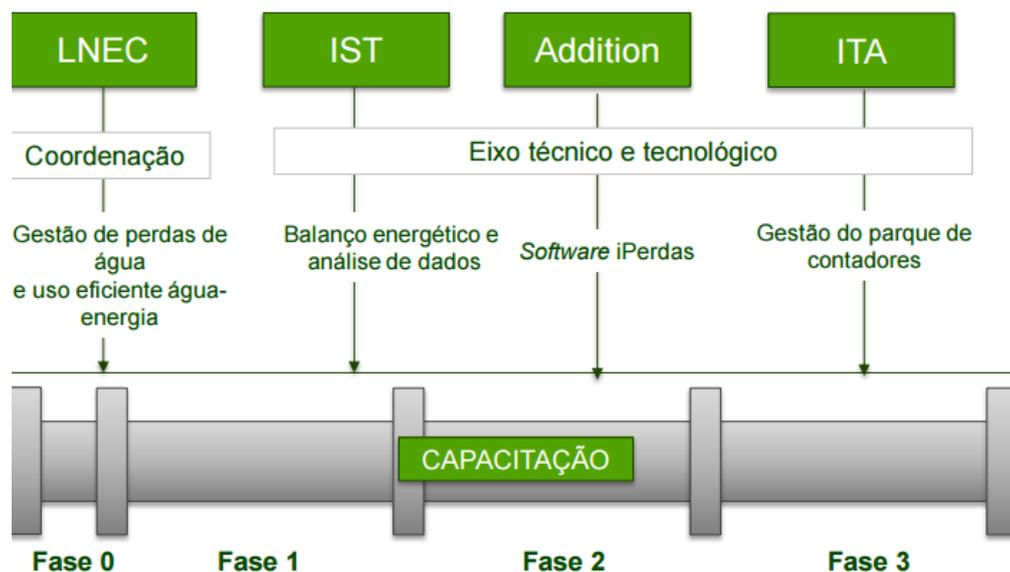


Figura 21 - Esquematização do projeto iPerdas (LNEC, 2014)

Participaram nesta iniciativa, 14 entidades gestoras que representam 16% da população total portuguesa com abastecimento de água. O resultado do trabalho para todas e cada uma das entidades gestoras foi a realização e implementação de um plano de gestão de perdas de água e energia.

No dia 14 de Abril no LNEC representantes destas entidades reuniram-se e apresentaram resultados e conclusões. Uma das entidades participantes foram os Serviços Municipalizados de Viana do Castelo.

## 2.12. ENQUADRAMENTO E ESTADO DE ARTE

### 2.12.1. MUNDO

Segundo dados da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), publicados no relatório sobre gestão da água 2009, a percentagem de população que tinha direito a ligação ao sistema público de água, dentro dos países da OCDE era bastante variada, a seguinte tabela ilustra essas discrepâncias:

Tabela 12 - Cobertura de abastecimento de água nos países de OCDE em anos distintos (OCDE, 2009).

<b>Ligação ao sistema público de água</b>		
<b>País</b>	<b>Ano</b>	<b>Percentagem</b>
<b>Canada</b>	1999	92
<b>Itália</b>	1999	100
<b>Estados Unidos da América</b>	2000	85
<b>Nova Zelândia</b>	2001	87
<b>Finlândia</b>	2001	90
<b>França</b>	2001	99
<b>Japão</b>	2002	97
<b>Áustria</b>	2002	90
<b>Bélgica</b>	2002	96
<b>Dinamarca</b>	2002	97
<b>Hungria</b>	2002	93
<b>Irlanda</b>	2002	90
<b>Holanda</b>	2002	100
<b>Noruega</b>	2002	89
<b>Coreia</b>	2003	89
<b>Islândia</b>	2003	95
<b>Polónia</b>	2003	85
<b>Portugal</b>	2003	92
<b>México</b>	2004	90
<b>Austrália</b>	2004	95
<b>Republica Checa</b>	2004	92

<b>Alemanha</b>	2004	99
<b>Luxemburgo</b>	2004	100
<b>Eslováquia</b>	2004	85
<b>Turquia</b>	2004	74
<b>Reino Unido</b>	2004	99

Os objetivos para uma homogeneização a nível mundial da percentagem de população abastecida por água limpa foram primeiramente mencionados na declaração Milénio 2000, contudo desde aí os objetivos foram evoluindo. Na Cimeira Mundial sobre o desenvolvimento Sustentável, em 2002 ficou explícita a importância de considerações financeiras para transformar os objetivos globais da água de uma promessa para a realidade. O relatório do Painel Camdessus, lançado no Dia Mundial da Água em 2003 em Quioto focou a necessidade de aumentar o apoio financeiro ao setor da água, colocando ênfase na necessidade de recuperar o custo do serviço da água quer através dos consumidores, quer através das taxas (OCDE, 2009).

#### **2.12.1.1. Caso da Alemanha**

As perdas aparentes na Alemanha são bastante baixas devido aos padrões de excelência do serviço e aos elevados padrões técnicos para as infraestruturas, com leituras frequentes dos contadores dos consumidores e sistemas de pressão direta sem tanques de armazenamento. Os contadores são por norma colocados à entrada dos prédios para maior facilidade de leitura.

Contudo nos últimos anos devido a uma evolução dos equipamentos domésticos e industriais no sentido de uma maior poupança da água, associado a uma diminuição da população, causou uma redução no consumo e conseqüentemente no volume de entrada de água no sistema. Na Alemanha é estimado que o valor das perdas aparentes corresponde a 1,5 a 2% do volume total de entrada. (anon, 20XXX)

#### **2.12.1.2. Caso da Austrália**

Desde 2000 até 2010, a Austrália viveu um período de seca, o que conduziu a condições críticas nos sistemas de abastecimento de água, como tal, em Melbourne na Austrália houve uma entidade gestora a *Yarra Valley Water* que decidiu implementar várias técnicas para uma melhor gestão dos sistemas de abastecimento e assim minorar a percentagem de perdas de água.

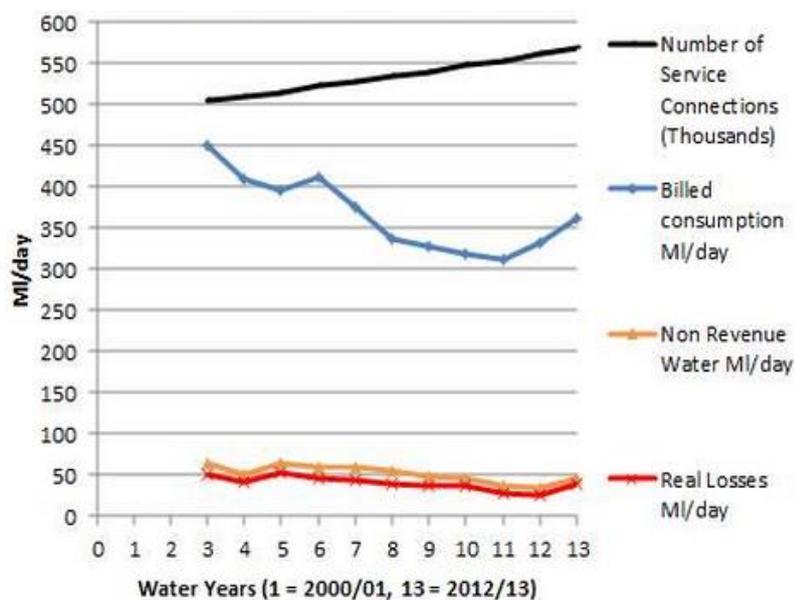


Figura 22 - Quantidade de consumo faturado perdas e novas adesões aos sistemas de abastecimento de água, entre 2000 e 2013 em Melbourne na Austrália.

Considerações a fazer sobre o gráfico acima:

- O eixo das ordenadas está em milhões de litros por dia;
- O eixo das ordenadas encontra-se expresso em anos hídricos e começa no ano 2000/01 até ao ano 2012/13;
- Billed Water é a água faturada;
- Non- Revenue water são as perdas de água, a soma das reais com as aparentes;
- Real Losses são as perdas reais;

A entidade gestora na Austrália conseguiu em 13 anos:

- Expandir em 11% o número de clientes ligados à rede, passaram de 505000 para 553000;
- A água fatura decresceu 31%, de 451 para 312 milhões/dia;
- As perdas de água reduziram-se também de 64 para 48 milhões por dia;
- As perdas reais reduziram-se em 44%, de 50 para 28 milhões/dia em 2012;

### 2.12.2. PORTUGAL

Em Portugal o setor de águas compreende todas as atividades de abastecimento de água às populações, urbanas ou rurais e as atividades associadas, como por exemplo, os serviços, o comércio e a indústria, além da drenagem e do tratamento de águas residuais urbanas.

O setor da água é bastante relevante em Portugal devido ao facto de a água ser um recurso indispensável à grande maioria das atividades económicas, com uma influência enorme na qualidade de vida das populações e com elevado impacte na saúde pública. O mercado dos serviços das águas tem uma importância económica considerável, implicando elevados investimentos em infraestruturas e mobilizando outros setores de atividades económicas enquanto fornecedores de serviços. O plano nacional da água define o conceito da necessidade de água, que é o volume que deveria estar disponível,

local e atempadamente, para satisfazer a procura por este bem. Devido ao fato de ter havido um êxodo rural, ou seja uma grande percentagem da população deslocaram-se do meio rural para as cidades, isto fez com que existisse uma concentração de atividades económicas e de agregados populacionais nos centros urbanos, o que em última análise fez aumentar a concentração e o volume das necessidades de água localmente.

Estas diferenças no número de clientes de determinada entidade gestora, associado a diversos fatores como por exemplo o preço com que essa entidade gestora adquire a água em “alta” faz com que o custo da água varie bastante de acordo com o concelho considerado.

Um estudo recente comparou o preço para um consumo de 120 m<sup>3</sup>/ano em vários concelhos do país, e as variações no custo anual foram na ordem das centenas de euros, como ilustra a imagem seguinte:

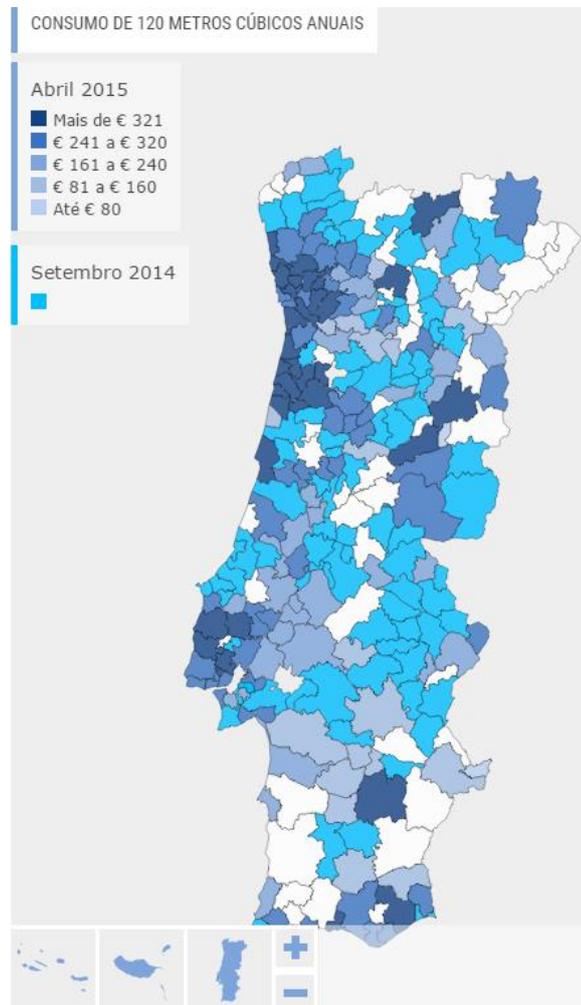


Figura 23 - Custo por localidade de 120 metros cúbicos anuais (proteste, 2015)

Para minorar estas diferenças causadas devido às variações tarifárias existentes entre os municípios e melhorar os níveis de eficiência das entidades gestoras, as Águas de Portugal colocaram em andamento um processo que visa a agregação dos sistemas multimunicipais de abastecimento de água de pequenas dimensões para assim permitir uma gestão mais equilibrada do sistema.

Considerando a temática da água não faturada em Portugal os números são os apresentados na Figura 24.



Figura 24 - Percentagem de água não faturada em Portugal nas entidades em "alta" e em "baixa" no ano 2011 e 2012. (Baptista, et al., 2014)

A figura anterior prova que no ano 2011 e 2012 a percentagem de água não faturada ainda era bastante elevada, acima dos 30% nos sistemas em “baixa”. Comparativamente nos sistemas de abastecimento em “alta” esta percentagem é bastante inferior.

### 2.12.2.1. Caso de Gaia

Vila Nova de Gaia é uma cidade com aproximadamente 190 00 habitantes, o seu sistema de abastecimento de águas é gerido pela empresa Águas de Gaia, EEM que tinha em 2013, 132 435 clientes para abastecimento de água e em 2014, 131 867. Nos últimos anos a água de entrada no sistema foi a apresentada na tabela seguinte:

Tabela 13 - Água de entrada no sistema de abastecimento de água de Vila Nova de Gaia entre 2010 e 2014

	2010		2011		2012		2013		2014	
	m <sup>3</sup>	%								
Janeiro	1 504 503	7,9	1 514 323	8,1	1 541 015	8,5	1 448 362	7,9	1 534 053	8,4
Fevereiro	1 352 250	7,1	1 325 997	7,1	1 344 912	7,4	1 309 551	7,1	1 354 145	7,4
Março	1 494 815	7,9	1 547 362	8,3	1 523 730	8,4	1 391 086	7,6	1 387 856	7,6
Abril	1 478 451	7,8	1 502 494	8,0	1 353 416	7,5	1 515 454	8,2	1 509 536	8,2
Maió	1 604 551	8,4	1 636 557	8,7	1 500 950	8,3	1 464 069	8,0	1 456 186	8,0
Junho	1 636 637	8,6	1 599 709	8,5	1 490 792	8,2	1 512 668	8,2	1 553 391	8,5
Julho	1 833 599	9,6	1 759 361	9,4	1 738 957	9,6	1 769 169	9,6	1 579 109	8,6
Agosto	1 799 149	9,5	1 663 938	8,9	1 593 100	8,8	1 710 620	9,3	1 690 805	9,2
Setembro	1 676 522	8,8	1 528 235	8,2	1 633 721	9,0	1 600 943	8,7	1 557 397	8,5
Outubro	1 610 484	8,5	1 614 051	8,6	1 510 269	8,3	1 618 107	8,8	1 586 021	8,7
Novembro	1 492 001	7,9	1 533 791	8,2	1 442 160	8,0	1 488 728	8,1	1 487 275	8,1
Dezembro	1 525 988	8,0	1 491 938	8,0	1 453 764	8,0	1 567 450	8,5	1 601 978	8,8
<b>Total</b>	<b>19 008 950</b>	<b>100,0</b>	<b>18 717 756</b>	<b>100,0</b>	<b>18 126 786</b>	<b>100,0</b>	<b>18 396 207</b>	<b>100,0</b>	<b>18 297 752</b>	<b>100,0</b>

A água não faturada como já foi referido anteriormente engloba as perdas reais, perdas aparentes e consumos autorizados não faturados. Os valores destes parâmetros, desde 2010 até 2014 para Vila Nova de Gaia encontram-se explicito na tabela abaixo.

Tabela 14 - Percentagem de água não faturada desde 2010 até 2014 em Vila Nova de Gaia.

%	2010	2011	2012	2013	2014
Perdas Reais	13,1	12,9	15,1	15,1	15,9
Perdas Aparentes	1,9	2,0	3,3	5,0	6,4
Consumos Autorizados Não Faturados	6,7	8,5	8,9	8,7	9,4
Água Não Faturada	21,7	23,4	27,2	28,9	31,6

É notório da Tabela 14 que em Vila Nova de Gaia, no ano de 2014 a percentagem de água não faturada ainda era bastante elevada, superior a 30%. Contudo o valor de perdas aparentes era o parâmetro que menos influenciava este valor.

Nos últimos anos verificou-se um incremento do valor da água não faturada devido, sobretudo, à alterações das regras de faturação dos consumos do Município e Juntas de Freguesia. Nesta entidade gestora tem vindo a ser implementadas novas formas de controlo e redução das perdas através de medidas como, renovação do parque de contadores e controlo *online* das redes de distribuição. O volume da água não faturada, atingiu em 2014 os 5 789 088m<sup>3</sup> (Gaia, 2014).

### 2.12.2.2. Caso do Porto

A cidade do Porto tem cerca de 230 00 habitantes, o sistema de abastecimento de águas é gerido pela empresa Águas do Porto, esta empresa tinha, à data de 2014, 150 812 clientes e a água de entrada no sistema foi, nesse ano de, 20 332 815 m<sup>3</sup> de água.

Dados retirados do relatório de contas de 2014 ilustram a quantidade e percentagem de água não faturada no Porto.



Figura 25 - Valor de água de entrada no sistema, água faturada e água não faturada no sistema de abastecimento de águas do Porto entre 2012 e 2014

A diminuição contínua de água não faturada resulta, essencialmente de uma gestão mais eficaz da rede de abastecimento de água, tendo em vista a redução das perdas reais, detetando fugas precoces, fazendo rápidas reparações e controlo de pressões na rede. As águas do Porto têm também apostado na consolidação de sistemas de monitorização de telemetria e telegestão da rede para controlo em tempo

real da água de entrada no sistema, nos seus pontos de entrega, níveis de água armazenados nos reservatórios, consumos dos clientes e níveis de pressão na rede.

Paralelamente, para minimizar as perdas reais as Águas do Porto têm investido na substituição de condutas e para minimizar as aparentes têm apostado na renovação do parque de contadores através da substituição dos medidores mais antigos e da implementação do sistema de telecontagem. (Porto, 2014)

# 3

## ÂMBITO E OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO

### 3.1. ÂMBITO

Para uma melhor compreensão dos sistemas de abastecimento de água foi recolhida informação e realizada uma pesquisa intensiva sobre temas relacionados. A análise da revisão literária, teve sempre como enfoque a temática das perdas aparentes, especialmente erros de medição.

Deste estudo concluiu-se que a temática das perdas é atual e ainda há muito que poderá ser feito. É notório da informação recolhida que as perdas registadas nos sistemas de abastecimento de água contribuem para uma ineficaz gestão dos mesmos especialmente em sistemas mal geridos ou sem estratégias para as combater. Os erros de medição representam uma das principais causas de perdas aparentes, como tal, é importante para a entidade gestora conhecer o seu parque de contadores e saber os problemas que causam um aumento desse erro pois só assim se pode proceder ao combate deste e conseqüente melhoria do sistema de abastecimento de água.

Devido à importância desta temática, esta dissertação teve como foco os erros de medição em contadores de água e possíveis relações entre o erro e fatores intrínsecos ao contador ou fatores externos a este que também afetam a medição.

Depois do tema da dissertação ter sido decidido, surgiu a oportunidade deste trabalho ser desenvolvido em âmbito empresarial, nos Serviços Municipalizados de Saneamento Básico de Viana do Castelo, erguendo-se assim a possibilidade de tratamento de dados reais e contacto com ambiente empresarial, advindo daí conhecimentos devido ao contacto com pessoas bastante mais experientes na área.

A análise desses dados reais em conjunto com a pesquisa bibliográfica permitiu a elaboração de pequenas estratégias para melhoramento do SAA relativamente as perdas aparentes em Viana do Castelo.

### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Depois do que foi estudado anteriormente foram definidos para esta dissertação diversos objetivos específicos, utilizando sempre os Serviços Municipalizados de Saneamento Básico de Viana do Castelo para análise:

- Estudar intensivamente a temática relacionada com os serviços de abastecimento de água;
- Analisar o balanço hídrico dos Serviços Municipalizados de Saneamento Básico de Viana do Castelo;
- Estudar o parque de contadores dos serviços municipalizados de Viana do Castelo;
- Recolher dados laboratoriais de 186 contadores;
- Georreferenciar e estudar a dispersão geográfica destes contadores;
- Analisar os dados referentes aos erros de medição nos contadores recolhidos em laboratório;
- Estabelecer relações entre o erro medido em laboratório para diversos caudais e outras características dos contadores;

- Calcular as perdas monetárias devido a erros de medição em contadores
- Definir de estratégias para diminuição das perdas aparentes em Viana do Castelo.



## **4.2. HISTÓRIA DOS SERVIÇOS MUNICIPALIZADOS DE SANEAMENTO BÁSICO DE VIANA DO CASTELO**

Os Serviços Municipalizados de Saneamento Básico de Viana do Castelo são a entidade gestora dos sistemas públicos de captação, tratamento e distribuição de água para consumo humano, além de responsáveis pela recolha e drenagem de água residuais, recolha e transporte de resíduos sólidos urbanos e higiene e limpeza urbana no concelho de Viana do Castelo.

Os serviços municipalizados foram primeiramente criados em 27 de junho de 1928, numa reunião da câmara municipal onde é liberada a municipalização dos serviços de águas. As bases da referida municipalização e o respetivo regulamento para abastecimento e consumo de água entraram em vigor no dia 1 de julho desse ano.

Ao abrigo do Decreto-lei 13350 de 25 de março de 1927, foi constituída e nomeada em sessão camarária a comissão administrativa dos Serviços Municipalizados, presidida pelo Capitão Gaspar Malheiro Pereira de Castro, pelo Tenente Jacinto de Magalhães Faria de Araújo e pelo Tenente Alberto Sousa Machado.

Entre 1930 e 1970, o abastecimento de água difunde-se pela área citadina, tendo em 1932 cerca de 1423 consumidores de água.

A 1 de março de 1991, os serviços de recolha, depósito e tratamento de resíduos sólidos domésticos, bem como os de higiene e limpeza urbana, são integrados nos serviços municipalizados e passam a ser assegurados, então, pela câmara municipal. A denominação inicial de Serviços Municipalizados de Viana do Castelo alterou-se para Serviços Municipalizados de Saneamento Básico de Viana do Castelo.

Em Dezembro de 1998, entra em funcionamento o aterro sanitário, cuja gestão foi concessionada à Resulima, e, a 31 de maio de 1999, entra em funcionamento o sistema de saneamento da Orla Litoral Norte, englobando a Estação de Tratamento de Águas Residuais da Cidade.

Em julho de 2000, é constituída a empresa Águas do Minho e Lima, S.A. com o objetivo de construir, explorar e gerir o Sistema Multimunicipal em alta de Abastecimento de Água e Drenagem de Águas Residuais do Minho e Lima.

Em maio de 2006, entram em funcionamento as estações de tratamento de águas residuais de Lanheses e Barroelas. (SMSBVC, 2015)

## **4.3. NÚMEROS DOS SERVIÇOS MUNICIPALIZADAS DE SANEAMENTO BÁSICO DE VIANA DO CASTELO**

Mais recentemente, o serviço de abastecimento público da água é efetuado a um número sempre variável de alojamentos. Nos últimos 3 anos os números têm sido os seguintes:



Figura 29 - Número de consumidores nos SMSBVC nos últimos três anos. (SMSBVC, 2015)

Este valor corresponde a uma adesão ao serviço de 83% da população total para abastecimento de água e 81% nas águas residuais.

A grande maioria diz respeito a consumos domésticos, conforme indica a fora abaixo:

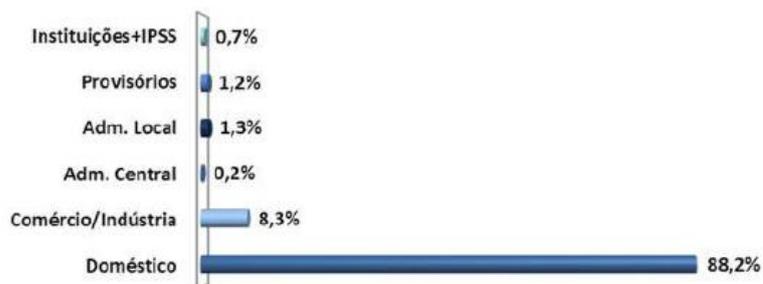


Figura 30 - Tipologia dos clientes dos SMSBVC. (SMSBVC, 2015)

#### 4.3.1. BALANÇO HÍDRICO

Em 2014, a água que entrou no sistema foi de 5521046 m<sup>3</sup> sendo que o consumo total de autorizado faturado pela entidade gestora é de 4300240 m<sup>3</sup> por ano.

O balanço hídrico desta entidade é o seguinte:

Tabela 15 - Balanço hídrico dos SMSBVC para o ano de 2014.

Água de entrada no sistema 5521046 m <sup>3</sup>	Consumo autorizado 4589240 m <sup>3</sup>	Consumo autorizado faturado 4300240 m <sup>3</sup>	Consumo autorizado faturado não medido 0 m <sup>3</sup>	Água Faturada 4300240 m <sup>3</sup>
			Consumo autorizado faturado medido 4 300240 m <sup>3</sup>	
	Perdas totais 931806 m <sup>3</sup>	Consumo autorizado não faturado 289000 m <sup>3</sup>	Consumo autorizado não faturado medido 0 m <sup>3</sup>	Água Não Faturada 1220806 m <sup>3</sup>
		Perdas aparentes 325433 m <sup>3</sup>	Consumo autorizado não faturado não medido 289000 m <sup>3</sup>	
	Perdas reais 606373 m <sup>3</sup>	Consumo não autorizado 110421 m <sup>3</sup>	Erros de medição 215012 m <sup>3</sup>	

Os SMSBVC compram a água em “alta” às Águas de Noroeste. Esta custa por metro cúbico 0,5458 euros e o preço de venda ao consumidor varia de acordo com a tipologia de cliente e os metros cúbicos consumidos.

#### 4.3.2. TARIFAS COBRADAS

O preço de venda é variável dependendo das tarifas de abastecimento de água, saneamento e resíduos pagas pelos consumidores. Os valores variam em função da tipologia do consumidor e do escalão deste, quando aplicável.

Tarifas variáveis e fixas sobre o serviço de abastecimento de água:

Tabela 16 - Tarifas variáveis do serviço de abastecimento de água nos SMSBVC em m<sup>3</sup>, por escalão e tipo de consumidor, para utilizadores domésticos e não domésticos.

<b>Tarifa variável</b>				
<b>Tipo de Utilizador</b>	<b>Escalão</b>	<b>Consumo (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Tarifas (€/m<sup>3</sup>)</b>	
Utilizadores Domésticos	Pelo 1º Contador	1º	0 a 5	0,5300
		2º	5 a 15	0,9900
		3º	15 a 25	1,5700
		4º	>25	1,9800
	Restantes Contadores	Único	---	1,2099
	Tarifa Social	1º	0 a 15	0,4510
		2º	15 a 25	1,3741
		3º	>25	1,8813
	Tarifa de Famílias Numerosas	1º	0 a 15	0,5300
		2º	15 a 25	0,9900
3º		>25	1,5700	
Utilizadores não domésticos	Comércio e indústria	1º	0 a 5	1,2400
		2º	5 a 500	1,8862
		3º	>500	0,9000
	Administração Central	Único	---	1,9599
	Administração local	Único	---	0,7500
	Temporários	Único	---	1,8862
	Instituições particulares de solidariedade social, organizações não governamentais sem fim lucrativo	Único	---	0,7500
	Instituições públicas de solidariedade social	Único	---	0,5300
	Restantes contadores	Único	---	1,8862
	Sistemas prediais comunitários	Único	---	0,8218
Fins estatísticos	Único	---	Isento	

Tabela 17 - Tarifa fixa de abastecimento de água para utilizadores domésticos e não domésticos.

Tarifa fixa			
Tipo de Utilizadores		Diâmetro do contador	Tarifa (€)
Utilizadores domésticos	Pelo 1º contador	Até 25 milímetros	3,3000€
		>25 milímetros	8,3717
	Restantes contadores	---	Isento
	Tarifa Social	...	Isento
	Tarifa famílias numerosas	Até 25 milímetros	3,3000€
		>25 milímetros	8,3717
Utilizadores não domésticos	Comércio e Industria	Até 25 milímetros	3,500€
		>25 Até 30 milímetros	9,3991
		>30 Até 50 milímetros	27,6944
		>50 Até 100 milímetros	48,8095
		>100 milímetros	60,9109
	Administração central	Até 25 milímetros	3,5000
		>25 Até 30 milímetros	9,3991
		>30 Até 50 milímetros	27,6944
		>50 Até 100 milímetros	48,8095
		>100 milímetros	60,9109
	Administração local	Até 25 milímetros	3,5000
		>25 Até 30 milímetros	9,3991
		>30 Até 50 milímetros	27,6944
		>50 Até 100 milímetros	48,8095
		>100 milímetros	60,9109
	Organizações não governamentais sem fins lucrativos	Até 25 milímetros	3,5000
		>25 milímetros	9,3991
	Instituições públicas de solidariedade social	Até 25 milímetros	3,5000
		>25 milímetros	9,3991
	Sistemas prediais comunitários	Até 25 milímetros	3,5000
		>25 Até 30 milímetros	9,3991
		>30 Até 50 milímetros	27,6944
		>50 Até 100 milímetros	48,8095
		>100 milímetros	60,9109
	Temporários	Até 25 milímetros	3,5000
		>25 milímetros	9,3991

- Tarifas sobre o serviço de saneamento básico

Tabela 18 - Tarifa fixa e variável de saneamento, para utilizadores domésticos e não-domésticos.

Tipo de Utilizador		Escalão	Consumo m <sup>3</sup>	Tarifa Fixa (€)	Tarifas variável (€/m <sup>3</sup> )
Utilizadores Domésticos	Tarifa	1º	0 a 5	2,8500	0,5500
		2º	5 a 15		1,0000
		3º	15 a 25		1,5700
		4º	> 25		1,9800
	Tarifa Social	1º	0 a 15	Isento	0,4510
		2º	15 a 25		1,3741
		3º	> 25		1,8813
	Tarifa Famílias Numerosas	1º	0 a 15	2,8500	0,5500
		2º	15 a 25		1,0000
3º		> 25	1,5700		
Utilizadores não domésticos	Comércio e Indústria	1º	0 a 50	3,1000	1,2400
		2º	50 a 500		1,8800
		3º	> 500		1,0000
	Administração Central	Único	---	4,4459	1,8800
	Administração Local	Único	---	3,1000	0,7500
	Temporários	Único	---	3,1000	2,3111
	Organizações não governamentais sem fins lucrativos	Único	---	3,1000	0,7500
	Instituições públicas de solidariedade social	Único	---	3,1000	0,6000
Utilizadores domésticos e não domésticos	Com medidor de caudal instalado (*)	1º	0 a 50	7,4500	1,2400
		2º	50 a 500		1,8800
		3º	> 500		1,2400

- Tarifas sobre o serviço de resíduos

Tabela 19 - Tarifa fixa e variável de Resíduos Sólidos, para utilizadores domésticos e não-domésticos em que total é obtido partir do somatório da Tarifa Fixa com o produto da Tarifa Variável pelo consumo de água.

Tipo de utilizador		Escalão	Consumo m <sup>3</sup>	Tarifa fixa (€)	Tarifa variável (€/m <sup>3</sup> )
Utilizador domésticos	1º Contador	1º	0 a 5	2,2500	0,2033
		2º	5 a 15		0,2666
		3º	15 a 25		0,3290
		4º	> 25		0,4558
	Tarifa social	1º	0 a 15	Isento	0,1974
		2º	15 a 25		0,3194
		3º	> 25		0,4425
	Tarifa famílias numerosas	1º	0 a 15	2,2500	0,2033
		2º	15 a 25		0,2666
3º		> 25	0,3290		
Utilizadores não domésticos	Comércio e indústria	Único	---	10,7806	1,0885
	Administração centras	Único	---	12,7818	1,2416
	Administração local	Único	---	2,5360	0,2033
	Temporários	Único	---	10,7806	1,0568
	Organizações não governamentais sem fins lucrativos	Único	---	2,5360	0,2033
	Instituições públicas de solidariedade social	Único	---	2,5360	0,2033
	Sistemas prediais comunitários	Único	---	Isento	Isento

Ao analisar estas tabelas com os diferentes tarifários de abastecimento de água, saneamento e resíduos, é possível entender que os erros de medição nos contadores não só afetam a tarifa variável de abastecimento, mas também as tarifas variáveis do saneamento e dos resíduos. Isto significa que uma medição incorreta num pode prejudicar bastante mais a entidade gestora, devido às tarifas variáveis associadas aos metros cúbicos consumidos.

Os resultados obtidos pelos SMSBVC têm sido satisfatórios, tendo pelo menos nestes três últimos anos sido obtido lucro, conforme ilustra a seguinte tabela.

Tabela 20 - Proveitos, custos operacionais e lucro desde 2012 até 2014 nos SMSBVC. (SMSBVC, 2015)

	2012	2013	2014
<b>Proveitos operacionais (€)</b>	10.906.306	11.147.032	11.245.823
<b>Custos operacionais (€)</b>	9.975.247	10.532.735	11.057.651
<b>Lucro (€)</b>	931.059	614.296	188.172

Os SMSBVC são, portanto, uma empresa com padrões de excelência e vontade de melhorar, sempre que possível. Este facto, aliado às elevadas perdas aparentes ainda existentes neste sistema de abastecimento, levou à consideração da realização da dissertação em perdas aparentes nesta entidade.

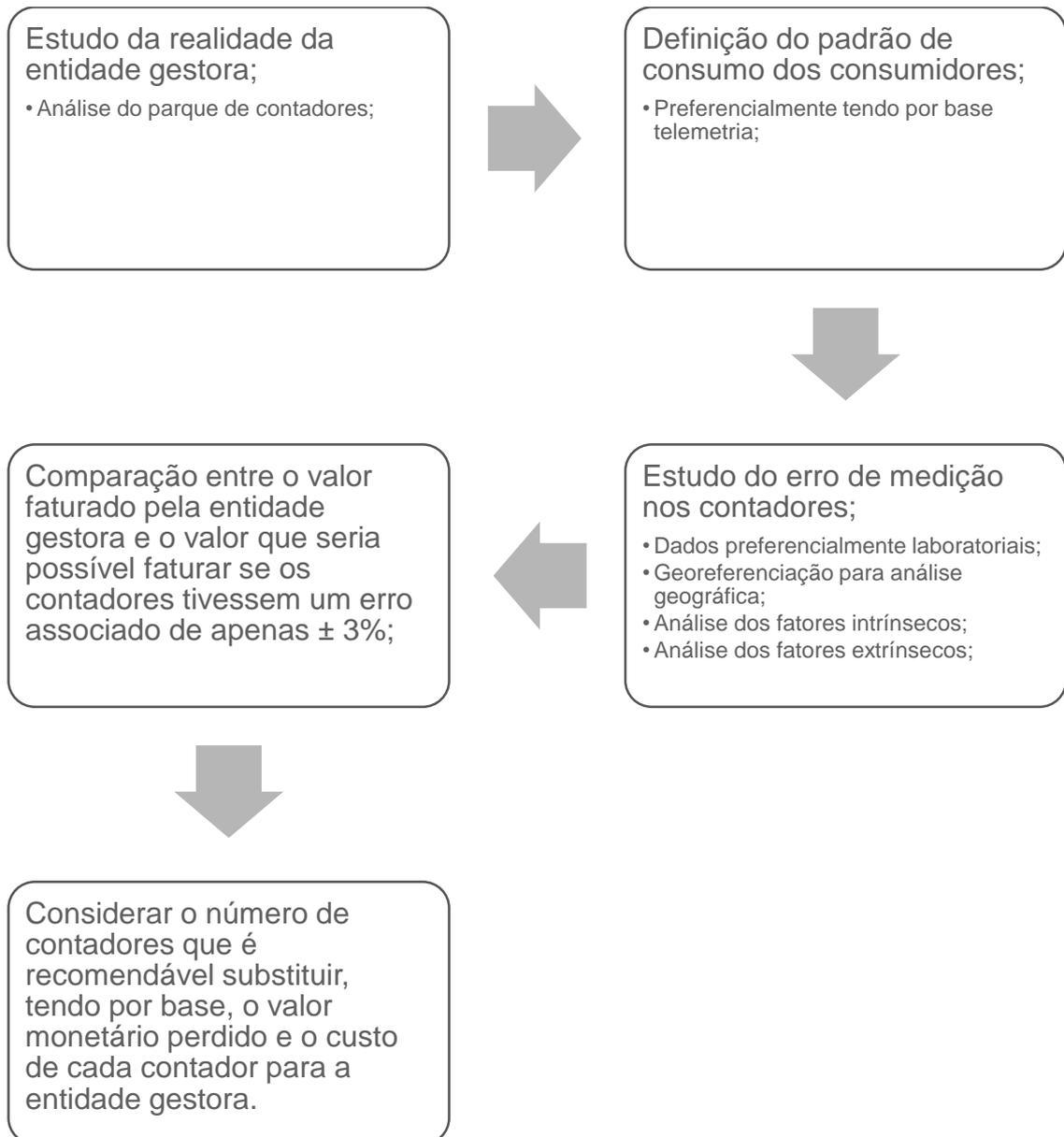
Optou-se, depois, por se focar em contadores, visto ser um fator mais controlável pela entidade gestora, e assim se poder rentabilizar os dados obtidos por esta entidade no âmbito do projeto iPerdas, além de completar este estudo, que já tinha desenvolvido previamente.

# 5

## DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

### 5.1. METODOLOGIA DESENVOLVIDA

Para o desenvolvimento da dissertação foi necessário a criação de uma metodologia a aplicar ao longo do trabalho e futuramente em casos mais genéricos, que em seguida se encontra esquematizada:



## 5.2. ANÁLISE DO PARQUE DE CONTADORES DOS SMSBVC

Depois de se caracterizar a situação geral em Viana do Castelo, foi necessário recorrer a uma análise do parque de contadores desta entidade gestora, reunindo dados de 2014 e 2015, de modo a permitir um conhecimento aprofundado da realidade dos SMSBVC.

Os dados de 2014 permitem analisar o número de contadores domésticos e não domésticos, o consumo faturado anualmente e o consumo médio mensal por cliente.

Os dados até maio de 2015 permitem saber, com exatidão, a idade do parque de contadores de Viana do Castelo.

Os dados relativos ao número de contadores sofrem alterações todos os dias, pois constantemente se assinam novos contratos entre cliente e a EG e se rescindem outros. Contudo, numa cidade histórica e com um número de residentes moderadamente constantes, a variação do número de contadores ao longo de um curto espaço de tempo não representa uma grande variação. Desde 2014 até à data de maio de 2015, o número de contadores passou de 41 138 para 41 024 sem alterar nenhum grande consumidor de água, ou seja, num universo tão grande a modificação de 114 contadores não causa um impacto significativo na água faturada.

Fazendo uma análise global a todos os contadores do SMSBVC à data de Abril de 2014 obtém-se que:

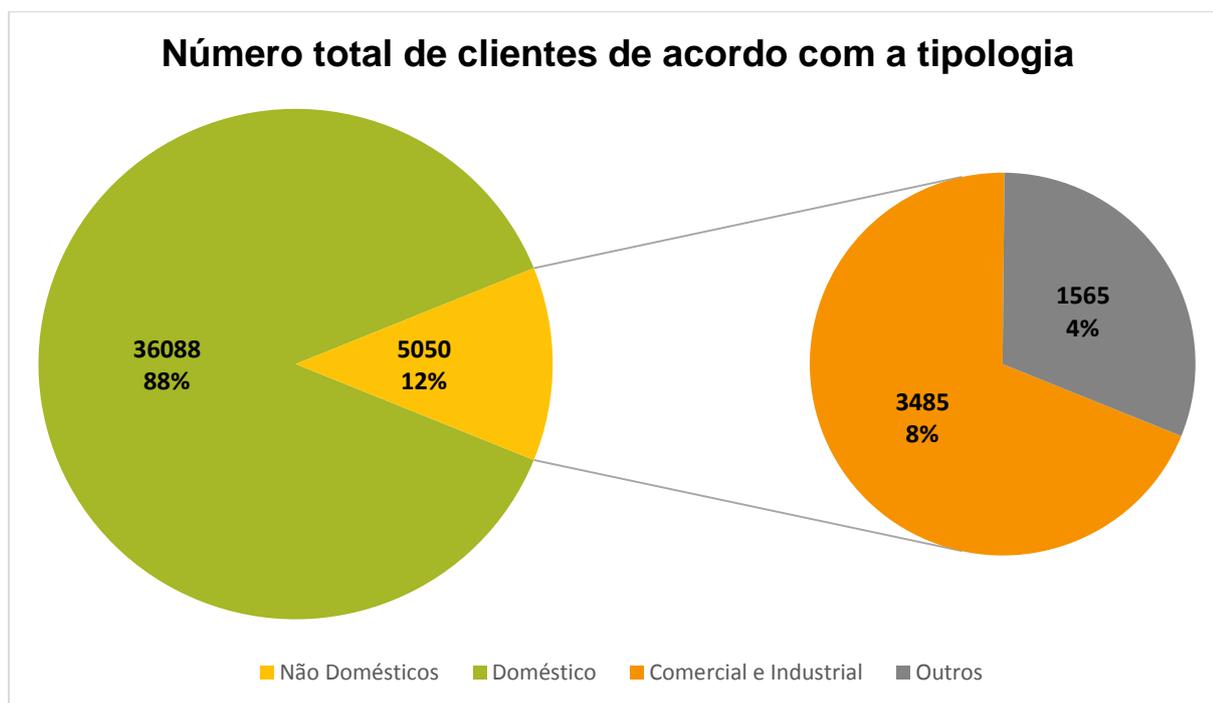


Figura 31 - Número total de clientes de acordo com a sua tipologia.

É notório, após análise da Figura 31, que os consumidores que se encontram em maior número no SAA de Viana de Castelo são os domésticos, correspondendo a 88% do total, seguidos da indústria e comércio, que pertence ao grupo dos não domésticos e que representam apenas 12% do número de clientes total.

Em seguida, é analisado o consumo total faturado por tipologia de cliente.

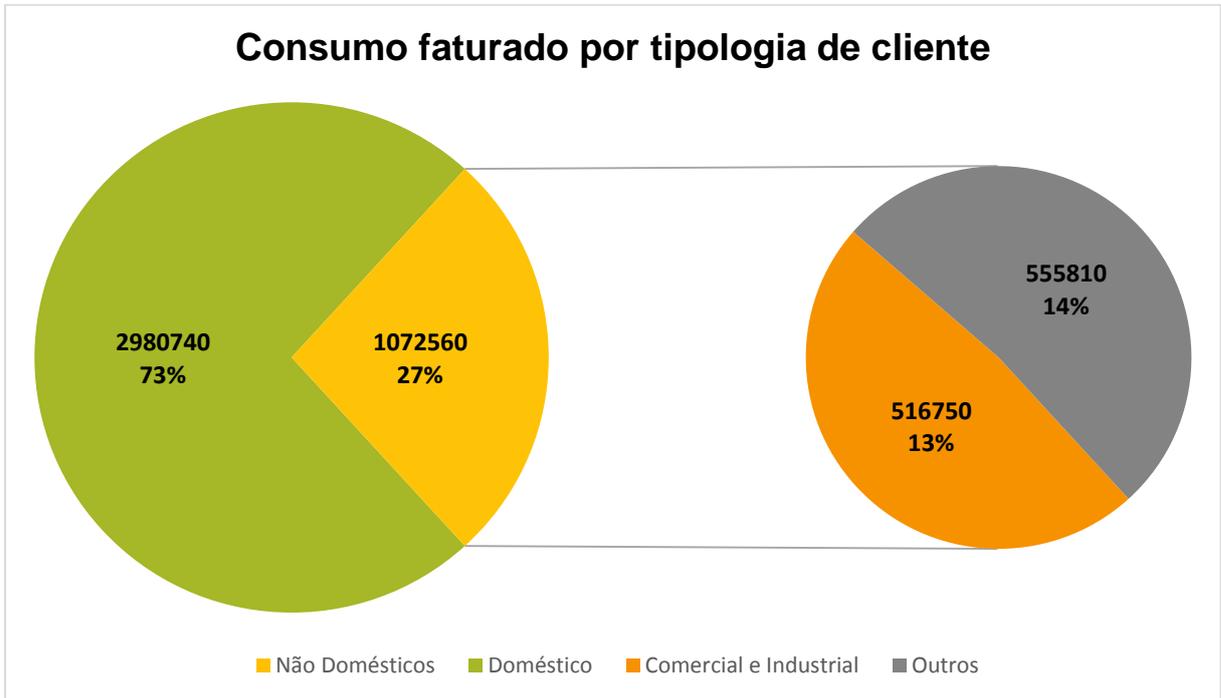


Figura 32 - Consumo total faturado pelos SMSBVC, em m<sup>3</sup> em 2014, por tipologia de cliente.

A maioria do consumo faturado corresponde aos consumidores domésticos, com 73% do consumo total, sendo, por outro lado, notório que o consumo faturado dos consumidores comerciais e industriais é muito similar aos consumidores que se encontram na categoria “outros”.

Ao fazer-se uma média de consumo por tipologia de cliente, em m<sup>3</sup>/(cliente.ano), obtêm-se os dados presentes na Figura 33:

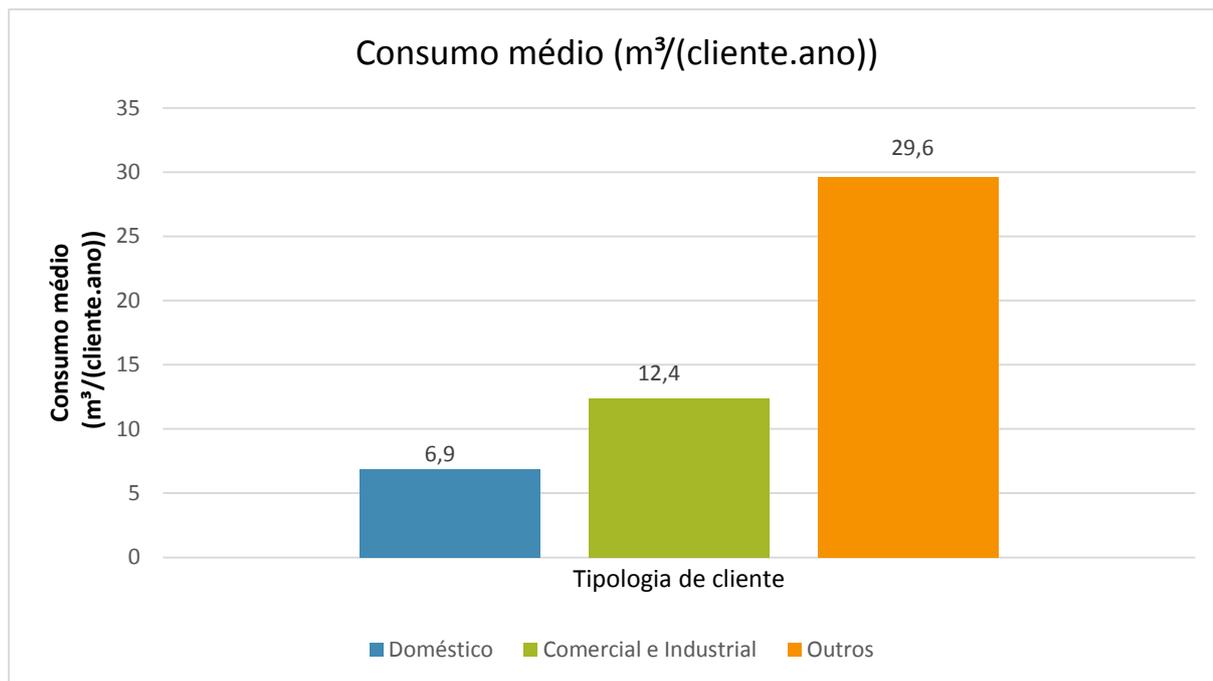


Figura 33 - Consumo médio faturado pelos SMSBVC, (m3/ano.cliente)).

Da análise da Figura 33 **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** verifica-se que os consumidores que mais água consomem são os categorizados como “outros” sendo que, em média, consomem mais 50% do que os industriais e mais de 75% do que os domésticos. Relativamente ao comércio e indústria, é feita a média destas duas tipologias de clientes. O comércio tem, em regra, consumos mais baixos, pelo que a média global por cliente tende a baixar. Uma vez que não existem indústrias com grandes consumos da rede pública, o valor médio das indústrias tende a não ser muito elevado. Nos “outros” estão compreendidas tipologias de clientes como autarquias, repartições públicas, totalizadores e afins, por isso a média é superior às outras tipologias analisadas.

Estudando-se a imagem que se encontra no anexo II, é notório que, como já foi referido anteriormente, a maioria do parque de contadores em Viana é de tipologia doméstica. Além disso, é agora perceptível que muitos desses contadores têm uma idade inferior a 10 anos. Contudo, ainda existe um número elevado de contadores que ultrapassam a idade permitida por lei, 12 anos.

### 5.2.1. CONSUMIDORES DOMÉSTICOS

Considerando-se, agora, apenas uma análise aos consumidores domésticos em Viana do Castelo à data de 2014.

Esta tipologia de clientes encontra-se dividida por diâmetro de contador que possui, podendo variar entre um diâmetro 15 e um diâmetro 40. A Figura 34 ilustra o número de contadores, relacionando-os com o diâmetro que estes possuem apenas para utilizadores domésticos.

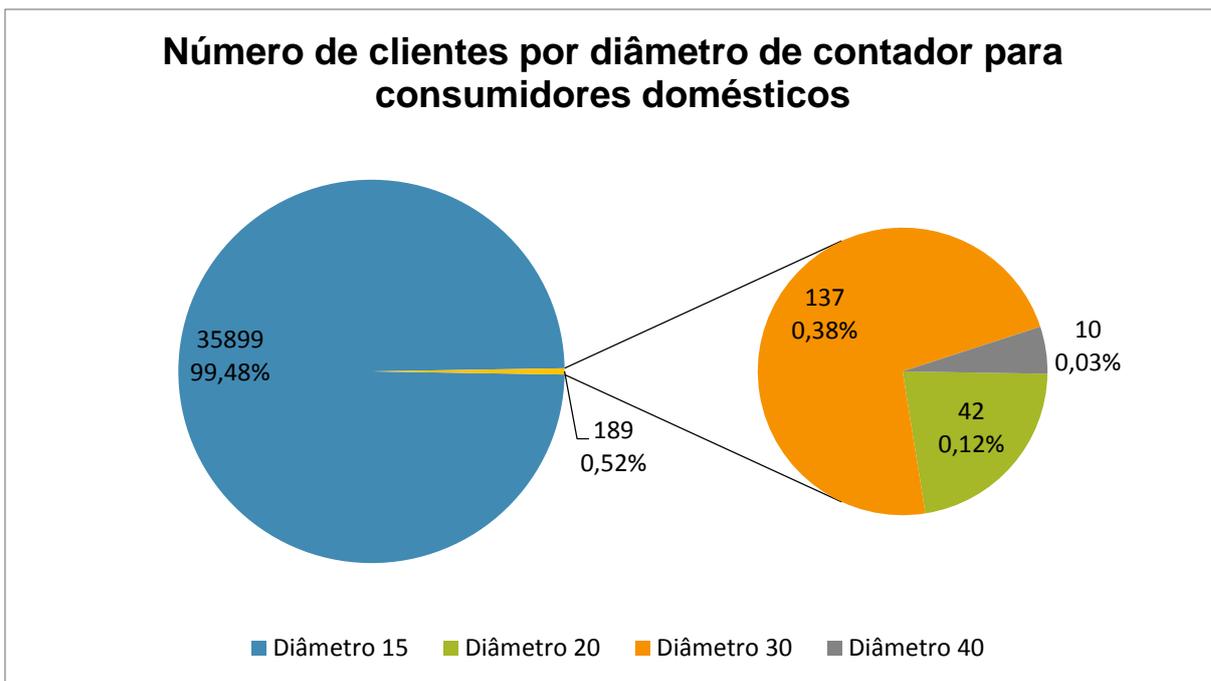


Figura 34 - Número de clientes domésticos por diâmetro de contador.

É visível que a grande maioria do parque de contadores de Viana do Castelo, para consumidores domésticos, têm diâmetro 15 e que a percentagem de contadores com grande diâmetro é vestigial.

Analisando-se os consumos totais faturados em função do diâmetro do contador.

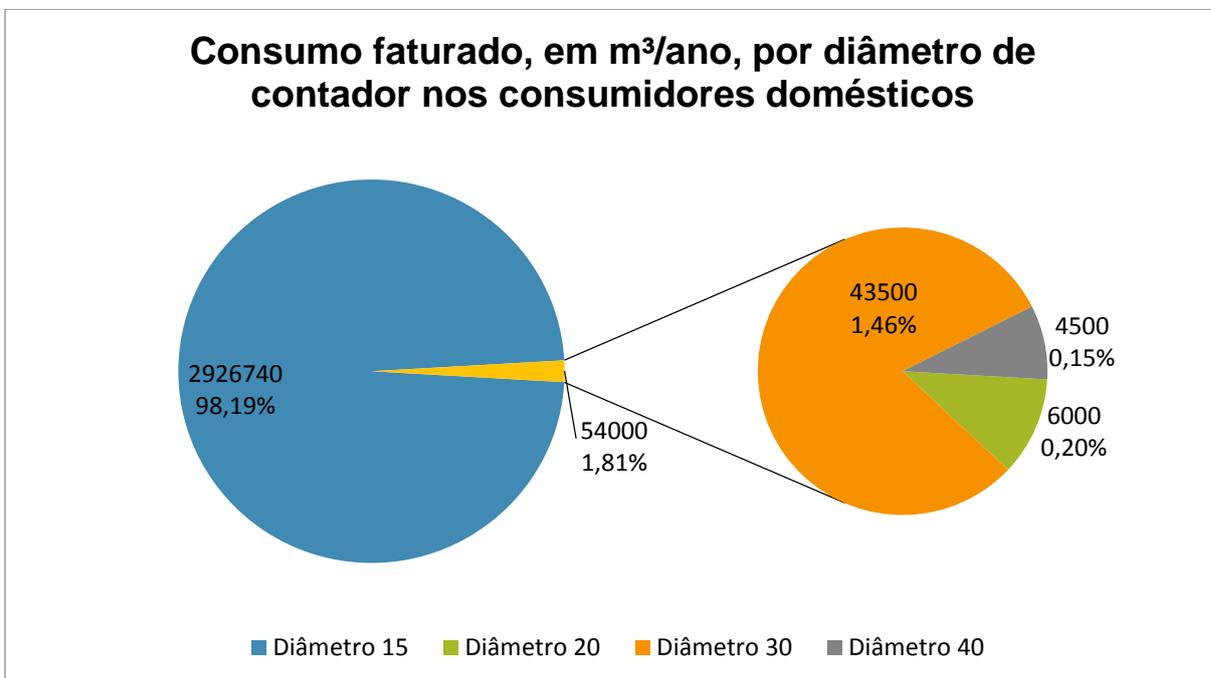


Figura 35 - Valor de consumo total faturado (m³) por diâmetro de contador nos consumidores domésticos.

É observável na figura acima que aproximadamente 98% de todo o consumo faturado pelos SMSBVC ocorre nos consumidores que possuem contadores de diâmetro 15, pois, embora este contador seja para

consumos mais pequenos, a grande maioria da população utiliza este diâmetro, logo, o somatório dos consumos é superior, pois o número de consumidores é bastante maior.

Comparando-se agora os consumos médios por cliente por mês em função do diâmetro de contador.

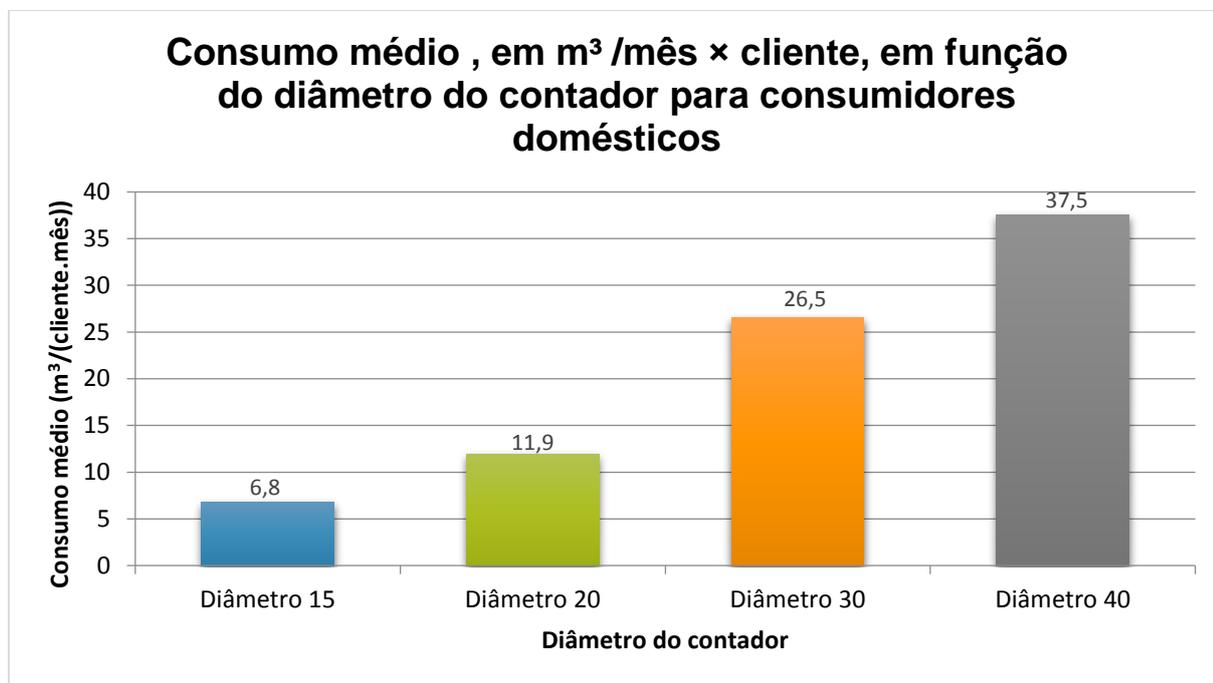


Figura 36 - Consumo médio (m³/mês × cliente) em função do diâmetro do contador para consumidores domésticos.

Como seria espectável, quanto maior o diâmetro do contador maior o consumo médio mensal. Os contadores de diâmetro 15 milímetros consomem em média por mês e por cliente 6,8 m³, enquanto consumidores com contadores de diâmetro 40 milímetros consomem mensalmente 37,5m³.

Observando agora a idade dos contadores com tipologia doméstica:

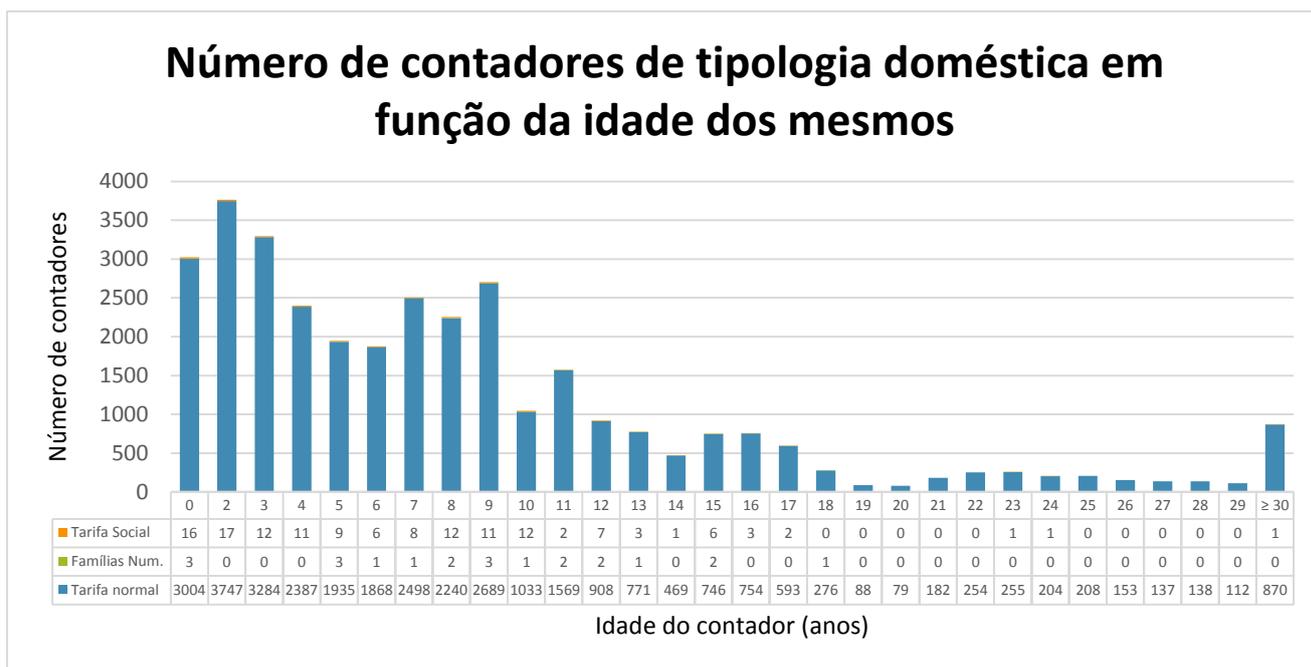


Figura 37 - Número de contadores de tipologia doméstica em função da idade.

Os contadores de tipologia doméstica compreendem não só os contadores com tarifa normal mas também contadores cujo consumo é cobrado a tarifas inferiores, por vários motivos, podendo isto verificar-se por se tratar de uma família carenciada ou de uma família numerosa. No gráfico anterior é visível que os contadores domésticos com tarifa regular se encontram em muito maior número em todas as idades analisadas.

## 5.2.2. CONSUMIDORES NÃO DOMÉSTICOS

### 5.2.2.1. Consumidores comerciais e industriais

Observando-se os consumidores comerciais e industriais, o diâmetro destes varia entre 15 milímetros e 100 milímetros. É esperado que, por razões óbvias, a indústria consuma bastante mais água que os consumidores domésticos, daí a presença de diâmetros maiores.

Analisando-se o número de clientes em função novamente do diâmetro dos contadores.

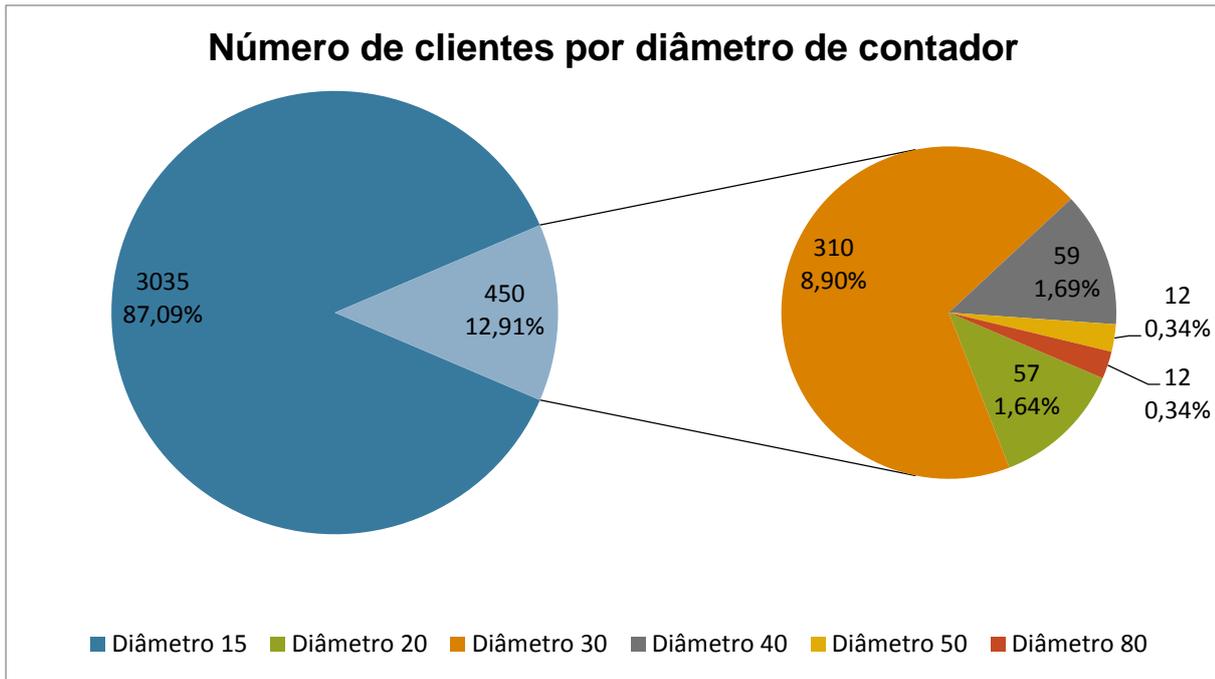


Figura 38 - Número de clientes de tipologia comerciais e industriais em função do diâmetro de contador.

Embora neste gráfico estejam agrupados comércio e indústria, é visível que a maioria dos contadores têm diâmetro pequeno, isto acontece devido ao facto de grande parte ser pequeno comércio ou indústrias com consumos similares aos domésticos. Contudo, também é perceptível a existência de contadores de maiores diâmetros para as grandes indústrias e comércio.

Seguidamente, apresenta-se o consumo faturado por ano e diâmetro de contador.

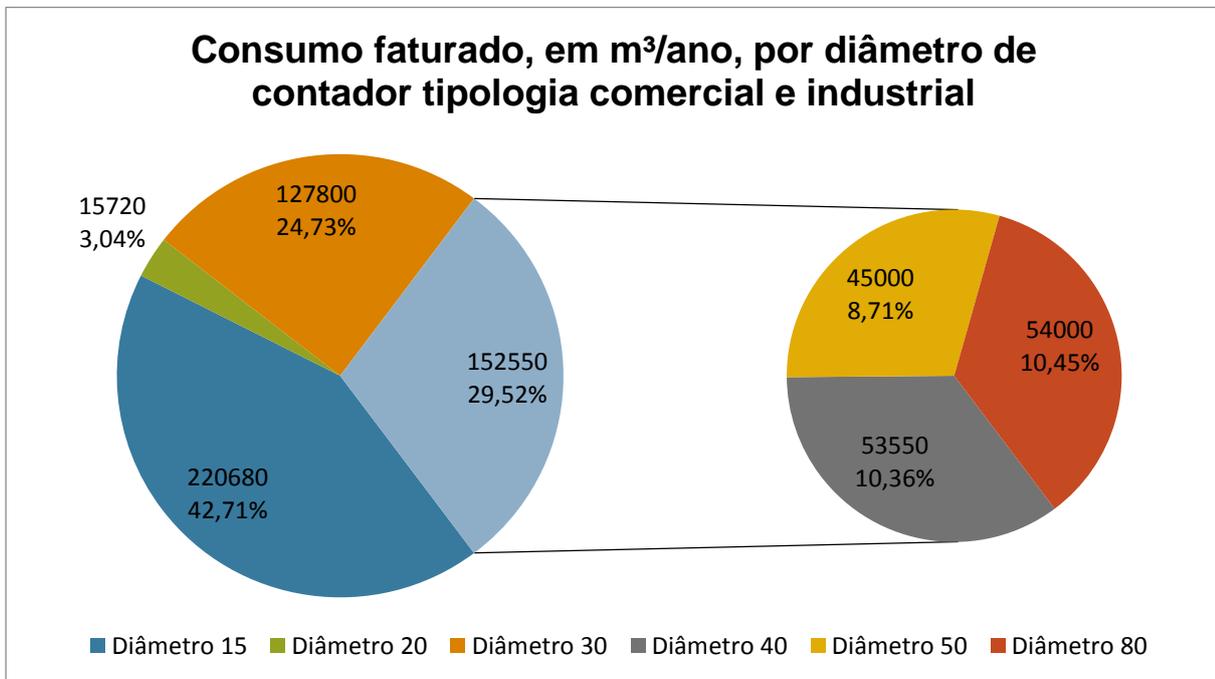


Figura 39 - Valor de consumo total faturado (m³) por diâmetro de contador nos consumidores não domésticos, tipologia comércio e indústria.

Deste gráfico é perceptível que o maior consumo faturado encontra-se nos contadores de diâmetro pequeno, seguido de contadores de diâmetro 30 milímetros e finalmente os contadores de diâmetro 80. Os contadores de diâmetro 15 milímetros têm uma quantidade maior de consumo faturado anualmente pois estão em maior quantidade no SAA de Viana do Castelo. Os contadores de maior diâmetro também têm elevado consumo faturado, devido ao facto de consumirem grandes quantidades de água. Neste sistema não existem contadores de diâmetro 25, 65 e 100 milímetros, pelo que daí advém o facto do consumo para estes diâmetros ser 0.

No gráfico seguinte vão ser mostrados consumos médios mensais por cliente de acordo com o diâmetro de contador que têm.

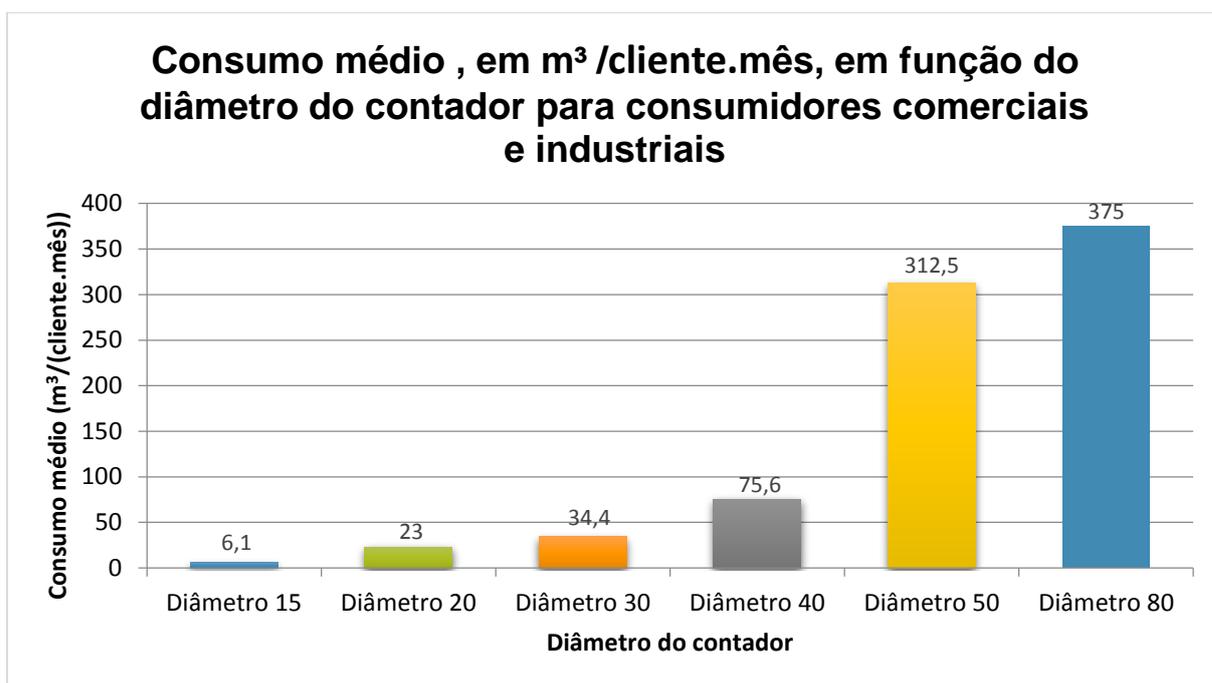


Figura 40 -Consumo médio (m<sup>3</sup>/mês × cliente) em função do diâmetro do contador para consumidores não domésticos tipologia comercial e industrial.

Como seria esperável os contadores de maior diâmetro são os que têm um maior consumo médio por cliente e por mês, em oposição a contadores pequenos, que possuem consumos inferiores.

#### 5.2.2.2. Consumidores classificados como outros

Primeiramente é importante referir que esta categoria engloba consumidores não domésticos do tipo autarquias, os SMSBVC, juntas de freguesia, IPSS, ou seja todos os consumidores não domésticos que não sejam comércio ou indústria.

Analisando-se novamente o número de contadores em função do diâmetro do contador instalado, o gráfico que se obtém é o seguinte:

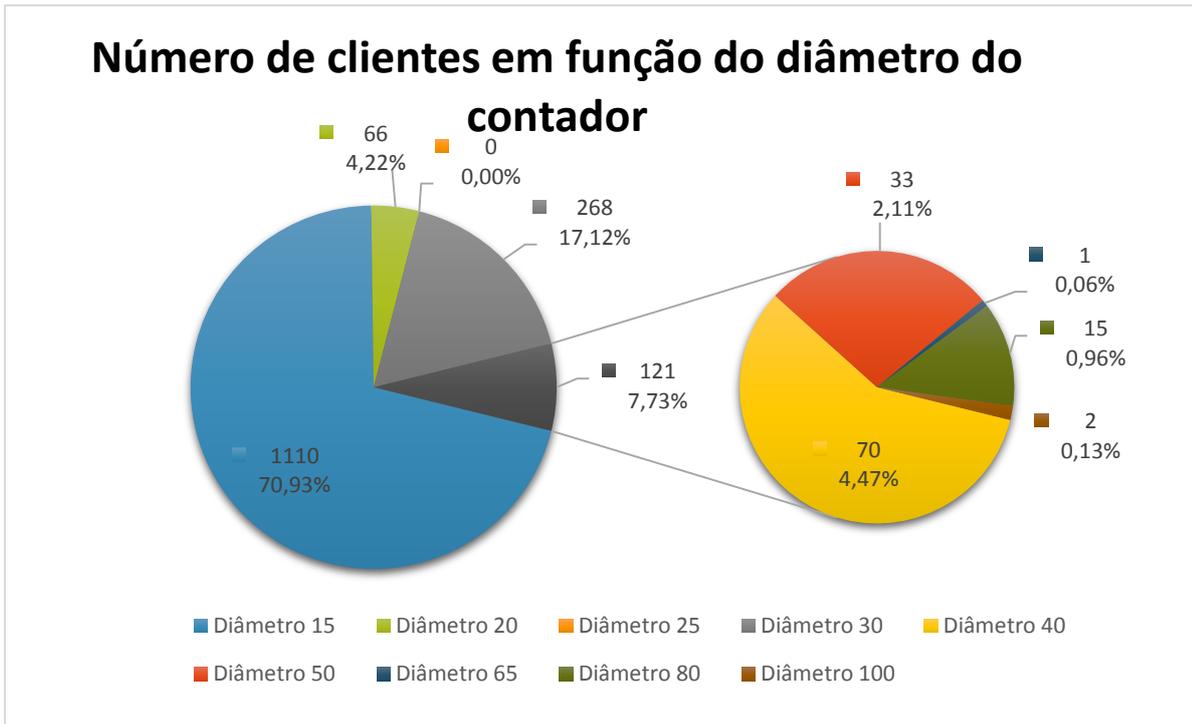


Figura 41 - Número de clientes de tipologia outros em função do diâmetro de contador.

Nos consumidores englobados na categoria outros, o diâmetro mais preponderante é novamente o de 15 milímetros, seguido do diâmetro 30. Curiosamente, neste grupo encontram-se diâmetros de contadores maiores do que no grupo de comércio e indústria, além de uma variedade maior. Só não existem contadores de diâmetro 25 milímetros neste grupo.

Seguidamente, apresenta-se o consumo faturado, em metros cúbicos por ano, em função do diâmetro do contador.

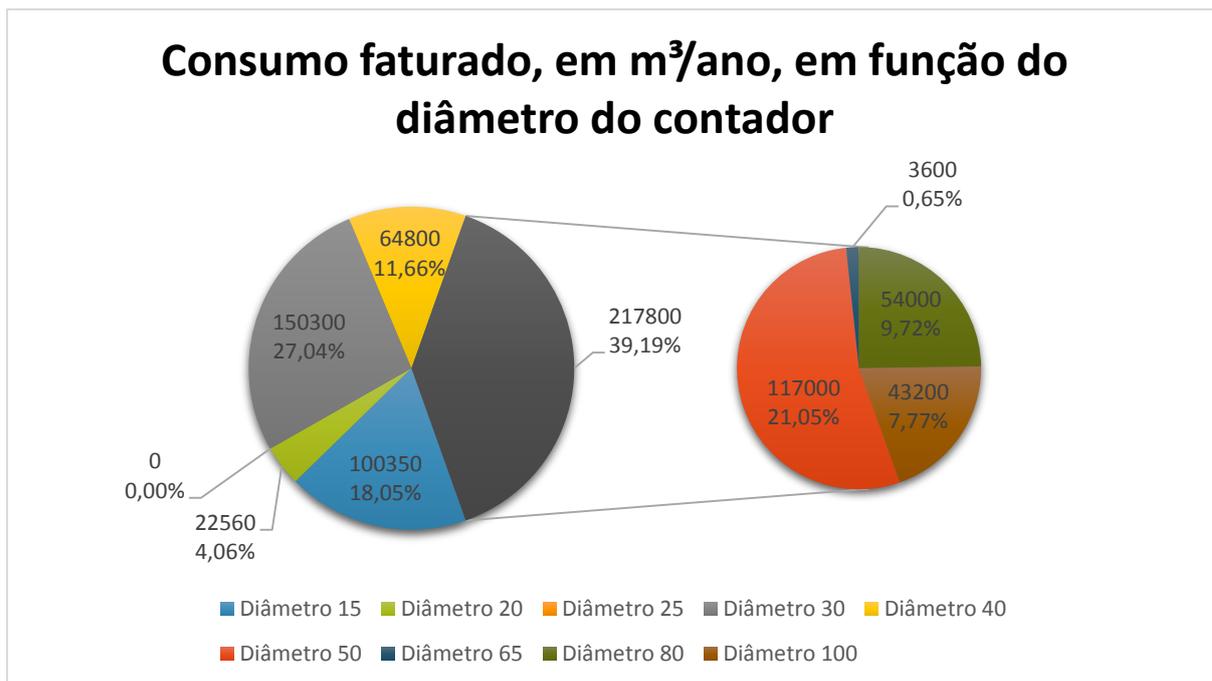


Figura 42 - Valor de consumo total faturado (m<sup>3</sup>) por diâmetro de contador nos consumidores não domésticos de tipologia outros.

Embora a maioria dos contadores possuam diâmetro 15 milímetros, não são esses os responsáveis pela maior faturação de água. Os que faturam mais são os contadores de diâmetro 30, seguidos pelos contadores de diâmetro 50. É curioso o facto de apenas dois contadores de diâmetro 100 serem responsáveis pela faturação de 7,77% de consumo de água faturada dentro do grupo outros.

Analisando-se em seguida o consumo médio mensal por cliente e por diâmetro.

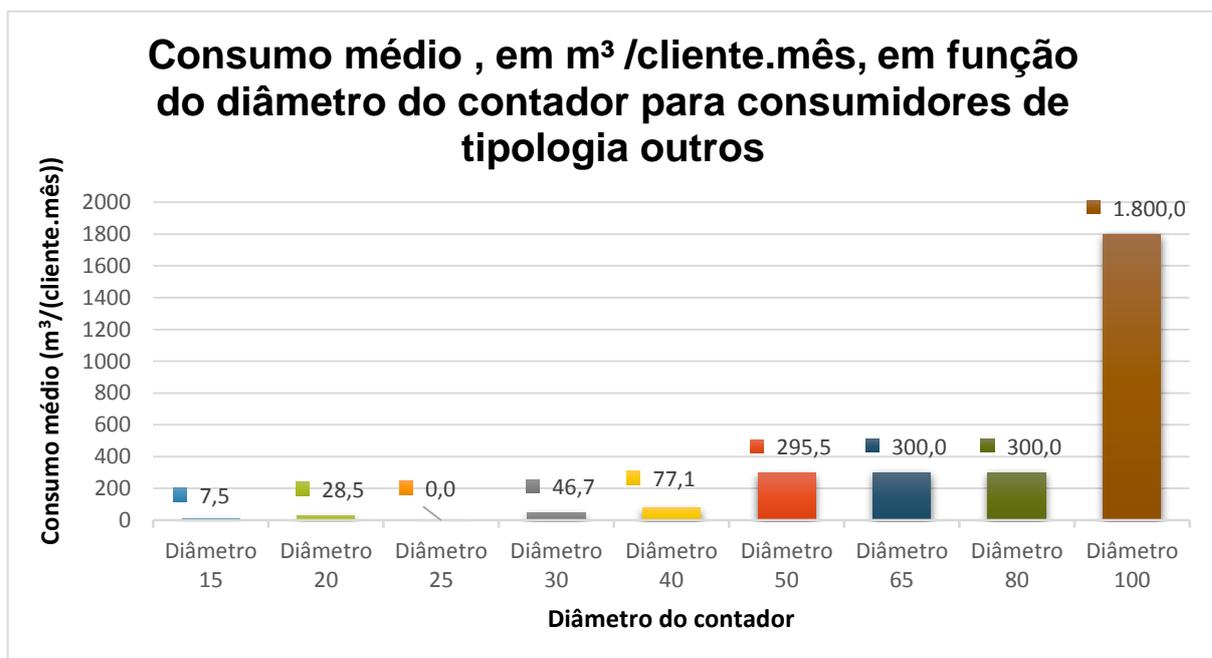


Figura 43 - Consumo médio (m<sup>3</sup>/mês × cliente) em função do diâmetro do contador para consumidores não domésticos tipologia outros.

É claramente perceptível que, quanto maior o diâmetro do contador, maior o consumo médio mensal por cliente. Curiosamente os diâmetros 80, 65 e 50 milímetros apresentam consumos médios bastante semelhantes. Para o diâmetro 25 milímetros não existem dados, logo, não existem consumos médios mensais.

Representando-se o número de contadores em função da idade.

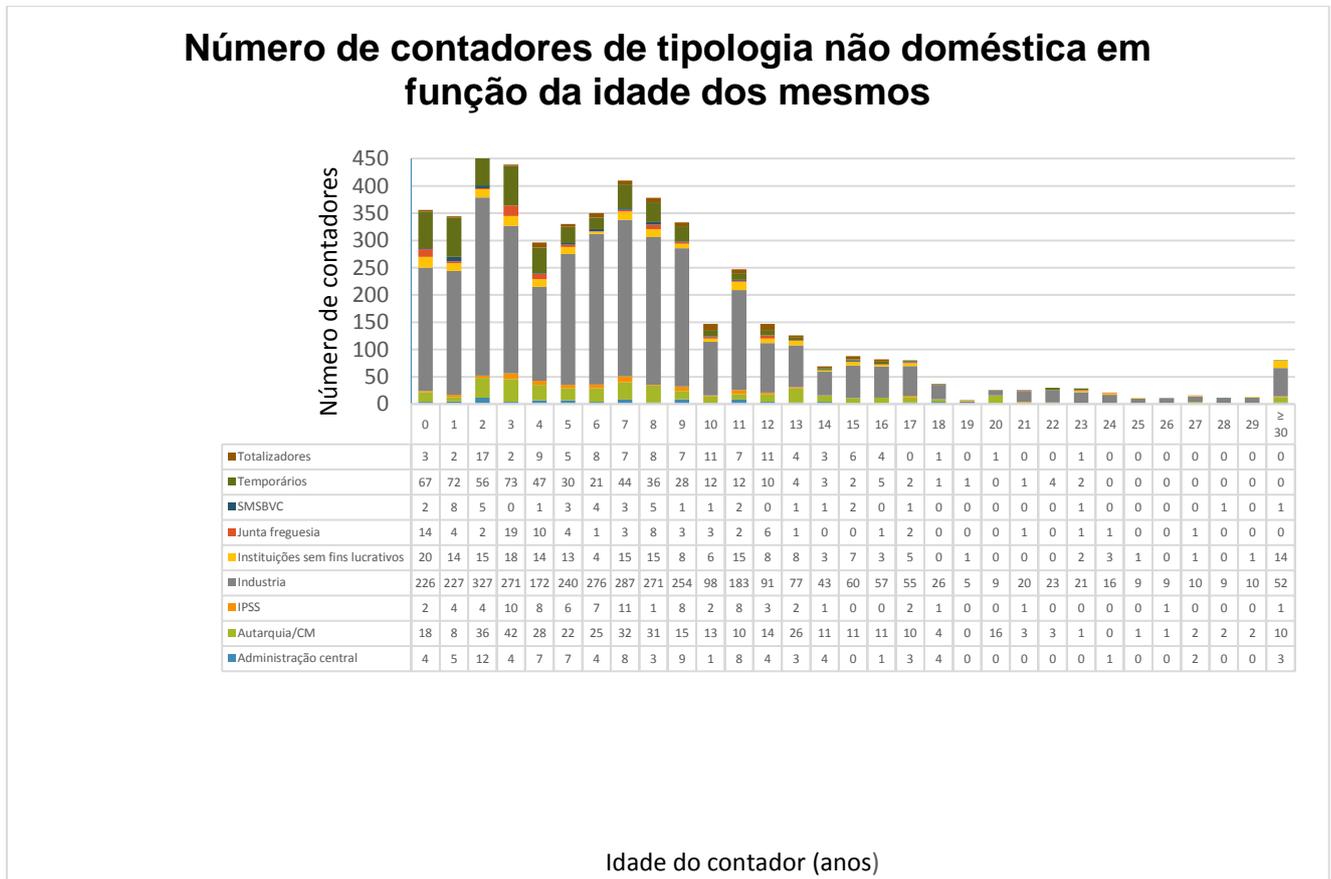


Figura 44 - Número de contadores de tipologia não doméstica em função da idade.

Da Figura 44 é evidente, que dentro dos não domésticos, a maioria dos consumidores inserem-se na tipologia dos industriais e com contadores maioritariamente recentes. Contudo, ainda é visível um elevado número de consumidores não domésticos com contadores de idade superior a 30 anos. A maioria dos contadores na tipologia de não domésticos têm uma idade inferior a 10 anos.

### 5.3. PADRÕES DE CONSUMO DOS CONSUMIDORES DE VIANA DO CASTELO EM ZONAS COM TELEMETRIA

Para um melhor entendimento da realidade do consumo da água no concelho de Viana de Castelo, foram observados os padrões de consumo da população. Através da observação de dados recolhidos de consumidores com telemetria fixa na zona de Chafé, Darque e Monserrate, foram analisadas os consumos horários e realizada a média horária anual de todos os consumidores.

Da análise dos dados dos 3762 consumidores que possuem telemetria ao longo do ano 2014, obteve-se o perfil horário de consumo para cada um dos escalões considerados. Foram analisados esses padrões horários cálculos com médias do consumo por hora. Depois estes foram separados por escalão de consumo e analisados como grupos.

Tabela 21 – Número de clientes domésticos, com telemetria, por escalão de consumo

Escalão de consumo médio mensal (m <sup>3</sup> )	Número de clientes
0-5	2987
5-15	693
15-25	67
>25	15

Em seguida apresenta-se o gráfico com a média horária de consumos por escalão.

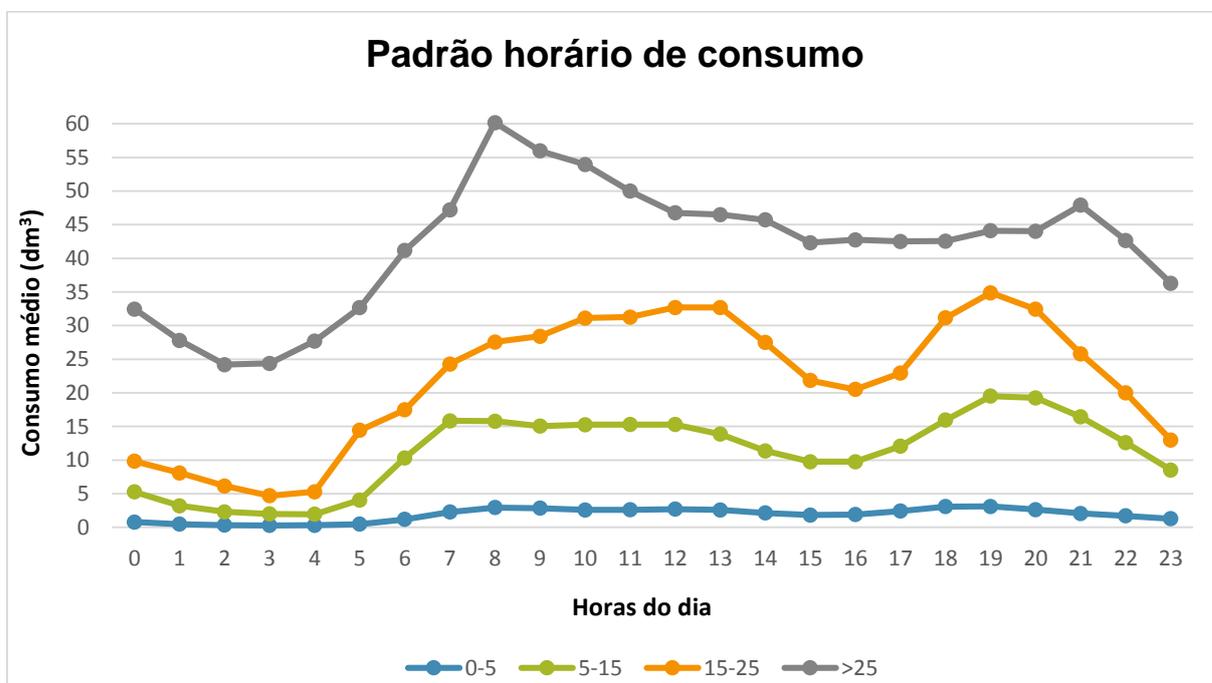


Figura 45 - Padrão de consumo para gamas diferentes em dm<sup>3</sup>/h.

Na Figura 45 é observável que as horas de consumo são similares, sendo variável apenas a quantidade de água consumida. Em todos os escalões, os pontos de mais baixos de consumo são de madrugada, contudo os pontos de pico variam de escalão para escalão.

Para depois ser realizada uma análise mais precisa calculou-se a percentagem de consumo por hora através da seguinte fórmula.

$$\text{Percentagem de consumo médio por hora} = \frac{\text{Consumo médio realizado por hora}}{\text{Consumo total}} \times 100$$

Deste cálculo obtiveram-se os seguintes valores e o seguinte gráfico:

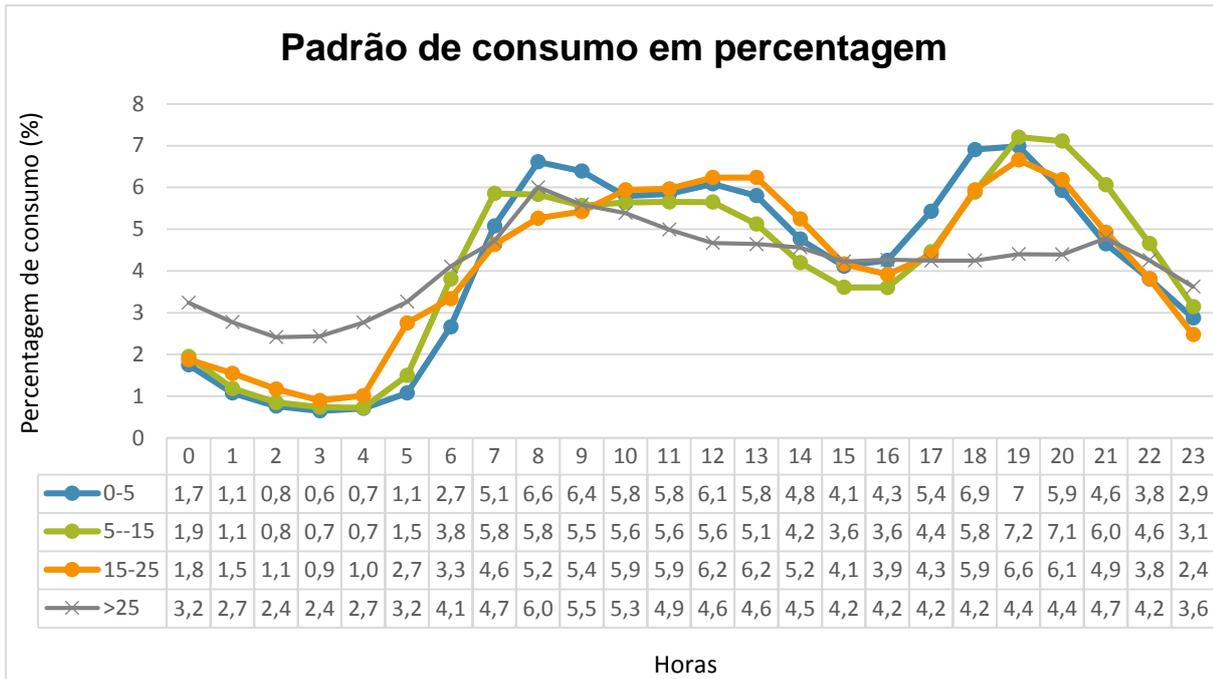


Figura 46 - Padrão de consumo horário em percentagem de acordo com a gama de consumo considerada.

Em todos os escalões as menores percentagens são de madrugada, devido ao facto dos consumos também serem menores nessas horas, obviamente.

No caso do escalão 0-5 m<sup>3</sup> mensais, o ponto de menor consumo é às 3 horas, no caso do escalão 5-15, às 3 e as 4 horas, no escalão 15-25 é novamente às 3 horas, e finalmente no escalão > 25 m<sup>3</sup> o ponto de menor consumo foi às 2 e as 3 horas.

Embora sejam escalões bastante diferentes o número em percentagem é bastante similar, o que significa que a percentagem de água consumida relativamente a todo um dia de consumo é bastante similar nos quatro grupos.

#### 5.4. ANÁLISE DO ERRO DE CONTADORES

Após a análise generalizada dos consumidores dos Serviços Municipalizados de Saneamento Básico de Viana do Castelo, foi visível a necessidade de obtenção de dados experimentais dos contadores desta entidade para análise dos erros que estes apresentavam, tendo em foco as perdas aparentes, em especial o erro de medição nos contadores.

Realizou-se um estudo para calcular as possíveis perdas que a entidade gestora está a ter com contadores a medir erradamente e até que ponto é rentável a substituição de alguns contadores na rede.

No âmbito do programa iPerdas tinha sido realizada a análise laboratorial ao erro de 60 contadores em Abril de 2014. Para completar este estudo e tornar a amostra mais significativa, procedeu-se em junho de 2015 à análise laboratorial de mais 126 contadores, analisando-se 186 contadores num universo de aproximadamente 41000 contadores. Os contadores seleccionados foram escolhidos aleatoriamente das freguesias de Santa Maria Maior e Mujães no concelho de Viana do Castelo, contudo só foram

selecionados contadores de diâmetro 15 milímetros visto este ser o diâmetro mais presente na rede de abastecimento, e contadores domésticos pois esta é a tipologia predominante.

A metodologia do ensaio foi a seguinte:

- Primeiramente, e como já foi referido, foram selecionados aleatoriamente contadores;
- Em seguida, estes foram retirados das casas dos consumidores e substituídos por contadores novos;
- Os contadores originais foram, posteriormente, transportados até ao laboratório onde se procedeu à sua análise.



Figura 47 – Imagens de alguns dos contadores analisados em laboratório.

- No laboratório existe uma banca de medição composta por um depósito subterrâneo de água, umas tubagens onde são inseridos os contadores e o painel de controlo onde é controlada a temperatura e o volume de água que circula pelas tubagens e pelo contador e o tempo que este volume demora a passar, ou seja, o caudal.



Figura 48 – Banca onde se realizou o estudo laboratorial de medição do erro nos contadores.

- Após inseridos os contadores na banca, procedeu-se à medição dos erros dos mesmos, fazendo-se passar pelos contadores um determinado volume e analisando quanto é que estes medem efetivamente.



Figura 49 – Mostrador da banca de medição

A Figura 49 mostra o caudal medido e o tempo de ensaio selecionado. Depois de os ensaios serem realizados para cada gama de caudais, observava-se e contabilizava-se o volume de água que o contador tinha de facto medido. A diferença entre volume de água que tinha passado na tubagem e no contador e a água que tinha sido contabilizada pelo contador informa o erro do contador através do cálculo do erro relativo. Foram medidas 7 gamas de caudais diferentes.

- 3000 dm<sup>3</sup>/h
- 1500 dm<sup>3</sup>/h
- 750 dm<sup>3</sup>/h
- 120 dm<sup>3</sup>/h
- 60 dm<sup>3</sup>/h
- 30 dm<sup>3</sup>/h
- 15 dm<sup>3</sup>/h

Como a escolha dos contadores foi aleatória, obtiveram-se dados bastante variados. Os gráficos seguintes servem para caracterizar este grupo de 186 contadores.

O primeiro gráfico mostrará o número de contadores em função do modelo do contador.

Não é feita a distinção por fabricante pois muitos dos contadores apresentam nomes de fabricantes diferentes pois existiram vários *rebranding* da marca. Contudo a tecnologia do contador é a mesma, logo esse nome em nada influência o erro, contrariamente ao que acontece se o modelo variar, pois neste caso a tecnologia do contador altera-se, o que faz variar o erro.

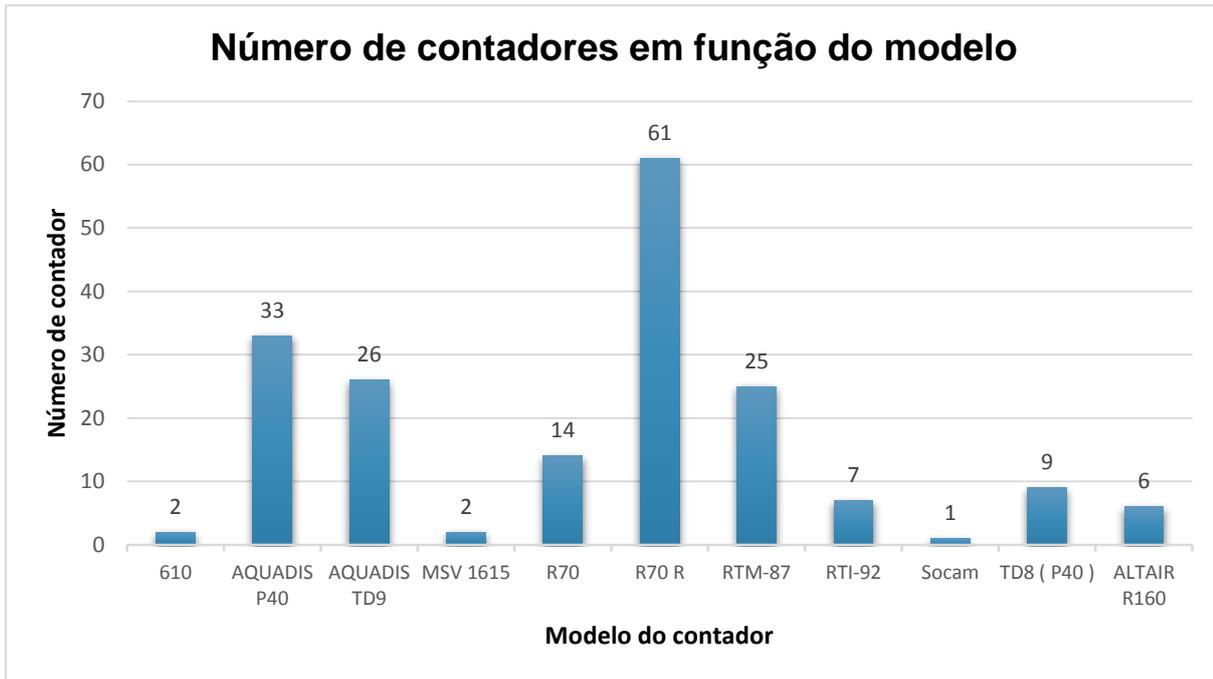


Figura 50 - Número de contadores em função do modelo.

É evidente pelo gráfico acima que, dos contadores analisados, a maioria são do modelo R70 R, ou seja são modelos que eram R70 mas que já sofreram reparação e aferições. Os modelos Aquadis, P40 e TD9, também se encontram em grande número na amostra. Contrariamente, existem modelos que vão apresentar apenas números residuais.

O gráfico seguinte indica o número de contadores em função da idade do contador analisado.

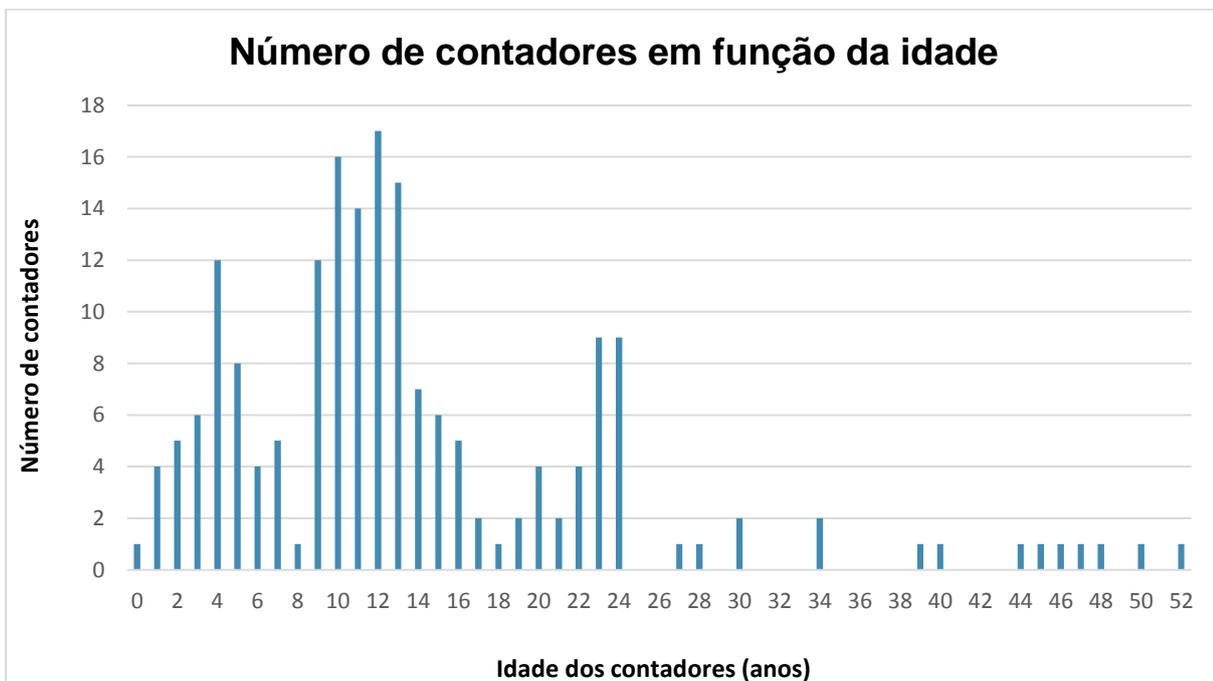


Figura 51 - Número de contadores em função da idade.

Da Figura 51 é perceptível que os contadores retirados e posteriormente analisados tinham uma gama bastante variada de idade, entre os 0 e os 52 anos de idade. Devido a este facto, será possível posteriormente relacionar a idade do contador com o erro dos mesmos.

Em seguida é apresentado o gráfico representativo do número de contadores em função da média de consumo mensal em metros cúbicos.

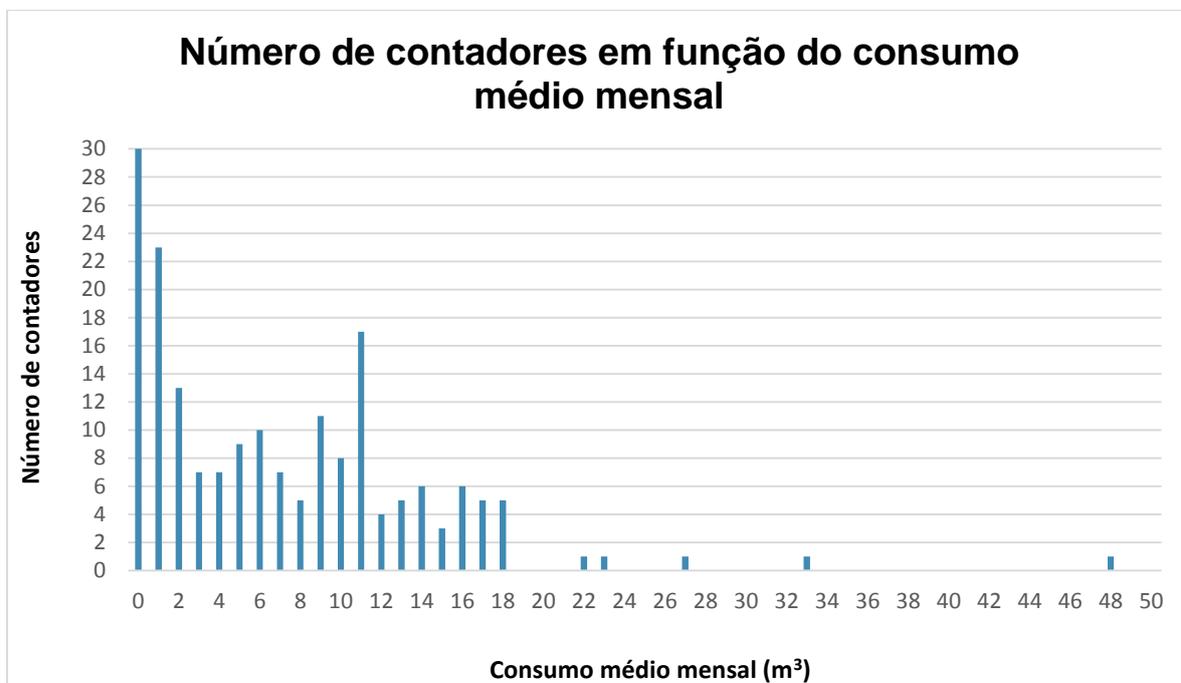


Figura 52 - Número de contadores em função do consumo médio mensal.

Analisando-se o número de contadores em função do consumo médio mensal por consumidor é possível observar que os consumos médios são bastante variáveis, o que vai possibilitar um estudo de possíveis relações entre consumos e erro dos contadores.

#### 5.4.1. GEORREFERENCIAÇÃO

Depois de selecionados os contadores foi necessário proceder à sua georreferenciação para análise de possíveis padrões geográficos. Para tal utilizou-se a ferramenta *Arcgis*. Foram construídos mapas relacionando a localização geográfica com o fabricante do contador, a idade do contador e a média de consumo. Em seguida são apresentados os mapas exportados do programa *Arcgis*.

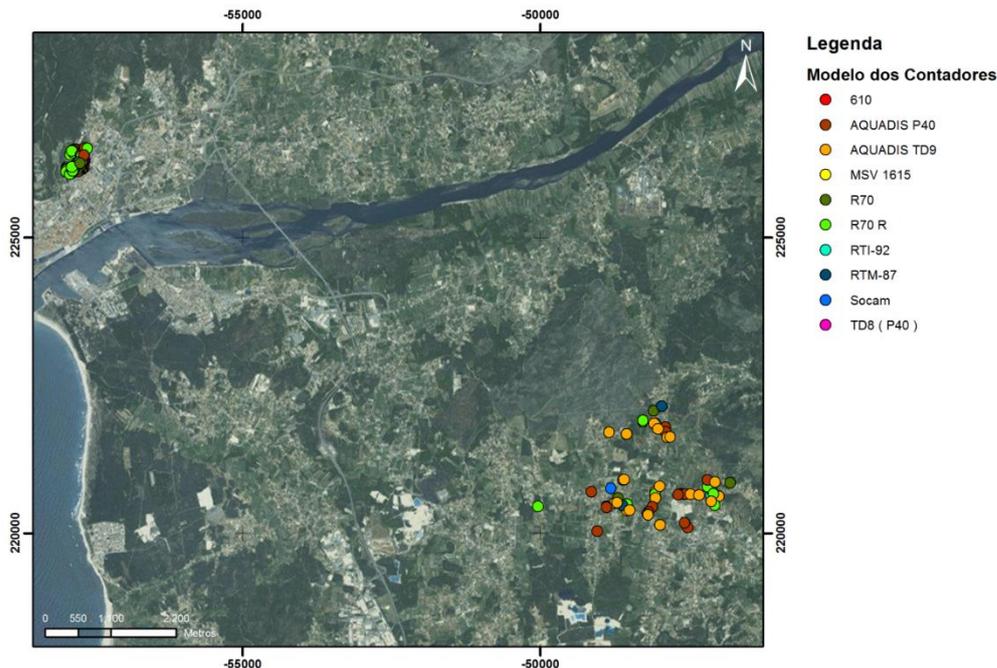


Figura 53 - Mapa do concelho de Viana do Castelo com georreferenciação por modelo dos contadores.

Este primeiro mapa é uma vista mais geral da localização dos pontos e dos modelos dos contadores daí retirados. Na parte superior do mapa, na região de Santa Maria Maior foram retirados 126 contadores que se encontram georreferenciados. Na região inferior do mapa na região de Mujães encontram-se georreferenciados os restantes 60 pontos. Aparentemente, na zona de Santa Maria Maior encontram-se maioritariamente contadores do modelo R70, enquanto que na região de Mujães a grande parte são modelos Aquadis, P40 e TD9.

Analisando-se em seguida mais particularmente as regiões:

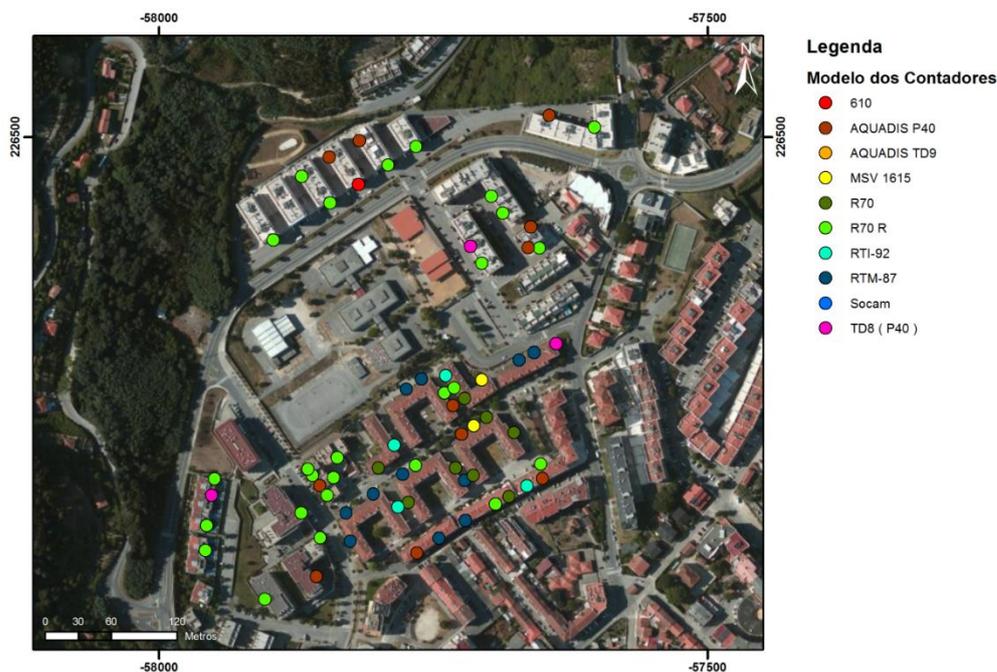


Figura 54 - Mapa da freguesia de Santa Maria Maior com georreferenciação por modelo dos contadores.

Como alguns contadores estão localizados em prédios, apenas são visíveis os pontos com uma maior altitude. Da observação deste gráfico é aparente que não existe um padrão de localização dos modelos e que o modelo que se encontra em maioria é o R70 R.

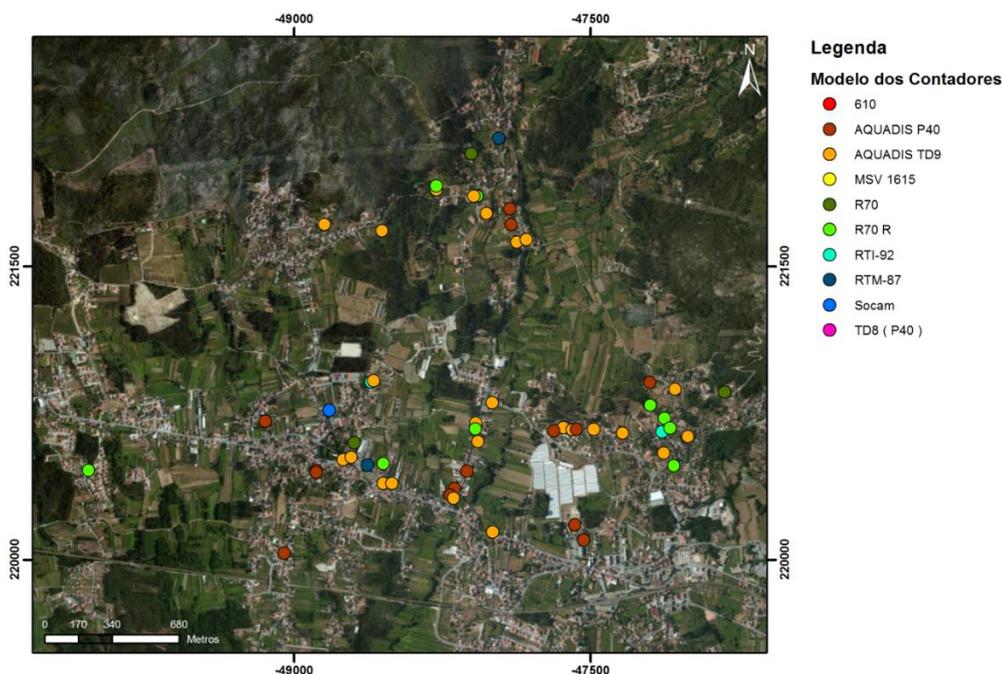


Figura 55 - Mapa da freguesia de Mujães com georreferenciação por modelo dos contadores.

Na figura 55, é perceptível que a distribuição dos contadores é maior nesta zona e que continuam a existir vários modelos para uma área tão pequena e sem nenhum padrão de distribuição.

Os mapas seguintes apresentam a relação entre a localização dos contadores e a idade dos mesmos.

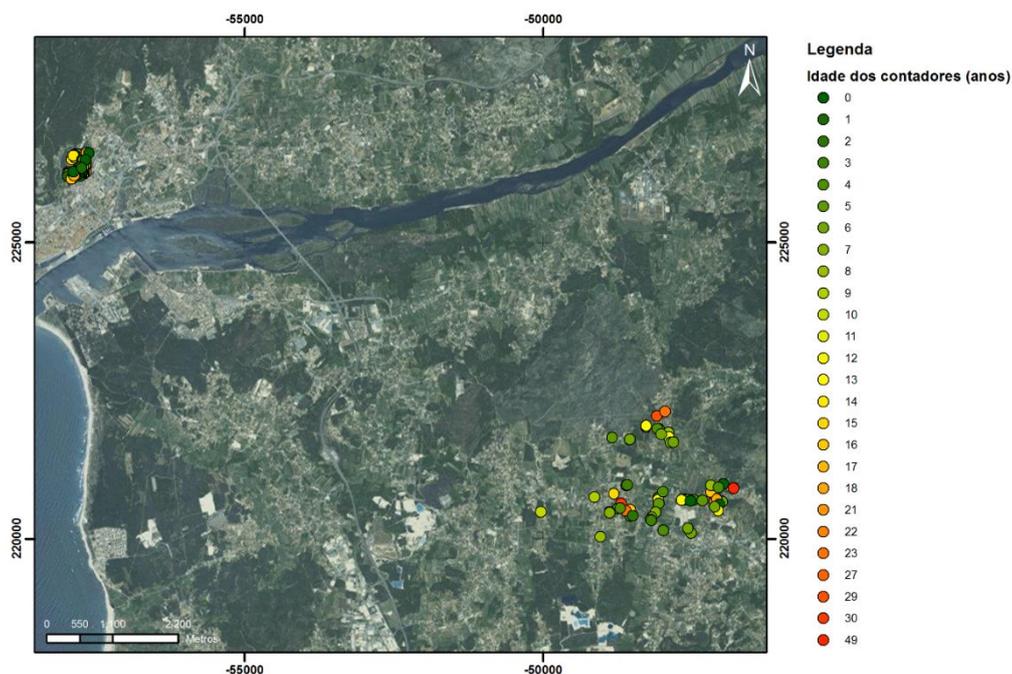


Figura 56 - Mapa do concelho de Viana do Castelo com georreferenciação por idade dos contadores.

Na Figura 56 é visível que nas duas zonas existe uma grande variedade de idades, existem contadores que foram retirados quando ainda não tinham completado um ano de uso e outros com quase 50 anos.

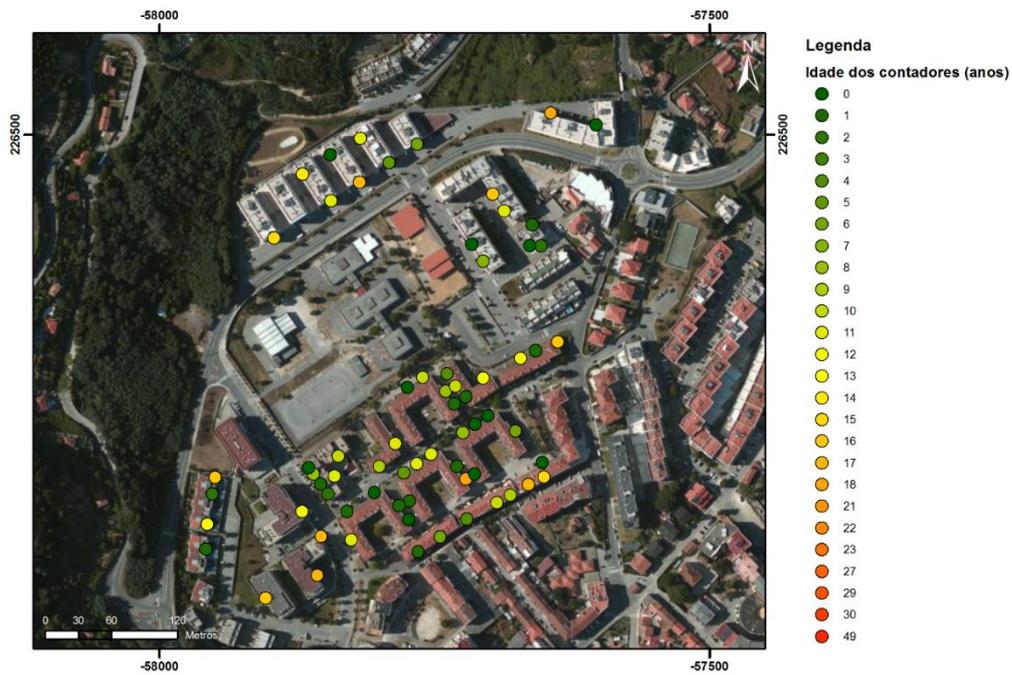


Figura 57 - Mapa da freguesia de Santa Maria Maior com georreferenciação por idade dos contadores.

Na região de Santa Maria Maior é visível a abrangência de idade e falta de um padrão de substituição dos contadores desta zona.

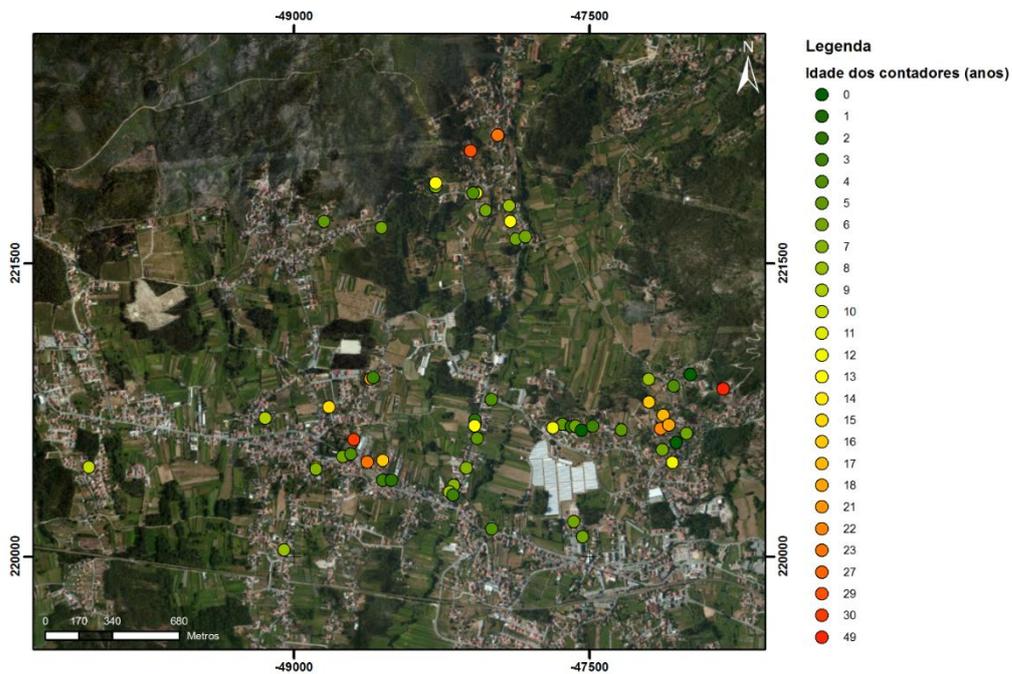


Figura 58 - Mapa da freguesia de Mujães com georreferenciação por idade dos contadores.

Na região de Mujães, existem contadores de muitas idades distintas e sem nenhum padrão aparente.

Em seguida, apresentam-se os mapas relativos ao consumo médio mensal de cada contador substituído e georreferenciado.

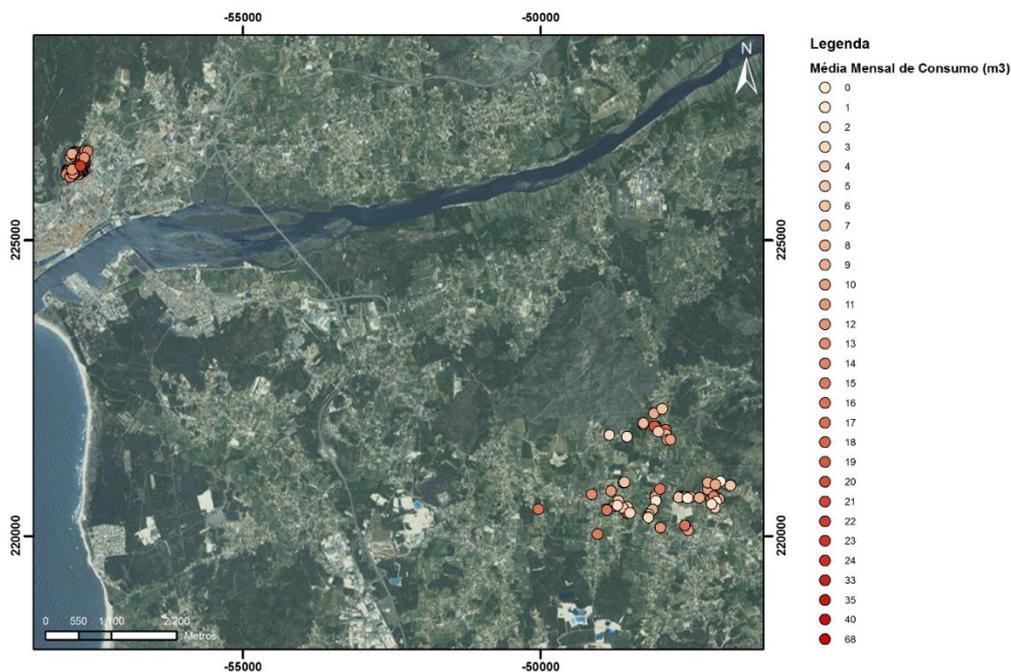


Figura 59 - Mapa do concelho de Viana do Castelo com georreferenciação por média mensal de consumo.

A imagem anterior representa a dispersão dos 186 consumidores e dos seus consumos médios mensais. É observável que a região de Mujães tem consumos inferiores relativamente a Santa Maria Maior. Contudo, apresentam-se em seguida mapas com uma escala menor para analisar se de facto esta conclusão é possível.

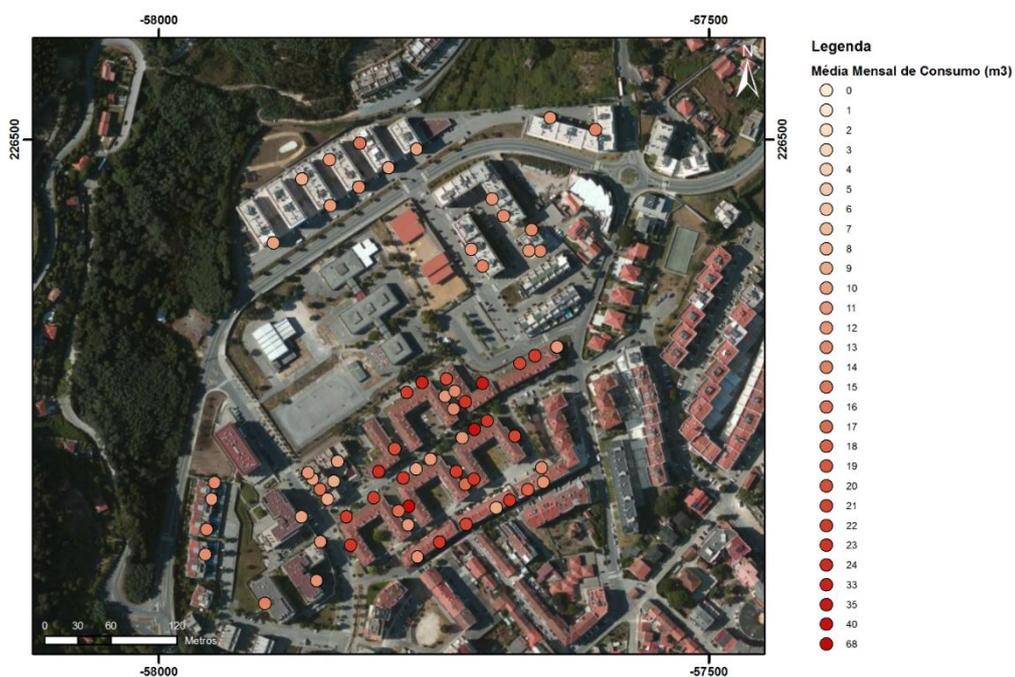


Figura 60 - Mapa da freguesia de Santa Maria Maior com georreferenciação por média mensal de consumos.

É notório que na região de Santa Maria Maior alguns consumos são elevados, superiores a 20 metros cúbicos mensais e poucos contadores, dos analisados, têm consumos baixos, inferiores a 10 metros cúbicos mensais.

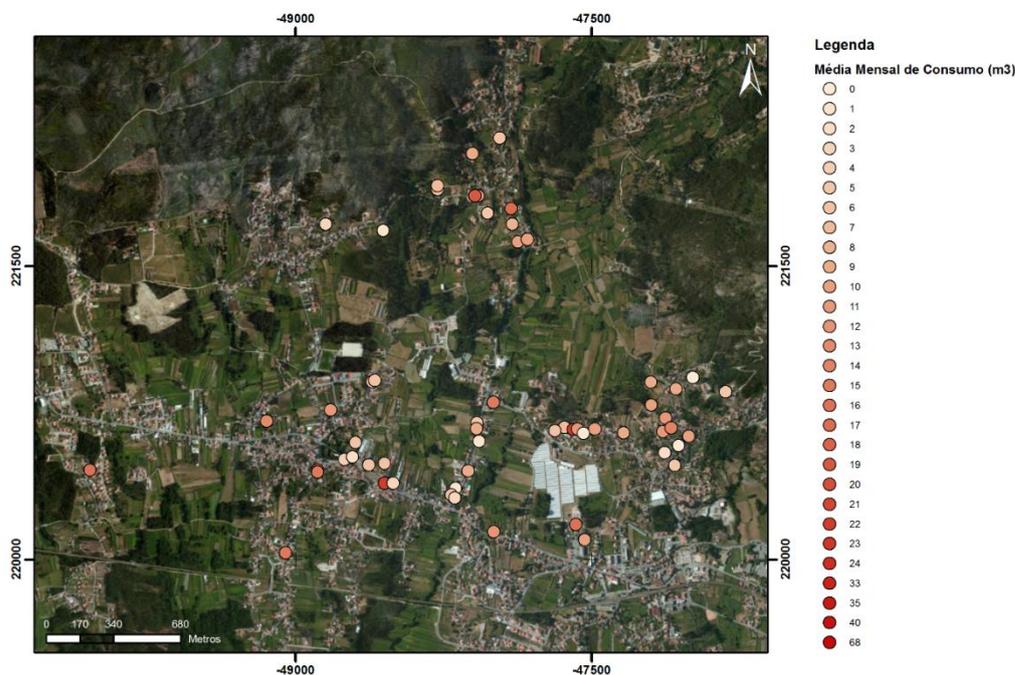


Figura 61 - Mapa da freguesia de Mujães com georreferenciação por média de consumo mensal.

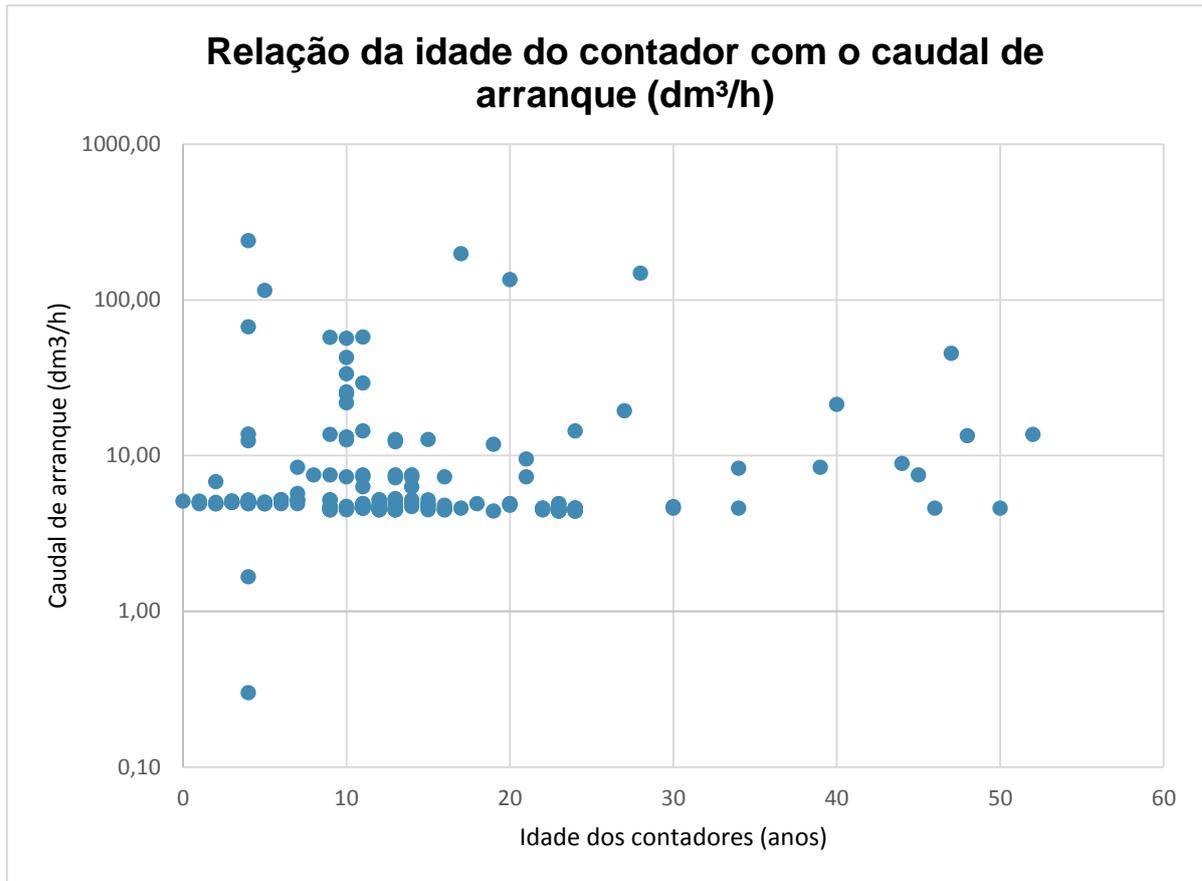
Na região de Mujães é visível que os consumos são inferior aos da região previamente analisada. Isto pode dever-se ao facto de a região de Mujães ser mais rural e muitos consumidores terem poços que ajudam ao abastecimento dos clientes, levando os mesmo a consumir menos água disponibilizada pela entidade gestora, e conseqüentemente a ter um menor consumo médio mensal.

#### 5.4.2. RELAÇÃO DOS ERROS DE MEDIÇÃO COM DIVERSOS FATORES

Neste trabalho experimental foi possível relacionar o erro dos contadores com diversos fatores, tais como idade e modelo dos contadores e escalões de consumo, erguendo assim a possibilidade de encontrar variadas relações e tendências.

##### 5.4.2.1. Relação entre caudal de arranque e idade

Como já foi definido anteriormente, o caudal de arranque é o menor caudal com o qual o contador entra e permanece em funcionamento contínuo. Em laboratório analisou-se o caudal de arranque de cada contador e em seguida relacionou-se o caudal de arranque com a idade do contador em estudo.

Figura 62 – Relação idade do contador com o caudal de arranque (dm<sup>3</sup>/h)

Através da análise da Figura 62, é evidente que não existe uma relação entre o caudal de arranque em função da idade. Contadores com idades baixas possuem caudais de arranque altíssimos e contadores com idades elevadas possuem caudais de arranque baixos. É também visível que, por hora, muitos litros de água não são contabilizados, uma vez que, o contador simplesmente não arranca.

### 5.4.2.2. Relação entre erro e idade do contador

Primeiramente foi considerada a idade de cada contador analisado em laboratório e comparada a mesma com o erro obtido em função de cada gama de caudais de ensaio considerada. O resultado permite relacionar o erro de cada gama com a idade do contador.

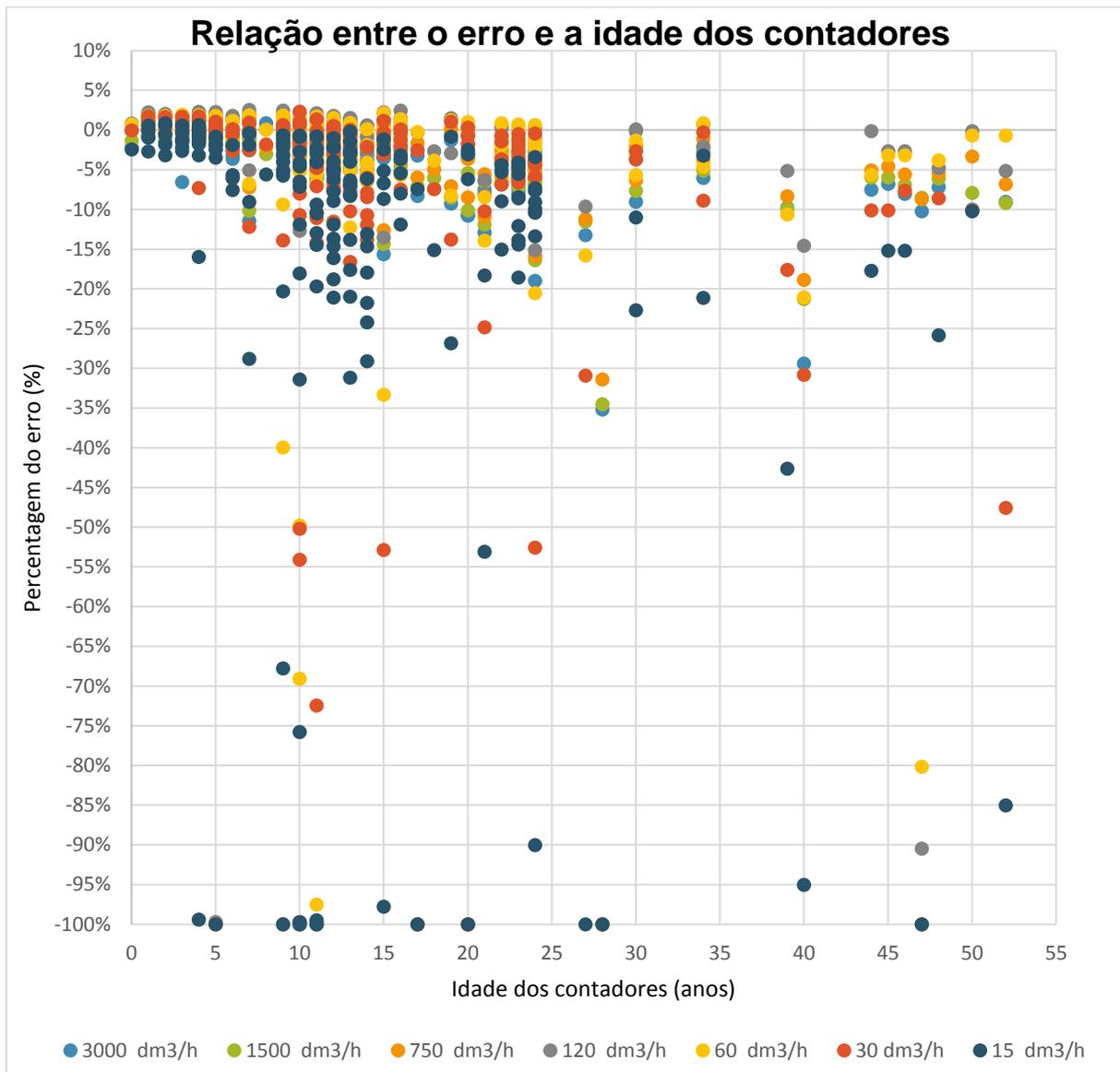


Figura 63 - Gráfico ilustrativo do erro em função da idade do contador.

Da Figura 63 verifica-se que, com a idade, o valor do erro aumenta, ou seja, os contadores mais novos apresentam um erro inferior, enquanto que contadores com uma idade superior apresentam erros bastantes maiores.

Até aos 20 anos verifica-se uma tendência genérica de aumento do erro, sendo esta tendência mais notória a partir dos 10 anos, esta análise vem deste modo corroborar as indicações dadas pela legislação em vigor que recomenda a substituição de contadores domésticos de 12 em 12 anos.

### 5.4.2.3. Relação entre erro e modelo do contador

Seguidamente procedeu-se à análise do erro em função do modelo do contador, para assim se analisar a possibilidade de estabelecer uma relação entre estes dois parâmetros.

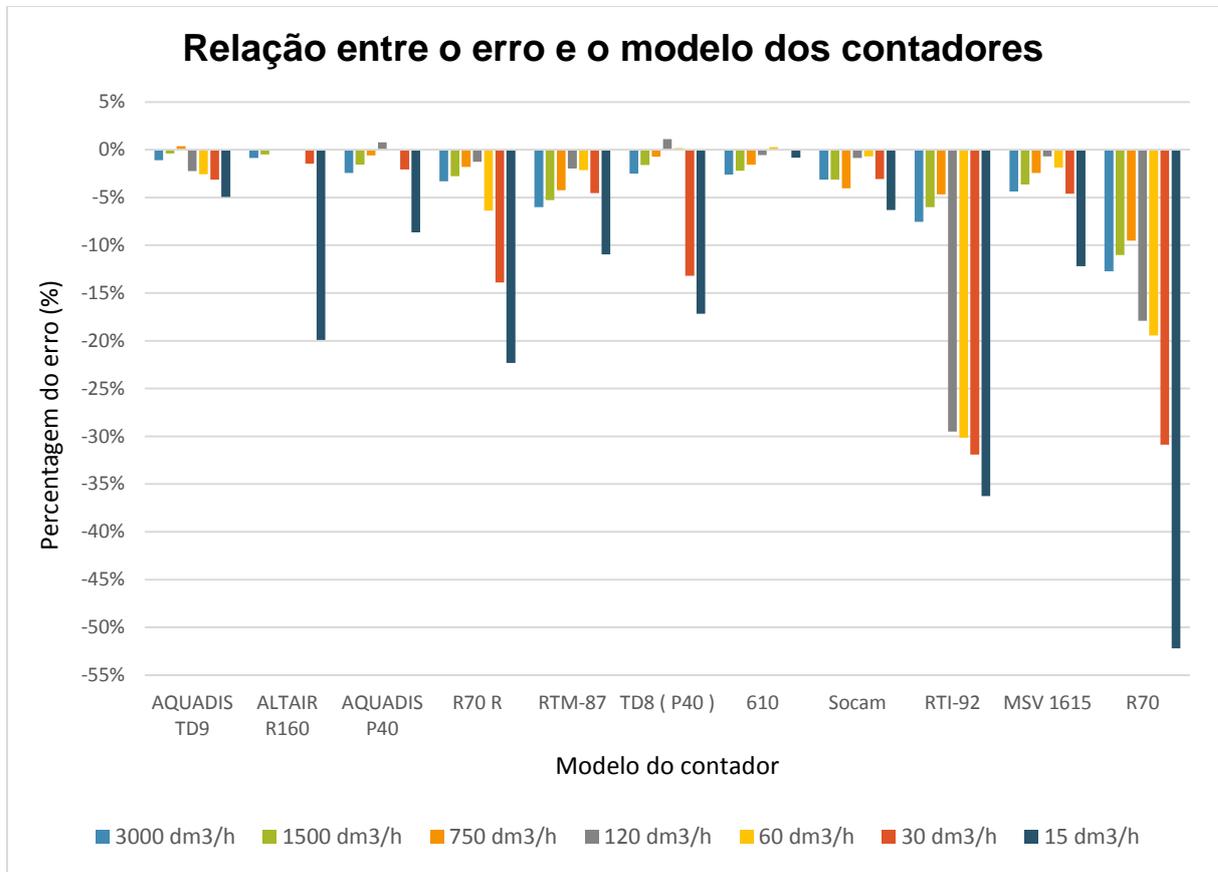


Figura 64 - Gráfico ilustrativo do erro em função do modelo do contador.

Da Figura 64 verifica-se que o modelo com um erro menor é o Aquadis TD9. Contrariamente o modelo com um erro mais elevado para quase todas as gamas de caudais é o R70. Apesar disso, não podem ser retiradas conclusões definitivas deste gráfico pois é necessário considerar o tamanho da amostra de cada modelo e a idade média.

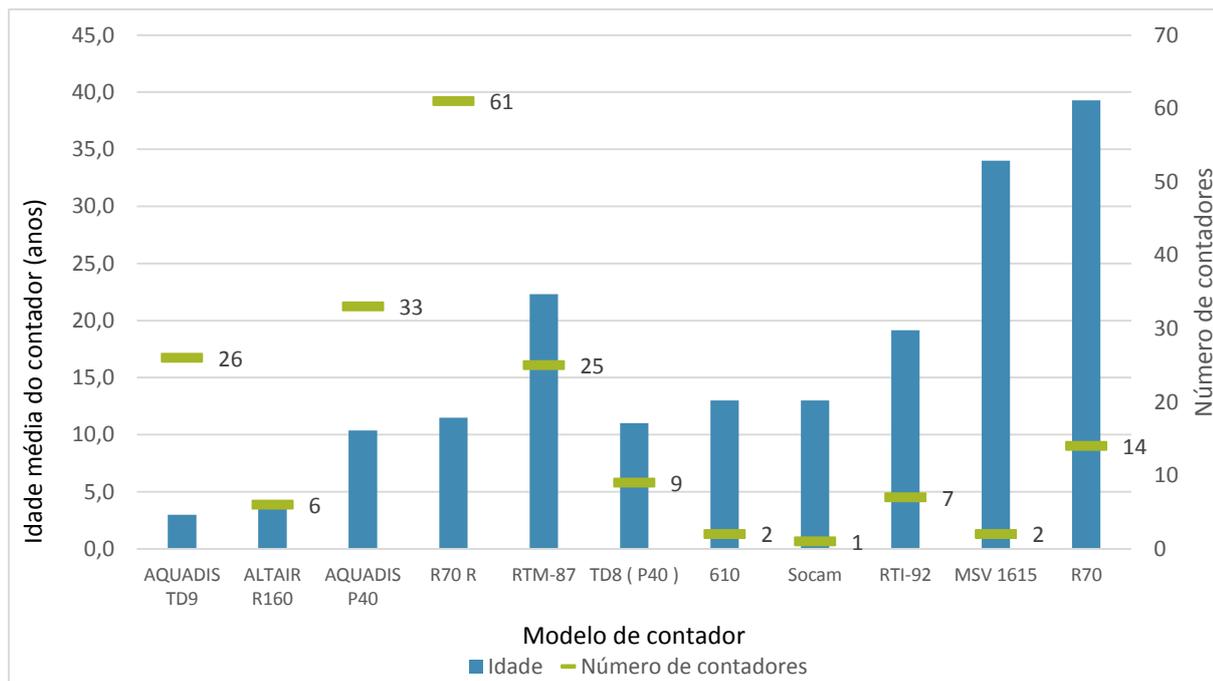


Figura 65 - Gráfico ilustrativo da idade em função do número de contadores.

É evidente que o modelo Aquadis TD9 é o que tem a menor idade de toda a amostragem. Contrariamente o modelo R70 tem uma idade mais elevada. Analisando os diferentes modelos de contadores ensaiados, o modelo R70 R é o mais amplamente representado, com 61 exemplares. Os modelos com menos número de contadores ensaiados são os 610, Socam e MSV 1615, os quais tiveram apenas um ou dois representantes nesta amostra.

Da análise conjunta dos dois gráficos acima apresentados é visível que os contadores que apresentam um erro menor em função do modelo e da idade são os Socam e os MSV 1615, contudo daqui nenhuma conclusão pode ser retirada pois o número de contadores amostrados é muito pequeno. Os modelos Aquadis também apresentam valores de erros razoáveis. Os Altair R160, embora apresentem erros baixos para as gamas superiores, para as gamas inferiores demonstram erros demasiado elevados para a média de idade que apresentam. Neste conjunto, os modelos que apresentam pior resultado, ou seja, um erro mais elevado, são os R70 e RTI-92, possivelmente devido à idade média dos contadores.

#### 5.4.2.4. Relação entre erro e escalões de consumo

Na fatura da água é contabilizado um consumo mensal efetivo, sendo que depois os consumidores são divididos em escalões dependendo desse valor. De acordo com o escalão de consumo onde se encontram, o preço do metro cúbico que pagam varia, pois, as tarifas variadas de águas, saneamento e resíduos alteram-se.

Em seguida apresenta-se a variação do erro dos contadores com o escalão de consumo mensal onde estes se encontram.

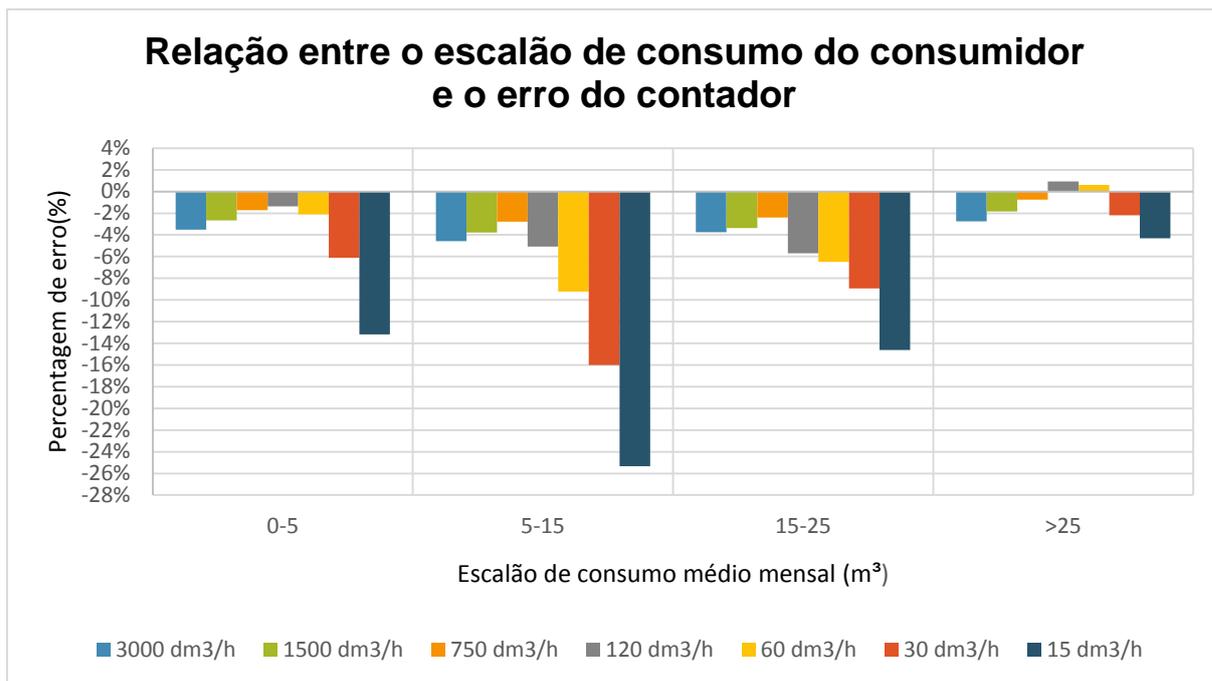


Figura 66 - Gráfico ilustrativo do erro em função da gama de consumo do cliente.

Na Figura 66 é perceptível que os erros maiores situam-se em caudais mais pequenos, enquanto caudais intermédias apresentam erros inferiores. No entanto, consumidores que apresentam um consumo mensal superior parecem apresentar erros menores em todas as gamas de caudais, mas essa relação não parece linear devido ao facto dos consumidores com consumos mensais entre 5-15 terem erros superiores aos que consomem mensalmente entre 0-5 metros cúbicos.

#### 5.4.2.5. Relação entre o erro do contador com o escalão de consumo médio mensal e a idade

Relacionando-se em seguida a idade com o consumo médio mensal do cliente e média de erro para os sete tipos de caudal analisados em laboratório, obtém-se a seguinte tabela.

Tabela 22 - Erro médio para os diferentes caudais testados em laboratório em função da idade e do escalão de consumo médio mensal.

Escalão de consumos	15 dm <sup>3</sup> /h	30 dm <sup>3</sup> /h	60 dm <sup>3</sup> /h	120 dm <sup>3</sup> /h	750 dm <sup>3</sup> /h	1500 dm <sup>3</sup> /h	3000 dm <sup>3</sup> /h
<b>&lt;5 ANOS</b>							
0-5m <sup>3</sup>	-0,07329	0,00230	0,01537	0,01906	0,00640	-0,00241	-0,00698
5-15m <sup>3</sup>	-0,01179	0,00671	0,01377	0,01585	0,00291	-0,00554	-0,01650
15-25m <sup>3</sup>	-0,02579	0,00000	0,00917	0,01361	0,00122	-0,00973	-0,01427
Média	-0,05013	0,00355	0,01422	0,01740	0,00466	-0,00394	-0,01056
<b>5-10ANOS</b>							
0-5m <sup>3</sup>	0,02728	-0,00030	0,01013	0,01605	0,00049	-0,00717	-0,01287
5-15m <sup>3</sup>	-0,24760	-0,16340	-0,10500	-0,06926	-0,00856	-0,01974	-0,02705
15-25m <sup>3</sup>	-0,04234	-0,01634	0,00246	0,00580	-0,00544	-0,01447	-0,00598

>25m <sup>3</sup>	-0,03969	-0,01137	0,00678	0,01647	-0,00549	-0,01822	-0,02842
<b>Média</b>	-0,13243	-0,07875	-0,04459	-0,02476	-0,00472	-0,01450	-0,01984
<b>10-15ANOS</b>							
<b>0-5m<sup>3</sup></b>	-0,13926	-0,08812	-0,00764	-0,00078	-0,00868	-0,01747	-0,02577
<b>5-15m<sup>3</sup></b>	-0,30556	-0,19290	-0,10094	-0,01341	-0,01868	-0,02690	-0,03278
<b>15-25m<sup>3</sup></b>	-0,12474	-0,05392	-0,02489	-0,01389	-0,02301	-0,03229	-0,03779
>25m <sup>3</sup>	-0,04985	-0,04292	0,00493	-0,00534	-0,01137	-0,01833	-0,02599
<b>Média</b>	-0,19789	-0,12050	-0,04586	-0,00808	-0,01518	-0,02382	-0,03068
<b>15-20ANOS</b>							
<b>0-5m<sup>3</sup></b>	-0,18092	-0,14335	-0,13176	-0,12272	-0,01786	-0,02764	-0,03667
<b>5-15m<sup>3</sup></b>	-0,20645	-0,09947	-0,05366	-0,01630	-0,03111	-0,04340	-0,05176
<b>15-25m<sup>3</sup></b>	-0,15136	-0,07444	-0,03856	-0,02655	-0,04953	-0,06045	-0,07363
<b>Média</b>	-0,19025	-0,11985	-0,09176	-0,07015	-0,02564	-0,03659	-0,04558
<b>20-25ANOS</b>							
<b>0-5m<sup>3</sup></b>	-0,10901	-0,04402	-0,02136	-0,01901	-0,04090	-0,05129	-0,05991
<b>5-15m<sup>3</sup></b>	-0,17554	-0,08703	-0,03597	-0,03313	-0,05585	-0,06681	-0,07864
<b>15-25m<sup>3</sup></b>	-0,56044	-0,52494	-0,51268	-0,51545	-0,07048	-0,08278	-0,08878
<b>Média</b>	-0,16739	-0,09527	0,06219	-0,06002	-0,04888	-0,05963	-0,06933
<b>&gt;25ANOS</b>							
<b>0-5m<sup>3</sup></b>	-0,33908	-0,12372	-0,06463	-0,03778	-0,06830	-0,08393	-0,10442
<b>5-15m<sup>3</sup></b>	-0,59976	-0,46292	-0,32912	-0,33794	-0,10162	-0,11647	-0,12321
<b>Média</b>	-0,44335	-0,25940	-0,17043	-0,15784	-0,08163	-0,09695	-0,11194

Na Tabela 22 é visível que a idade tem um peso mais elevado no aumento do erro comparativamente com a gama de consumo do consumidor, possivelmente devido ao fato de este escalão poder ser variável todos os meses em função do consumo real efetuado.

#### **5.4.2.6. Relação entre o erro e o padrão de consumo tipo para análise de perdas monetárias para a entidade gestora**

Através da análise do padrão de consumo, obtido dos dados de telemetria, foi possível retirar os valores, em percentagem, do consumo horário por escalão de consumo, tabela que se encontra no anexo III.

Considerando-se o volume anual de entrada de água no sistema no ano 2014 e dividindo-se esse volume por 365 dias e por número de clientes, foi possível saber-se o volume médio de água consumido por cliente de acordo com o seu escalão, dados esses que se encontram na tabela do anexo IV.

Sabendo o consumo diário por cliente foi possível multiplicar as percentagens de consumo horário encontradas no padrão de consumo e assim achar-se a quantidade de água consumida por hora em todas as horas do dia, dados que se encontram no anexo V.

Sabendo o caudal, em  $\text{dm}^3/\text{h}$ , de água consumida a todas as horas do dia, foi possível relacionar esse valor com os valores de caudais testados em laboratório. Depois de estabelecer essa relação foi determinado o erro médio medido para os consumos horários.

Tabela 23 – Valor do erro de medição por escalão de consumo para cada hora do dia.

Hora	Escalão de consumo			
	0-5 $\text{m}^3$	5-15 $\text{m}^3$	15-25 $\text{m}^3$	>25 $\text{m}^3$
0	-0,1317	-0,2533	-0,1463	0,0062
1	-0,1317	-0,2533	-0,1463	0,0062
2	-0,1317	-0,2533	-0,1463	-0,0219
3	-0,1317	-0,2533	-0,1463	-0,0219
4	-0,1317	-0,2533	-0,1463	0,0062
5	-0,1317	-0,2533	-0,0893	0,0062
6	-0,1317	-0,2533	-0,0893	0,0062
7	-0,1317	-0,2533	-0,0893	0,0062
8	-0,1317	-0,2533	-0,0648	0,0092
9	-0,1317	-0,2533	-0,0648	0,0092
10	-0,1317	-0,2533	-0,0648	0,0092
11	-0,1317	-0,2533	-0,0648	0,0062
12	-0,1317	-0,2533	-0,0648	0,0062
13	-0,1317	-0,2533	-0,0648	0,0062
14	-0,1317	-0,2533	-0,0893	0,0062
15	-0,1317	-0,2533	-0,0893	0,0062
16	-0,1317	-0,2533	-0,0893	0,0062
17	-0,1317	-0,2533	-0,0893	0,0062
18	-0,1317	-0,2533	-0,0648	0,0062
19	-0,1317	-0,1599	-0,0648	0,0062
20	-0,1317	-0,2533	-0,0648	0,0062
21	-0,1317	-0,2533	-0,0893	0,0062
22	-0,1317	-0,2533	-0,0893	0,0062
23	-0,1317	-0,2533	-0,1463	0,0062
<b>Média</b>	-0,1317	-0,2494	-0,0944	0,0042

Da análise da Tabela 23 é visível que o escalão com um menor erro negativo horário médio é o 15-25 $\text{m}^3$  com um valor médio de erro de 9,44%. Contrariamente, o escalão que apresenta um erro superior é o escalão de 5-15 $\text{m}^3$  com valor de 24,9%. No caso do escalão mais elevado, mais de 25  $\text{m}^3$  mensais, o valor médio do erro tem um erro médio positivo, o que significa que para este escalão de consumo o contador fatura água que não passa no contador.

Um contador é um dispositivo de medição e como tal, tem sempre um erro associado. Da análise da curva de erro médio de um contador, considerou-se um erro de  $\pm 3\%$ . Ao erro obtido na Tabela 23 subtraiu-se  $\pm 3\%$ , aos erros superiores a este valor, e os erros de valor igual ou inferior considerou-se 0%.

Tabela 24 - Valor do erro de medição  $\pm 3\%$ , por escalão de consumo para cada hora do dia.

Hora	Escalão de consumo			
	0-5m <sup>3</sup>	5-15m <sup>3</sup>	15-25m <sup>3</sup>	>25m <sup>3</sup>
0	-0,1017	-0,2233	-0,1163	0,0000
1	-0,1017	-0,2233	-0,1163	0,0000
2	-0,1017	-0,2233	-0,1163	0,0000
3	-0,1017	-0,2233	-0,1163	0,0000
4	-0,1017	-0,2233	-0,1163	0,0000
5	-0,1017	-0,2233	-0,0593	0,0000
6	-0,1017	-0,2233	-0,0593	0,0000
7	-0,1017	-0,2233	-0,0593	0,0000
8	-0,1017	-0,2233	-0,0348	0,0000
9	-0,1017	-0,2233	-0,0348	0,0000
10	-0,1017	-0,2233	-0,0348	0,0000
11	-0,1017	-0,2233	-0,0348	0,0000
12	-0,1017	-0,2233	-0,0348	0,0000
13	-0,1017	-0,2233	-0,0348	0,0000
14	-0,1017	-0,2233	-0,0593	0,0000
15	-0,1017	-0,2233	-0,0593	0,0000
16	-0,1017	-0,2233	-0,0593	0,0000
17	-0,1017	-0,2233	-0,0593	0,0000
18	-0,1017	-0,2233	-0,0348	0,0000
19	-0,1017	-0,1299	-0,0348	0,0000
20	-0,1017	-0,2233	-0,0348	0,0000
21	-0,1017	-0,2233	-0,0593	0,0000
22	-0,1017	-0,2233	-0,0593	0,0000
23	-0,1017	-0,2233	-0,1163	0,0000
<b>Média</b>	-0,1017	-0,2233	-0,0674	0,0000

Destes cálculos foi possível obter a quantidade de água, em dm<sup>3</sup>, que é sub ou sobre medida a todas as horas do dia.

Tabela 25 – Volume, em  $\text{dm}^3$ , de água sub ou sobre medida nos contadores, por escalão de consumo e horas do dia.

Horas	Escalão de consumo			
	0-5 $\text{m}^3$	5-15 $\text{m}^3$	15-25 $\text{m}^3$	>25 $\text{m}^3$
0	-0,162	-0,917	-1,247	0,000
1	-0,100	-0,555	-1,022	0,000
2	-0,070	-0,400	-0,776	0,000
3	-0,060	-0,343	-0,597	0,000
4	-0,066	-0,339	-0,670	0,000
5	-0,100	-0,705	-0,930	0,000
6	-0,246	-1,792	-1,126	0,000
7	-0,470	-2,751	-1,566	0,000
8	-0,611	-2,742	-1,044	0,000
9	-0,591	-2,615	-1,076	0,000
10	-0,535	-2,652	-1,179	0,000
11	-0,540	-2,657	-1,183	0,000
12	-0,563	-2,657	-1,239	0,000
13	-0,536	-2,408	-1,239	0,000
14	-0,440	-1,975	-1,776	0,000
15	-0,381	-1,698	-1,411	0,000
16	-0,393	-1,693	-1,326	0,000
17	-0,502	-2,097	-1,482	0,000
18	-0,639	-2,770	-1,180	0,000
19	-0,646	-1,972	-1,322	0,000
20	-0,548	-3,343	-1,229	0,000
21	-0,430	-2,854	-1,664	0,000
22	-0,352	-2,191	-1,292	0,000
23	-0,264	-1,481	-1,645	0,000
<b>Somatório</b>	-9,243	-45,606	-29,221	0,000

A Tabela 25 relaciona, para os diferentes escalões de consumo e horas do dia, os  $\text{dm}^3$  não faturados pela entidade. O escalão de 0-5  $\text{m}^3$ /mensais, escalão de consumo inferior, por hora perde-se uma menor quantidade de água, comparativamente com os restantes escalões de consumo, embora não seja este escalão que tenha um erro menor associado.

No escalão 5-15  $\text{m}^3$ /mensais é onde existe uma maior quantidade de volume perdido, logo é onde a entidade gestora perde mais faturação. Comparativamente, o escalão de 15-25 $\text{m}^3$ /mensais também tem uma perda elevada de litros de água embora este escalão tenha um erro médio associado baixo. O escalão com consumos mensais superiores a 25 $\text{m}^3$ , como já foi referido apresenta maioritariamente erros positivos e baixos (todos inferiores a  $\pm 3\%$ ) sobre contagem de água, o que significa não foi contabilizado erro nenhum.

Sabendo o volume de água faturado e o número de clientes para cada escalão de consumo, no ano 2014, foi possível calcular a diferença entre a faturação que foi obtida pela entidade gestora, e que seria conseguida caso não existissem erros de medição nos contadores superiores a  $\pm 3\%$ .

Considerando as tarifas inerentes ao abastecimento de água, saneamento e resíduos foi possível obter-se o valor não faturado pela entidade gestora devido aos erros de medição nos contadores.

Tabela 26 – Discrepâncias entre o valor real faturado e o valor previsivelmente faturado se não existissem erros de medição, nos contadores

Escalão de consumo (m <sup>3</sup> )	Valor faturado (€/ano)	Valor faturado somando volume não contabilizado devido ao erro dos contadores (€/ano)
<b>0-5</b>	615.796	677.565
<b>5-15</b>	2.284.506	3.020.153
<b>15-25</b>	804.387	850.796
<b>&gt;25</b>	258.070	258.070
<b>Total</b>	3.962.761	4.806.586
<b>Diferença (€)</b>	843.825	

Da tabela acima é perceptível que as perdas financeiras para a entidade foram substanciais no ano 2014.

Sabendo que o custo médio de um contador é de 18 euros e que o custo de mão-de-obra é de cerca de 7 euros, com o valor que a entidade gestora não está a faturar, seria possível substituir cerca de 33 mil contadores. Considerando também a possibilidade de substituição dos contadores atuais por novos com o sistema de telemetria, com o custo médio de 70 euros, seria possível substituir aproximadamente 12 mil contadores. Com base neste estudo, recomenda-se que essa substituição seja realizada tendo em conta a idade e modelo dos contadores e o consumo médio mensal.

Sabendo que nos Serviços Municipalizados de Saneamento Básico de Viana do Castelo existem 7074 contadores domésticos com diâmetro 15 milímetros com idade superior a 12 anos e considerando um custo médio de 25 euros por contador seria possível substituir todos estes contadores por 176850€.

## 6 CONCLUSÕES

Nesta dissertação foi realizado um estudo sobre a temática das perdas aparentes, especialmente o erro de medição em contadores de água, num sistema de abastecimento de água. Após variadas análises a diversos fatores que influenciam estes erros é necessário fazer uma síntese dos resultados obtidos e daí retirar as possíveis conclusões.

Primeiramente, e analisando o parque de contadores dos SMSBVC, foi possível observar-se que os contadores domésticos estão em maior número. É também perceptível que os consumos destes não são muito elevados, e isto deve-se ao facto de em Viana do Castelo muitos consumidores ainda possuem poço próprio, o que faz com que consumam muita água que não a disponibilizada pelo sistema de abastecimento de água dos SMSBVC. Relativamente aos consumidores não domésticos, estes estão em menor número comparativamente com os domésticos, pois neste concelho não existe um grande número de indústrias ou comércio e a que existe tem consumos baixos.

Devido à telemetria fixa instalada em algumas freguesias de Viana do Castelo, foi praticável a realização do estudo de vários padrões de consumo anuais de consumidores reais, o que permitiu uma análise mais autêntica da realidade do concelho. Depois de se compararem os vários padrões de consumo foi evidente que têm todos a mesma forma, só se altera o volume consumido. Isto acontece devido ao facto de habitações onde o consumo mensal é menor, ser plausível ter menos habitantes, enquanto habitações com consumos maiores terão mais habitantes

Considerando o estudo laboratorial do erro de medição de 186 contadores, para diferentes gamas de caudais, foi possível obter-se várias relações entre diferentes características dos contadores. Como foi demonstrado no ponto 5.3.2.2, verifica-se que existe uma tendência de aumento do erro de medição dos contadores com o aumento da idade, principalmente depois dos 10 anos. Sabendo que, a idade limite, para a substituição de um contador, legislada no ponto nº 3 do artigo 5.º da Portaria nº21/2007, de 5 de janeiro, é de 12 anos, seria recomendável proceder à substituição de todos os estes contadores. Estes dados comprovam que a legislação em vigor referente à data de substituição dos contadores domésticos, 12 anos, é indicada.

Atendendo à análise do erro em função do modelo, foi possível também compreender qual o modelo mais adequado, ou seja, com um erro menor, e qual o menos adequado à realidade de Viana do Castelo. Contudo, e devido ao reduzido tamanho da amostra não é possível considerar o modelo Socam e o 610, e como tal, da amostra apresentada os modelos que demonstram um melhor resultado são os modelos Aquadis, contrariamente aos modelos RTI-92 e o R 70.

Relacionando o erro com o escalão de consumo é possível constatar que para escalões distintos os erros são diferentes, e que esta variação com o erro não é linear. Contadores com consumos menores não têm sempre erros maiores do que contadores com consumos mais elevados. O escalão de consumo que apresenta maiores erros é o que tem clientes a consumir na gama dos 5-15 m<sup>3</sup>. Contrariamente o escalão que apresenta menores erros é a gama de clientes que consome mensalmente mais que 25m<sup>3</sup>.

Das variadas análises foi também possível constatar-se que gamas de caudais diferentes têm erros diferentes, quanto menor o caudal que passa no contador maior o erro associado. Contrariamente caudais superiores apresentam erros menores.

Quando foi considerado a relação entre o erro do contador, o escalão de consumo e a idade do mesmo foi observável que a idade tem uma maior influência no erro de medição do contador comparativamente com os diferentes escalões de consumo analisados.

Depois de terem sido realizadas estas análises mais simples, relacionou-se os padrões de consumo com os erros, para as diferentes gamas de caudais obtidas em laboratório. Foi possível determinar o valor do volume de água não faturada pela entidade gestora, e tendo em consideração esse valor e as tarifas associadas, de água, saneamento e resíduos, à fatura da água obteve-se uma perda financeira de aproximadamente 840 mil euros. Contudo, se for apenas considerado o preço médio de abastecimento de água (valor faturado pela entidade gestora no ano civil de 2014 a dividir pelo volume total de água faturado nesse período) este valor corresponderá a 1,30€. As perdas devido à água não faturada por erros de medição são aproximadamente 513 mil euros. De frisar, novamente, que este valor médio de preço de abastecimento de água não tem em consideração as tarifas de resíduos nem de saneamento, nem os diferentes escalões de consumo o que pode influenciar o valor final de perdas financeiras, quando calculadas por este método. Independentemente de qual o valor a considerar, ambos comprovam que um parque de contadores pouco eficiente ou inadequado pode ter impactes substancialmente negativos para a gestão da entidade gestora.

De notar, que estes cálculos foram realizados atendendo a valores médios, pois o padrão de consumo informa a quantidade de água consumida em intervalos horários. Na realidade, o consumo é realizado em intervalos mais curtos, fazendo com que o caudal instantâneo seja superior ao considerado, não devendo o consumo real ser medido em intervalos de tempo tão grandes. Por exemplo, o caudal mínimo utilizado durante um duche é de 540 dm<sup>3</sup>/h, como regulamentado no anexo 4 do Documento Regulamentar 23/95 de 20 de Agosto, bastante superior aos caudais considerados, logo existindo a possibilidade de erro associado a este caudal bastante inferior.

O estado de arte atual não permite que exista telemetria em consumidores domésticos com intervalos inferiores aos considerados nesta dissertação pois, não é rentável para a entidade gestora a colocação de *dataloggers* com características que permitam o armazenamento ou envio de informações de consumo, em intervalos de tempo mais curtos.

Outro ponto importante é a representatividade da amostra de contadores. Num universo de aproximadamente 41 mil contadores, apenas 186 foram analisados em laboratório, menos de 0,5%, o que, novamente, incorrer em incertezas grandes nos cálculos efetuados.

A análise do balanço hídrico da entidade demonstra perdas por erros de medição na ordem dos 215 mil m<sup>3</sup>, bastante inferior ao cálculo nesta dissertação (466 mil m<sup>3</sup>). Esta diferença deve-se a diversos fatores, primeiramente, como foi referido anteriormente, ao considerar um padrão de consumo horário assumem-se caudais instantâneos inferiores, o que causa um aumento no valor do erro para este sistema de abastecimento de água. Com os dados recolhidos, obteve-se um erro médio de cerca de 8%, enquanto a entidade gestora considera o erro médio do seu parque de contadores de aproximadamente 3,7%.

Possivelmente, o valor do erro será um valor intermédio entre ambos, mas o estado de arte e razões financeiras não permitem uma determinação mais exata.

Atualmente um contador volumétrico simples tem um custo de 25 euros enquanto um contador com telemetria, que emita informação de hora a hora, custa cerca de 70 euros. Como em Viana do Castelo os consumidores não têm consumos muito elevados não é rentável a colocação de contadores com um custo tão elevado pois o consumo do cliente não irá rentabilizar o investimento.

Os 186 contadores analisados em laboratório tiveram que ser substituídos por contadores recentes e desses, 78 já têm uma média de consumo, no ano 2015, superior à média do ano anterior. No entanto para a média de 2015 ainda não foram contabilizados os meses de maior consumo, julho e agosto.

Finalmente, é de salientar que nesta dissertação existiu a possibilidade de acesso a um sistema moderno de telemetria ainda raro em Portugal, assim como a oportunidade de trabalhar com dados de ensaios laboratoriais de contadores, o que raramente é feito. Em última análise isso permitiu um estudo da realidade das perdas aparentes em Portugal, ainda pouco analisada.



# 7

## RECOMENDAÇÕES FUTURAS

Após a realização do estudo aos contadores de Viana do Castelo algumas recomendações para trabalhos futuros devem ser realizadas.

Primeiramente é importante refletir que a substituição de contadores é um processo bastante dispendioso para a entidade gestora, e existe uma medida bastante simples e menos dispendiosa para minimizar estes valores, que consiste em minorar os erros de leitura feitos pelos leitores. As soluções para aumento da exatidão é fornecer-lhe formação e/ou desenvolver *softwares* que permitam um preenchimento mais fácil da leitura dos contadores.

Considerar o cruzamento de dados da idade do contador e dos consumos médios mensais, para analisar se contadores mais antigos medem menos água mensalmente, e considerar a substituição dos contadores mais antigos de Viana do Castelo.

Seria interessante o desenvolvimento de estudos padrão de consumo em intervalos inferiores aos considerados neste trabalho, tendo em conta, por exemplo, as diferentes estações do ano, as diferenças entre consumos de semana ou fim-de-semana. Posteriormente uma análise mais exata devido à exclusão dos *outliers*.

Em futuros ensaios laboratoriais para medição do erros ou aferição dos contadores, realizar os ensaios com gamas de caudal inferiores, pois é nessas gamas que o valor do erro é superior.

Realização de uma análise multivariável para definição de critérios, para a substituição de contadores com um maior erro, bem como atentar para um possível benefício da implementação da telemetria em toda a rede de abastecimento de Viana do Castelo, baseando-se nas zonas piloto já existentes.



## 8

## BIBLIOGRAFIA

- Alegre, H., Hirner, W., Baptista, J. M. & Parena, R., 2004. *Indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água*, s.l.: IWA Publishing.
- Ambiente, A. P. d., 2012. *Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água*. Lisboa, Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território.
- Ambiente, A. P. d., 2014. *PENSAAR 2020 Uma Estratégia ao Serviço da População: Serviços de Qualidade a um Preço Sustentável.*, Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente.
- Anon., 2015. *Associação de freguesias - ANAFRE*. [Online]  
Available at: <http://www.anafre.pt/distritos/viana-do-castelo/Distrito%20de%20Viana%20do%20Castelo.gif>  
[Acedido em 4 Março 2015].
- Anon., 2015. *Câmara Municipal de Viana do Castelo*. [Online]  
Available at: <http://www.cm-viana-castelo.pt/>  
[Acedido em 5 Março 2015].
- Anon., 2015. *Vimágua*. [Online]  
Available at: <http://www.vimagua.pt/s/19>  
[Acedido em 10 Março 2015].
- APA, 2015. *Associação Portuguesa do Ambiente*. [Online]  
Available at: <http://www.apambiente.pt/ajaxpages/destaque.php?id=461>  
[Acedido em 24 maio 2015].
- Arregui, F., 1999. *Propuesta de una metodologia para el análisis y gestión del parque de contadores de agua*, Valencia, Espanha: Universidad Politécnica de Valencia.
- Arregui, F., Cabrera, E., Cobacho, R. & Garcia-Serra, J., 2006. *Reducing Apparent Losses Caused by Meters Inaccuracies*, Londres, UK: IWA Publishing, London, UK..
- Baptista, J. M. et al., 2014. *Relatório Anual DOS SERVIÇOS de Águas e Resíduos em Portugal (2013) Volume 1 – Caracterização geral do setor*, Lisboa: Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos.
- CESDA, C. E. d. S. d. d. À. -, 2014. *Ficha de boas práticas- Eficiência dos Sistemas de Abastecimento de Água*. s.l., s.n.
- Covas, D., 2008. *Gestão da eficiência dos sistemas - Controlo de perdas de água*, Lisboa: s.n.
- Cruz, A., 2008. *A directiva MID no quadro do Controlo Metrológico em Portugal*. s.l., s.n.
- empresas, P., 2015. *Panda Empresas*. [Online]  
Available at: [http://www.pandaempresas.net/portugal/Vianacastelo\\_distrito\\_mapa.png](http://www.pandaempresas.net/portugal/Vianacastelo_distrito_mapa.png)  
[Acedido em 5 Março 2015].

- EPAL, 2015. *EPAL - Grupo Águas de Portugal*. [Online]  
Available at: <http://www.epal.pt/EPAL/menu/clientes/fatura%C3%A7%C3%A3o/conta-da-%C3%A1gua>  
[Acedido em 30 Abril 2015].
- ERSAR, 2011. *Relatório Anual do Setor de Águas e Resíduos 2010*, Lisboa: Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e de Resíduos.
- ERSAR, 2013. *Nota à imprensa - Água Não Faturada Nos Sistmas De Abastecimento Corresponde A 167 Milhões De Euros Anuais*. Lisboa: s.n.
- ERSAR, 2014. *Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal (2014). Volume 4 – Controlo da qualidade da água para consumo humano*, Lisboa: Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos.
- ERSAR, 2015. *Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos*. [Online]  
Available at:  
<http://www.ersar.pt/website/ViewContent.aspx?GenericContentId=0&SubFolderPath=%5CRoot%5CContents%5CSitio%5CConsumidores%5CServicos%5CQualidadeServico&Section=consumidores&FolderPath=%5CRoot%5CContents%5CSitio%5CConsumidores%5CServicos>  
[Acedido em 15 Abril 2015].
- ERSAR, 2015. *ERSAR - Entidade Reguladora dos serviços de Águas e Resíduos*. [Online]  
Available at:  
<http://www.ersar.pt/website/ViewContent.aspx?SubFolderPath=%5CRoot%5CContents%5CSitio%5CMenuPrincipal%5CQuemSomos%5CEvolucaoHistorica&Section=MenuPrincipal&FolderPath=%5CRoot%5CContents%5CSitio%5CMenuPrincipal%5CQuemSomos&GenericContentId=0>  
[Acedido em 28 Abril 2015].
- ERSAR, 2015. *ERSAR - Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos*. [Online]  
Available at: <http://www.ersar.pt/website/viewcontent.aspx?name=ModelosGestao>  
[Acedido em 29 Abril 2015].
- ERSAR, A. e., 2013. *Câmara Municipal de Albufeira*. [Online]  
Available at: [http://www.cm-albufeira.pt/NR/rdonlyres/D3CF30D4-EBE0-4C78-AD5A-F2A5BA287269/0/Caderno03\\_Contadores\\_Agua.pdf](http://www.cm-albufeira.pt/NR/rdonlyres/D3CF30D4-EBE0-4C78-AD5A-F2A5BA287269/0/Caderno03_Contadores_Agua.pdf)  
[Acedido em 6 Maio 2015].
- Gaia, Á. e. P. B. d., 2014. *Águas de Gaia*. [Online]  
Available at: <http://www.aguasgaia.eu/papers/relatoriocontas2014.swf>  
[Acedido em 25 Maio 2015].
- Geda, N., 2013. *Evolução do setor da água em Portugal - Papel dos Municípios*. Coimbra, s.n.
- Henriques, J. D., da Palma, J. C. P. & Ribeiro, Á. S., 2006. *Série de Guias Técnicos - Medição de caudal em sistemas de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais urbanas.*, Lisboa: ERSAR.

- Janz - Contagem e gestão de fluídos, S., 2015. *Janz - Contagem e gestão de fluídos, S.A.*. [Online] Available at: [http://www.cgf.janz.pt/portal/index.php?option=com\\_content&task=view&id=29&Itemid=46](http://www.cgf.janz.pt/portal/index.php?option=com_content&task=view&id=29&Itemid=46) [Acedido em 15 Março 2015].
- Lambert, A., 2014. *Percentages don't work for tracking NRW and leakage reduction*, s.l.: Water Leakage and Pressure Management.
- LNEC, 2014. *Iperdas*. [Online] Available at: [http://iperdas.org/np4/?newsId=136&fileName=Apresentacao\\_geral\\_do\\_projeto\\_2a.pdf](http://iperdas.org/np4/?newsId=136&fileName=Apresentacao_geral_do_projeto_2a.pdf) [Acedido em 25 Maio 2015].
- Lopes, L. et al., 2014. *Água e Saneamento em Portugal - O Mercado e os Preços*, Lisboa: Associação portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas.
- Magalhães, M. & Bessa, A., 2012. *Qualidade e sustentabilidade dos serviços de abastecimento de águas e saneamento*, Lisboa: s.n.
- Martins, C. P. F., 2009. *Balanço hidrico e indicadores de desempenho no subsistema de abastecimento de água de São João de Lobrigos- Santa Marta de Penaguião*. [Online] Available at: [https://repositorio.utad.pt/bitstream/10348/266/1/msc\\_cpfmartins.pdf](https://repositorio.utad.pt/bitstream/10348/266/1/msc_cpfmartins.pdf) [Acedido em 3 Março 2015].
- Martins, J. P., 2012. *Gestão do Ciclo Urbano da Água: Que soluções para a sustentabilidade?*. Viana do Castelo, s.n.
- Martins, J. P., 2014. *GSA - Introdução e Principios*. Porto: s.n.
- Martins, J. P., 2014. *Management of Change in Water Companies*. 1ª ed. Londres: IWA Publishing .
- Martins, M. R. V., 2007. *Faculdade de Economia da Universidade de Lisboa*. [Online] Available at: <https://eg.sib.uc.pt/jspui/bitstream/10316/2499/1/tese4.pdf> [Acedido em 28 Abril 2015].
- Mesquita, A. et al., 2012. *Relação das entidades gestoras com os utilizadores dos serviços de águas e resíduos*, Lisboa: Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos.
- Metering, U., 2015. *Universal Metering*. [Online] Available at: <http://www.universalmetering.co.uk/bulk-meter.htm> [Acedido em 25 Abril 2015].
- Minho, C. A. & SMSBVC, 2012. *A evolução do setor e o papel do regulador*. Viana do Castelo, s.n.
- Ministério do Ambiente, d. O. d. T. e. d. D. R., 2007. *PEAASAR II - Plano Estratégico de Abastecimento de Águas e de Saneamento de Águas Residuais*. 1ª ed. Lisboa: longoalcançe, gestão de imagem e comunicação lda..
- Ministério do Ambiente, d. O. d. T. e. d. D. R., 2009. *Decreto-Lei nº 194/2009*. Lisboa, Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.

- Ministério do Ambiente, O. d. T. e. E., 2015. *Decreto-Lei n.º 92/2015*, Lisboa: Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia.
- MIYA, 2010. *MIYA*. [Online]  
Available at: <http://www.miya-water.com/facts-and-definitions/industry-methodology>  
[Acedido em maio 2015].
- OCDE, 2009. *Managing Water for All - An OECD Perspective on Pricing And Financing*, France: OECD Publishing.
- Pato, J., 2011. *História das políticas públicas de abastecimento e saneamento de água em Portugal*. Lisboa: Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos.
- Porto, Á. d., 2014. *Águas do Porto*. [Online]  
Available at: <http://www.aguadoporto.pt/assets/misc/img/Empresa/RelatorioContas2014.pdf>  
[Acedido em 25 Maio 2015].
- proteste, D., 2015. *Deco*. [Online]  
Available at: <http://www.deco.proteste.pt/casa/agua/noticia/agua-quanto-custa-a-tarifa-no-seu-municipio>  
[Acedido em 23 Maio 23].
- Qualidade, I. P. d., 2015. *Instituto Português da Quaidade*. [Online]  
Available at:  
[http://www1.ipq.pt/PT/AssuntosEuropeus/MarcacaoCE/ListaDasDirectivas/Pages/Por%20Diretiva/Instrumentos de medicao.aspx](http://www1.ipq.pt/PT/AssuntosEuropeus/MarcacaoCE/ListaDasDirectivas/Pages/Por%20Diretiva/Instrumentos%20de%20medicao.aspx)  
[Acedido em 6 Março 2015].
- Rizzo, A. et al., 2015. *Apparent Water Loss Control: The Way Forward*. s.l.:s.n.
- Santos, J. M. F. d., 2008. *Introdução ao cálculo de erros nas medidas de grandezas físicas.*, Coimbra: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- Serranito, F. S. & A., D., 2015. *Controlo Ativo de Perdas de Água*. Lisboa: s.n.
- SMSBVC, 2015. *Relatório de Atividades e Contas 2014*. Viana do Castelo, s.n.
- SMSBVC, 2015. *Serviços Municipalizados de Saneamento Básico de Viana do Castelo*. [Online]  
Available at: <http://portal.smsbvc.pt/balcao-digital/factura>  
[Acedido em 25 Abril 2015].
- SMSBVC, 2015. *Serviços Municipalizados de Saneamento Básico de Viana do Castelo*. [Online]  
Available at: <http://www.smsbvc.pt/>  
[Acedido em 15 Maio 2015].
- Sousa, A. M. T. H., 2011. *Avaliação de Erros de Sub-Contagem em Contadores de Água Domésticos.*, Coimbra: s.n.

Tecnoficio, s.d. *Tecnoficio*. [Online]

Available at: <http://www.tecnoficio.com/docs/doc19.php>

[Acedido em 28 Abril 2015].

wikienergia, 2008. *wikienergia*. [Online]

Available at:

[http://www.wikienergia.pt/~edp/index.php?title=Electrifica%C3%A7%C3%A3o do concelho de Viana do Castelo](http://www.wikienergia.pt/~edp/index.php?title=Electrifica%C3%A7%C3%A3o_do_concelho_de_Viana_do_Castelo)

[Acedido em 25 Maio 2015].



# 9

## ANEXOS

## 9.1. ANEXO I – FATURA DA ÁGUA

Em seguida encontra-se um exemplo de uma fatura de água emitida pelos Serviços Municipalizados de Saneamento Básico de Viana do Castelo.



**SMSBVC**  
Rua Frei Bartolomeu dos Mártires, 156  
4904-878 Viana do Castelo  
Contribuinte: 680 012 907

Data de Emissão: 31-01-2013 Fatura Nº: 99999

Linhas de Apoio  
Avenidas 800 202 238  
Linha 268 202 281  
Email: geral@smsbvc.pt

Reclamações 268 806 948, das 9h às 18h30  
Geral: 268 202 100  
www.smsbvc.pt

1  
2ª VIA

**Morada de Consumo/Contrato**

SERVICIOS MUNICIPALIZADOS  
RUA FREI  
VIANA DO CASTELO  
NIF: 123456789  
Cliente nº: 99999

2

SERVICIOS MUNICIPALIZADOS

RUA FREI  
VIANA DO CASTELO  
4900-000 - VIANA DO CASTELO

3

Tipo Consumidor  
Contador nº: 4 02FA000000

Dímetro contador:  
Área:  
Reserva:

Período de Consumo: JANEIRO 2013

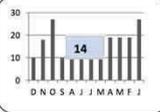
Data: 01-01-2013  
Assento: 206  
Consumo Líq: 2623  
Consumo Estimado (m³):  
Tipo: New San Látex

**Conta corrente**

Saldo Anterior: 64,12 €  
Fatura 99999: 72,47 €  
Pagamento: -64,12 €  
Saldo Atual: 72,47 €

15

**Histórico de consumos**



**Detalhe da fatura**

Descrição da Tarifa	Qt	Pr. Unit	VIA	Valor
Tarifa Fixa Água	1	3,1500 €	6%	3,150 €
Tar. Variável 1ª Escalão - 0 a 5 m³	5	0,4474 €	6%	2,237 €
2ª Escalão - 6 a 15 m³	10	0,8622 €	6%	8,622 €
3ª Escalão - 16 a 25 m³	10	1,3632 €	6%	13,632 €
4ª Escalão - mais de 26	2	1,8664 €	6%	3,733 €
Tarifa Fixa Saneamento	1	2,1053 €	N. Sujei	2,105 €
Tar. Variável 1ª Escalão - 0 a 5 m³	5	0,4026 €	N. Sujei	2,013 €
2ª Escalão - 6 a 15 m³	10	0,7758 €	N. Sujei	7,758 €
3ª Escalão - 16 a 25 m³	10	1,2268 €	N. Sujei	12,268 €
4ª Escalão - superior a 25	2	1,6797 €	N. Sujei	3,359 €
Tarifa Fixa RSU	1	2,0900 €	Isento	2,090 €
Tar. Variável 1ª Escalão - 0 a 5 m³	5	0,1258 €	Isento	0,379 €
2ª Escalão - 6 a 15 m³	10	0,2568 €	Isento	2,568 €
3ª Escalão - 16 a 25 m³	10	0,3169 €	Isento	3,169 €
4ª Escalão - mais de 26 m³	2	0,4390 €	Isento	0,878 €
TRH sobre consumo Água	27	0,0157 €	6%	0,420 €
TRH sobre util. Saneamento-Doméstic	27	0,0096 €	Isento	0,260 €
TGR - Taxa Gestão Resíduos	27	0,0490 €	Isento	1,320 €
Tva 6%				1,910 €

[1] Esta fatura é válida como recibo com vinheta dos CTT, talão de Multibanco, recibo PAYSHOP.  
O pagamento desta fatura não comprova o pagamento das anteriores.  
N.A. - N.S. - Não Sujeito Artº 2.º nº 2. Isento - Artº 9.º nº 2.º

**Total a Pagar:** 16 72,47 €

Data Limite de Pagamento: 28-02-2013

**Multibanco**

ENTIDADE REFERENCIAL: 99999  
MONTANTE: 72,47 €  
O TALÃO ENTREGUE PELA CAIXA AUTOMÁTICA FAZ PROVA DE PAGAMENTO. CONSERVE-O.

**SMSBVC**  
PAGÁVEL NAS ESTAÇÕES DOS CTT, CAIXAS MULTIBANCO, AGENTES PAYSHOP E JUNTAS DE FREGUESIA DO CONCELHO

17

19

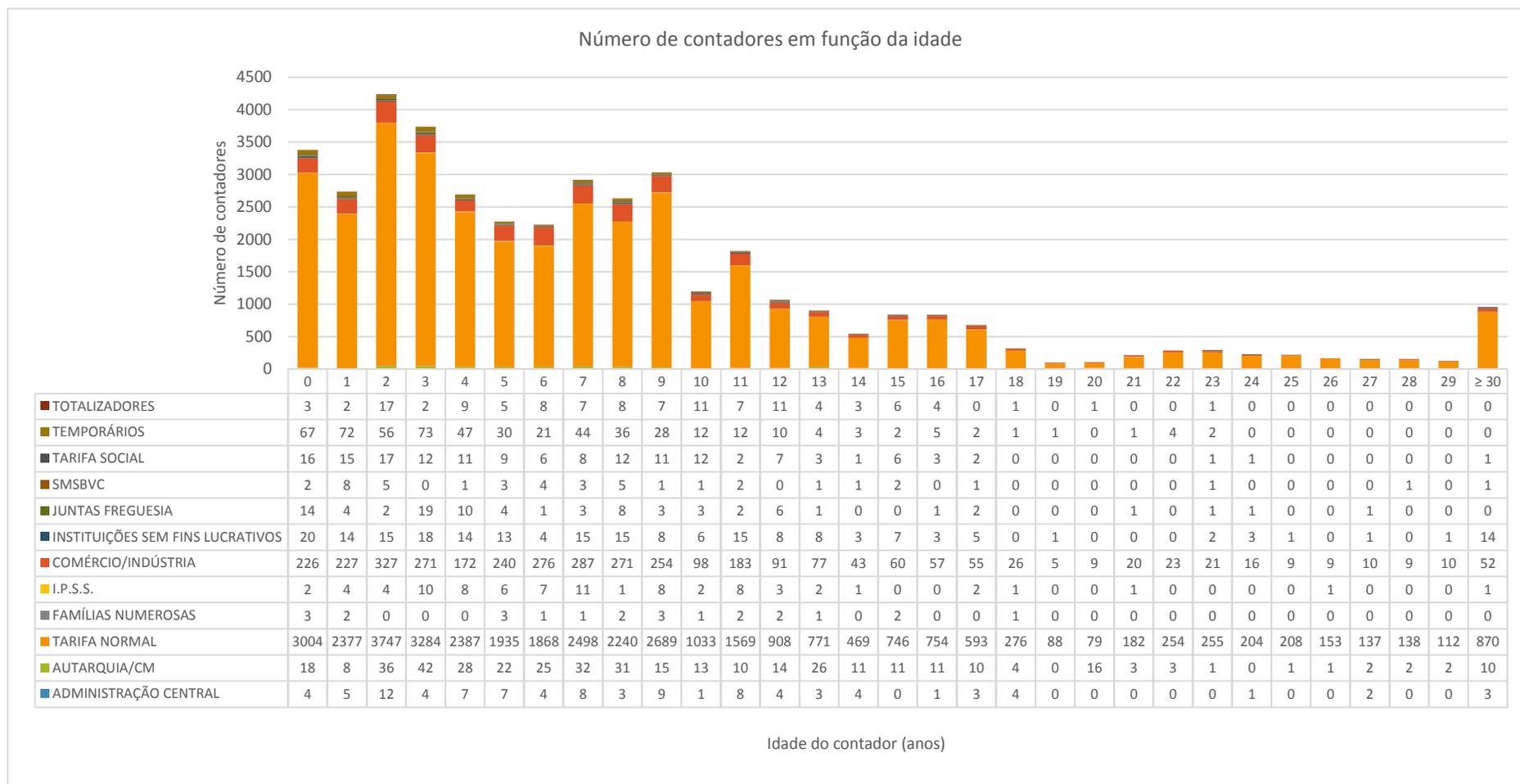
Data Emissão	Cliente	Data Limite Pagamento	Total a Pagar
31-01-2013	99999	28-02-2013	72,47 €

Figura 67 – Exemplo de fatura da água emitida pelos SMSBVC.

Primeiramente nesta fatura encontram-se descritos os dados da entidade gestora para apoio ao cliente, no segundo e terceiro ponto encontra-se o responsável pelo endosso e pagamento da fatura. No quarto ponto encontramos os dados referentes ao contador instalado, como por exemplo, dados sobre a marca, número, calibre e data de instalação do mesmo. No ponto quinto estão os dados da leitura e consumos sujeitos a faturação. Nos pontos seis, sete, oito e nove estão as tarifas fixa e variável de água, em escalões de acordo com o período de consumo. Para completar a informação anterior nos pontos dez e onze, encontra-se o valor da tarifa fixa e variável em função dos metros cúbicos de água debitado por escalão e preço unitário. No ponto 12 encontra-se informação sobre o valor da tarifa fixa de resíduos sólidos urbanos e o número de metros cúbicos sobre os quais incide este valor. No ponto treze obtemos informação sobre o número de metros sobre os quais é aplicada a Taxa de Recursos Hídricos sobre consumo de água, a Taxa de Recursos Hídricos sobre utilidade de saneamento doméstico e a Taxa de Gestão de Resíduos. No ponto catorze encontra-se representado o gráfico do histórico de consumos. No ponto quinze é o resumo da conta corrente dos últimos doze meses. Na posição dezasseis

encontra-se o valor total da fatura a pagar com IVA e a data de pagamento, complementarmente no ponto dezassete informa os locais onde se pode proceder a esse pagamento ou em alternativa no ponto dezoito estão disponíveis informações para se proceder ao pagamento por multibanco. Finalmente no ponto 19 temos informações sobre a fatura, a sua data de emissão e data limite de pagamento da mesma. (SMSBVC, 2015)

## 9.2. ANEXO II – NÚMERO DE CONTADORES EM FUNÇÃO DA IDADE DOS MESMOS PARA TODO O PARQUE DOS SMSBVC



### 9.3. ANEXO III- DISTRIBUIÇÃO HORÁRIA DO PADRÃO DE CONSUMO POR ESCALÃO DE CONSUMO (%)

Distribuição horária do padrão consumo por escalão de consumo (%)																								
Escalão de consumo (m <sup>3</sup> )	Horas																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0-5	1,75	1,08	0,76	0,65	0,71	1,08	2,66	5,08	6,61	6,39	5,79	5,84	6,09	5,80	4,76	4,12	4,25	5,43	6,91	6,99	5,93	4,65	3,81	2,86
5-15	1,95	1,18	0,85	0,73	0,72	1,50	3,81	5,85	5,83	5,56	5,64	5,65	5,12	4,20	3,61	3,60	4,46	5,89	7,21	7,11	6,07	4,66	3,15	
15-25	1,88	1,54	1,17	0,90	1,01	2,75	3,33	4,63	5,26	5,42	5,94	5,96	6,24	6,24	5,25	4,17	3,92	4,38	5,94	6,66	6,19	4,92	3,82	2,48
>25	3,24	2,77	2,41	2,43	2,76	3,26	4,11	4,71	6,01	5,59	5,39	4,99	4,67	4,64	4,56	4,23	4,27	4,24	4,25	4,40	4,40	4,78	4,26	3,62

### 9.4. ANEXO IV – DADOS RELATIVOS AO VOLUME TOTAL NO SAA DE VIANA DO CASTELO, VOLUME DIÁRIA E NÚMERO DE CLIENTES.

Escalão de consumo (m <sup>3</sup> )	Volume total de água de entrada no sistema no ano 2014 (m <sup>3</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> /dia)	Número de clientes	Volume (m <sup>3</sup> (cliente/dia))	Volume (m <sup>3</sup> (cliente/ mês))
0-5	479854	1314,67	14465	0,091	2,72
5-15	1526215	4181,41	19856	0,211	6,32
15-25	407053	1115,21	1955	0,570	17,11
>25	71838	196,82	172	1,144	34,33

### 9.5. ANEXO V - VOLUME CONSUMIDO POR HORA, EM LITROS, EM FUNÇÃO DAS PERCENTAGENS PADRÃO DE CONSUMO.

Escalão de consumo (m <sup>3</sup> )	Horas																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0-5	1,6	1,0	0,7	0,6	0,6	1,0	2,4	4,6	6,0	5,8	5,3	5,3	5,5	5,3	4,3	3,7	3,9	4,9	6,3	6,4	5,4	4,2	3,5	2,6
5-15	4,1	2,5	1,8	1,5	1,5	3,2	8,0	12,3	12,3	11,7	11,9	11,9	11,9	10,8	8,8	7,6	7,6	9,4	12,4	15,2	15,0	12,8	9,8	6,6
15-25	10,7	8,8	6,7	5,1	5,8	15,7	19,0	26,4	30,0	30,9	33,9	34,0	35,6	35,6	29,9	23,8	22,4	25,0	33,9	38,0	35,3	28,1	21,8	14,1
>25	37,1	31,7	27,6	27,8	31,6	37,3	47,0	53,9	68,8	64,0	61,7	57,1	53,4	53,1	52,2	48,4	48,9	48,5	48,6	50,3	50,3	54,7	48,7	41,4

### 9.6. ANEXO VI – VALORES MÉDIOS DO ERRO POR GAMA DE CONSUMO E CAUDAL MEDIDO EM LABORATÓRIO (%)

Escalão de consumo (m <sup>3</sup> )	Valores médios dos erros (%)						
	Média de 15 (dm <sup>3</sup> /h)	Média de 30 (dm <sup>3</sup> /h)	Média de 60 (dm <sup>3</sup> /h)	Média de 120 (dm <sup>3</sup> /h)	Média de 750 (dm <sup>3</sup> /h)	Média de 1500 (dm <sup>3</sup> /h)	Média de 3000 (dm <sup>3</sup> /h)
0-5	-13,17	-6,11	-2,24	-1,46	-1,83	-2,67	-3,53
5-15	-25,33	-15,99	-9,35	-5,14	-2,81	-3,79	-4,58
15-25	-14,63	-8,93	-6,48	-5,68	-2,40	-3,37	-3,76
>25	-4,31	-2,19	0,62	0,92	-0,74	-1,83	-2,76
<b>Total</b>	-17,96	-10,24	-5,53	-3,38	-2,27	-3,17	-3,96

**9.7. ANEXO VII – CÁLCULO DE FATURAÇÃO DA ENTIDADE GESTORA**

Escalão de consumo (m <sup>3</sup> )	Consumo (m <sup>3</sup> (cliente/ mês))	Volume faturado até 5 m <sup>3</sup>	Valor faturado (€)	Volume faturado de 5 a 15 m <sup>3</sup>	Valor faturado (€)	Volume faturado de 15 a 25 m <sup>3</sup>	Valor faturado (€)	Valor faturado (€/cliente.mês)	Valor faturado (€/mês)	Valor faturado (€/ano)
0-5	2,76	2,76	3,55	0,00	0,00	0,00	0,00	3,55	51.316,39	615.796,64
5-15	6,41	5,00	6,42	1,41	3,17	0,00	0,00	9,59	190.375,51	2.284.506,08
15-25	17,35	5,00	6,42	12,35	27,87	0,00	0,00	34,29	67.032,31	804.387,71
>25	34,81	5,00	6,42	29,81	67,26	14,81	51,36	125,03	21.505,91	258.070,88

**9.8. ANEXO VII – CÁLCULO DE FATURAÇÃO DA ENTIDADE GESTORA, TENDO EM CONTA O VALOR DO ERRO DE MEDIÇÃO DOS CONTADORES**

Escalão de consumo (m <sup>3</sup> )	Consumo (m <sup>3</sup> /mês.cliente)	Volume faturado até 5 m <sup>3</sup>	Valor faturado (€)	Volume faturado até 5 a 15 m <sup>3</sup>	Valor faturado (€)	Volume faturado até 15 a 25 m <sup>3</sup>	Valor faturado (€)	Valor faturado (€/cliente.mês)	Valor faturado (€/mês)	Valor faturado (€/ano)
0-5	3,04	3,04	3,90	0	0,00	0	0,00	3,90	56.463,77	677.565,26
5-15	7,77	5	6,42	2,77	6,26	0	0,00	12,68	251.679,49	3.020.153,87
15-25	18,23	5	6,42	13,23	29,85	0	0,00	36,27	70.899,71	850.796,49
>25	34,81	5	6,42	29,81	67,26	14,81	51,36	125,03	21.505,91	258.070,88

