

Sílvia Carina Alves da Silva

IMPLEMENTAÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLO DE PERDAS DE ÁGUA EM SISTEMAS URBANOS DE ABASTECIMENTO

IMPLEMENTATION OF WATER LOSS CONTROL MEASURES IN URBAN SUPPLY SYSTEMS

Dissertação de Mestrado em Gestão Sustentável do Ciclo Urbano da Água, na área de Especialização em Saúde Pública, orientada pelo Professor Doutor José Alfeu Sá Marques e pelo Professor Doutor Nuno Eduardo da Cruz Simões

Coimbra, 3 de Abril de 2018



UNIVERSIDADE DE COIMBRA



Universidade do Minho
Escola de Engenharia



FCTUC DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Sílvia Carina Alves da Silva

IMPLEMENTAÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLO DE PERDAS DE ÁGUA EM SISTEMAS URBANOS DE ABASTECIMENTO

IMPLEMENTATION OF WATER LOSS CONTROL MEASURES IN URBAN SUPPLY SYSTEMS

Dissertação de Mestrado em Gestão Sustentável do Ciclo Urbano da Água, na área de Especialização em
Saúde Pública,
orientada pelo Professor Doutor José Alfeu Sá Marques e pelo Professor Doutor Nuno Eduardo da Cruz Simões

Esta Dissertação é da exclusiva responsabilidade do seu autor.
O Departamento de Engenharia Civil da FCTUC, declina qualquer
responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões
que possam surgir

Coimbra, 3 de Abril de 2018

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais que sempre me transmitiram os melhores valores de vida, apoiando-me e fazendo com que acreditasse sempre nos meus sonhos.

À minha estrela.

Ao meu noivo por caminhar sempre comigo.

À minha família e amigos pela dedicação, força, incentivo e por compreenderem as minhas ausências nos momentos em que precisava de me dedicar inteiramente ao trabalho.

Aos meus colegas do MGESCUA, por todos os momentos que passámos juntos e pelo espírito de equipa, em especial à Inês por toda a amizade.

Aos meus parceiros da AdNorte, Eng.^a Ana Vieira e Eng.º Guilherme Santos, por todo o conhecimento transmitido, disponibilidade, paciência e companheirismo demonstrado! Obrigada! Vocês foram os meus mestres!

A todos, um sincero muito obrigada!

*“A água é o princípio de todas as coisas”
Tales de Mileto*

RESUMO

Os Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) têm um papel preponderante na gestão do ciclo urbano da água, devendo respeitar este elemento como um recurso cada vez mais escasso no planeta, sendo a sua conservação uma responsabilidade cívica.

As perdas de água nas redes de abastecimento são inerentes a todos os SAA, diferindo apenas o volume de água perdido, já que este depende das características da rede, das práticas operacionais adotadas e do nível de tecnologia e conhecimento aplicado no seu controlo.

O elevado custo associado ao volume de água perdido, pode levar à insustentabilidade da empresa, aumento de tarifas e impactes ambientais e de saúde pública. Posto isto, há necessidade de atuar no problema, conhecendo as suas origens, a sua constituição e adotando as mais eficientes estratégias de melhoria.

É neste contexto que surge a necessidade e importância da implementação de Medidas de Controlo de Perdas de Água.

Nesta dissertação pretende-se fazer o acompanhamento da implementação de Medidas de Controlo de Perdas, validando a sua capacidade e a sua contribuição na melhoria da eficácia e eficiência da empresa Águas do Norte, S.A..

A empresa Águas do Norte, S.A., para além da gestão em alta, assume também a exploração e gestão em baixa do sistema de abastecimento e saneamento da região do Noroeste, em resultado da celebração de uma Parceria entre o Estado e 8 Municípios.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas de Abastecimento de Água, Perdas de Água, Medidas de Controlo, Águas do Norte

ABSTRACT

Water Supply Systems (WSS) have a preponderant role in the management of the urban water cycle, and must respect this element as an increasingly scarce resource on the planet, and its conservation is a civic responsibility.

Water losses in supply networks are inherent in all WSSs, with only the volume of water lost differing, since this depends on several characteristics of the network as well as the mode of operational practices adopted and the level of technology and knowledge applied in its monitoring.

The high cost associated with the volume of water lost can lead to unsustainability of the company, increase of tariffs and more significant environmental and public health impacts. Having said this, there is a need to act on the problem, knowing its origins, its constitution and adopting the most efficient improvement strategies.

It is in this context that the need and importance of the implementation of Water Loss Control Measures.

This dissertation intends to follow the implementation of Loss Control Measures, validating their capacity and their contribution in improving the effectiveness and efficiency of the company Aguas do Norte, S.A.

The company Aguas do Norte, S.A., in addition to the upstream management, also assumes the exploration and down management of the supply and sanitation system of the Northwest region, as a result of the celebration of a partnership between the State and 8 Municipalities.

KEYWORDS: Water Supply System, Water loss, Water Loss Control Measures, Aguas do Norte.

Índice

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1.	ENQUADRAMENTO	1
1.2.	OBJETIVOS	2
1.3.	ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	2
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1.	PERDAS DE ÁGUA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO	4
2.2.	BALANÇO HÍDRICO	8
2.3.	COMPONENTES DO BALANÇO HÍDRICO	9
2.3.1.	Água entrada no Sistema	9
2.3.2.	Água faturada	9
2.3.3.	Água Não faturada	9
2.3.3.1.	Consumo Autorizado Não Faturado	10
2.3.3.2.	Perdas de Água Aparentes	10
2.3.3.3.	Perdas de Água Reais	11
2.4.	TÉCNICAS E MEODOLOGIAS DE CONTROLO DE PERDAS DE ÁGUA	14
2.4.1.	Controlo de Perdas Aparentes	16
2.4.1.1.	Consumo não autorizado	17
2.4.1.2.	Erros de medição	18
2.4.1.3.	Erros humanos	23
2.4.1.4.	Erros informáticos	24
2.4.2.	Controlo de Perdas Reais	26
2.4.2.1.	Pressão na Rede	28
2.4.2.2.	Controlo Ativo de Perdas	30
2.4.2.3.	Rapidez e qualidade na deteção e reparação de fugas	32
2.4.2.4.	Substituição, renovação e manutenção de condutas	33
2.5.	INDICADORES E ASPETOS ECONÓMICOS	34
2.5.1.	Nível Económico de Perdas (NEP) de Água	34
2.5.2.	Indicadores de desempenho	35
2.5.3.	Evolução do tema	37
3.	ESTUDO DE CASO	40

3.1.	ENQUADRAMENTO	40
3.1.1.	Descrição da Empresa	40
3.1.2.	Descrição da zona de estudo – Município de Amarante	41
3.2.	SITUAÇÃO INICIAL.....	43
3.2.1.	Cadastro.....	43
3.2.2.	Setorização	44
3.2.3.	Medição.....	45
3.2.4.	Balanço Hídrico Global.....	47
3.3.	SISTEMA DE AVALIAÇÃO E PRIORIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ANÁLISE	49
3.4.	IMPLEMENTAÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLO DE PERDAS DE ÁGUA	52
3.4.1.	Estudo da ZMC4	52
3.4.2.	Implementação de Medidas de Controlo de Perdas Reais.....	57
3.4.3.	Implementação de Medidas de Controlo de Perdas Aparentes	62
3.5.	RESULTADOS OBTIDOS.....	67
4.	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS -----	71
4.1.	CONCLUSÕES.....	71
4.2.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	76
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS -----	77
	ANEXO I -----	A-1

Índice de Figuras

Figura 1 - Balanço Hídrico de acordo com a definição da IWA (EPAL, 2017)	6
Figura 2 - Fluxograma das principais influências num sistema de abastecimento (EPAL, 2017)	7
Figura 3 - Principais componente das perdas aparentes (Fernandes, 2014).....	16
Figura 4 - Ligação clandestina (Lédo, 1999)	17
Figura 5 - Ligação por derivação de ramal.....	17
Figura 6 - Ligação por “bypass”	17
Figura 7 - Curva de erros e limites do erro máximo admissível (Carvalho, 2014)	20
Figura 8 – Verificação periódica de contadores (Portaria nº 21/2007, de 5 de Janeiro)	21
Figura 9 - Formas de combate às perdas reais (Fernandes, 2014).....	26
Figura 10 - Medidas a implementar de acordo com a localização das perdas de água reais (adaptado de Martins, 2012).....	27
Figura 11 - Esquema de delimitação de Zonas de Medição e Controlo (Alegre et al, 2005).....	28
Figura 12 - Gráfico característico do controlo de caudal de uma ZMC (adaptado de Farley et al, 2008)	31
Figura 13 - Nível económico de perdas (Carvalho, 2014)	34
Figura 14 - Nível Económico de Perdas (adaptado de Farley et al, 2008).....	35
Figura 15 - Principais Indicadores de Perdas de Água (EPAL, 2017)	36
Figura 16 - Representação dos dados da ERSAR para as perdas de água nacionais (Jornal Público, 2017)	38
Figura 17 - Índice de perdas de água no mundo (EOS, 2017 citando site IBNET)	39
Figura 18 - Municípios AdNorte (AdNorte, 2017)	41
Figura 19 - Abastecimento ao Município de Amarante (AdNorte, 2017).....	42
Figura 20 - Levantamento de dados e Cadastro – Município de Amarante (AdNorte, 2017).....	44
Figura 21 - Instalação de AA e ZMC – Município de Amarante (AdNorte, 2017)	45
Figura 22 – Instalação de Medição – Município de Amarante (AdNorte, 2017).....	46
Figura 23 – Balanço Hídrico referente ao ano de 2016 – Município de Amarante (AdNorte, 2017) ...	47
Figura 24 - Sistema de Avaliação adotado (AdNorte, 2017)	50
Figura 25 - Sistema de Avaliação – Exemplo (AdNorte, 2017)	51
Figura 26 – Localização da ZMC4 (AdNorte, 2017)	52
Figura 27 – Levantamento de dados da ZMC4 (AdNorte, 2017).....	53
Figura 28 - Sistema de Monitorização da ZMC4 (AdNorte, 2017)	54
Figura 29 – Análise dos clientes da ZMC4 – Exemplo (AdNorte, 2017)	55
Figura 30 - Distribuição dos contadores por idade na ZMC4 - Ano 2016 (AdNorte, 2017)	56
Figura 31 – Caraterização dos Espaços Verdes da ZMC04 (AdNorte, 2017).....	56
Figura 32 - Balanço Hídrico referente ao ano de 2016 – ZMC4 (AdNorte, 2017)	57
Figura 33 – Gráfico de pressões referente à monitorização da pressão (AdNorte, 2017)	58
Figura 34 - Ensaio de estanqueidade e Sistema de controlo de extravasamentos (AdNorte, 2017)	59
Figura 35 - Detecção por correlação acústica (AdNorte, 2017).....	60
Figura 36 - Detecção por sondagem acústica com recurso a geofone (AdNorte, 2017).....	61
Figura 37 - Identificação de ligações ilícitas (AdNorte, 2017)	63
Figura 38 - Distribuição dos contadores por idade na ZMC4 - Ano 2017 (AdNorte, 2017)	64

Figura 39 - Erro do parque de contadores da ZMC4 – Comparação entre 2016 e 2017 (AdNorte, 2017)	65
.....	65
Figura 40 - Variação do erro do parque de contadores Global e da ZMC4 (AdNorte, 2017).....	65
Figura 41 – Exemplo de gráfico obtido da monitorização de grandes consumidores (AdNorte, 2017)	66
Figura 42 - Balanço Hídrico referente ao ano de 2017 – ZMC4 (AdNorte, 2018)	67
Figura 43 - Balanço Hídrico referente ao ano de 2017 – Município de Amarante (AdNorte, 2018)....	69
Figura 44 – Resumo da variação dos valores dos componentes do Balanço Hídrico (AdNorte, 2018)	70

1. INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

A água é um recurso natural indispensável e essencial à vida de todos os seres humanos.

Nos últimos anos, este recurso vem sendo ameaçado por várias ações, o que acaba resultando em danos para o ambiente e para própria humanidade.

O crescimento exponencial da população e conseqüente aumento e alterações das necessidades e hábitos de consumo aliado à crescente concentração populacional nos grandes centros urbanos, maioritariamente em zonas costeiras, tenderá a aumentar fortemente o stresse hídrico em diversas áreas do planeta, tornando a água doce um recurso cada vez mais escasso, que importa preservar e gerir com a máxima eficiência.

Apesar da aparente disponibilidade de água no planeta, dados do World Resources Institute (WRI), apresentam uma percentagem de água disponível e própria para consumo humano de apenas 1% da água do planeta, sendo essa pequena quantidade repartida pela agricultura, indústria e consumo doméstico, destinando-se a este último apenas cerca de 8% do total da água disponível para consumo (Malheiro, 2011).

Além disso, os relatórios anuais da Organização das Nações Unidas (ONU) apresentam previsões futuras desfavoráveis: estima-se que em 2025 cerca de 60% da população mundial viverá em regiões com escassez de água.

Perante esta já séria e atual situação de escassez de água, um elevado número de estudos assegura que o uso por parte do consumidor é descuidado, ao mesmo tempo que, por parte das entidades gestoras se verificam sérios problemas de eficiência, nomeadamente quando se trate de perdas de água em sistemas de abastecimento de água.

Estima-se que, em média na Europa, 30 a 40 % da água colocada nas redes não chegue ao consumidor, portanto água perdida (Malheiro, 2011). Em Portugal, estima-se que 30% a 70% da água captada, tratada, transportada, armazenada e distribuída, não chega a ser faturada aos utilizadores (RASARP, 2016).

A procura de eficiência no controlo dos processos e a redução de perdas mostram-se objetivos claros das Entidades Gestoras (EG). Estas necessidades traduzem-se na diminuição do volume de água perdido, e vêm ainda possibilitar um melhor desempenho no atendimento sem precisar de aumentar o volume de água captado da natureza.

Neste contexto, a redução das perdas de água nos sistemas urbanos de abastecimento de água constitui-se como um dos fatores mais relevantes e desafiantes para os próximos anos,

implicando a adoção de uma atitude ativa e responsável, de forma a assegurar uma correta gestão e a sustentabilidade deste recurso natural essencial, cada vez mais escasso.

1.2. OBJETIVOS

A procura da redução e controlo de perdas de água em sistemas de abastecimento de água torna-se, nos dias de hoje, um imperativo para qualquer entidade gestora.

O objetivo geral deste trabalho consiste na avaliação da melhoria da eficiência conseguida através da implementação de medidas de controlo de perdas de água em sistemas urbanos de abastecimento de água na EG Águas do Norte, S.A., concretizada através dos seguintes objetivos específicos:

- i. Revisão bibliográfica sobre a temática;
- ii. Análise da situação inicial existente na EG;
- iii. Acompanhamento da implementação de medidas de redução e controlo de perdas;
- iv. Análise dos resultados obtidos e conclusões do estudo.

1.3. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação pretende fazer uma abordagem à problemática das perdas de água em sistemas de abastecimento de água, através do acompanhamento da implementação de Medidas de Controlo de Perdas na empresa Águas do Norte, S.A..

No Capítulo 1 desta dissertação é feita uma breve introdução e enquadramento ao tema, referindo também os objetivos deste trabalho.

O Capítulo 2 é referente à Revisão Bibliográfica. Ao longo deste capítulo é feita uma pesquisa bibliográfica sobre o tema, sendo abordados os seguintes assuntos:

- i. Introdução à problemática das perdas de água em sistemas de abastecimento, com uma breve apresentação do tema e a sua importância atual;
- ii. Balanço Hídrico;
- iii. Componentes do balanço hídrico, expondo-se com maior detalhe as perdas de água aparentes e reais;
- iv. Técnicas e Metodologias do Controlo de Perdas de Água, onde detalhadamente se abordam as medidas para o combate às perdas de água aparentes e às perdas de água reais;
- v. Indicadores e Aspectos Económicos das Perdas de Água como o nível económico de perdas, os indicadores e a evolução do tema, com uma breve referência de forma a não esquecer que estes aspetos, embora pouco desenvolvidos nesta dissertação são também muito importantes na problemática das perdas de água.

O Capítulo 3 é dedicado ao Estudo de Caso, onde se expõe a experiência deste projeto e as dificuldades sentidas, pretendendo-se validar a capacidade e a contribuição das medidas implementadas na melhoria da eficácia e eficiência da empresa, da seguinte forma:

- i. Enquadramento com a descrição da empresa e da zona de estudo por forma a dar a conhecer a necessidade da implementação destas medidas nesta empresa e na zona em questão;
- ii. Situação Inicial de maneira a descrever as dificuldades com a implementação deste projeto e determinação do Balanço Hídrico inicial, ou seja, antes da implementação das medidas de controlo de perdas, de forma a ser possível fazer uma comparação posteriormente;
- iii. Sistema de Avaliação e Priorização das Áreas de Análise. Este capítulo é uma breve referência ao caminho trilhado na empresa Águas do Norte, S.A. no enquadramento deste projeto de combate às perdas de água;
- iv. Implementação de Medidas de controlo de Perdas de Água na empresa Águas do Norte, S.A.. Aqui relata-se as opções tomadas e a situação em que se encontra a implementação das medidas de controlo de perdas;
- v. Apresentação dos Resultados Obtidos;

O Capítulo 4 é referente a Conclusões e Trabalhos Futuros. Aqui faz-se uma conclusão geral ao tema, bem como um resumo do que foi elaborado nesta dissertação. Finaliza-se com sugestões, que se entendem ser importantes, para a realização de trabalhos futuros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. PERDAS DE ÁGUA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO

Por definição as perdas de água equivalem ao volume perdido que traduz a quantidade de água que, tendo sido introduzida no sistema, não chega, por diversas razões, a ser entregue ou faturada ao cliente final (EPAL, 2017).

O volume de perdas é dependente da especificidade de cada sistema, em particular da condição das infraestruturas e da sua operação e manutenção, assumindo-se como parte integrante de todas as redes de abastecimento, representando uma das principais fontes de ineficiência das EG dos SAA, o que se reflete na desestabilização das suas finanças, na deficiente qualidade do serviço prestado aos consumidores e num aumento do custo de água faturada.

As perdas de água nos sistemas de abastecimento são um problema multidimensional, com um elevado impacto nas várias vertentes da EG, designadamente a económico-financeira, a técnica, a ambiental, de saúde pública e social (Alegre et al, 2005).

A **Dimensão Económico-Financeira** é, normalmente, a principal motivação das EG para a implementação de um controlo ativo de perdas.

O volume de água que não é faturado, mas que foi captado, tratado, importado ou transportado em infraestruturas de grande valor patrimonial, conduz a elevados custos operacionais e de manutenção, além do sobredimensionamento das infraestruturas e a consequente diminuição da sua longevidade.

Estima-se que, no ano de 2016, a quantidade de água que não chegou a ser faturada aos utilizadores ascendeu a perdas económicas estimadas em 235 milhões de euros/ano (Associação ZERO, 2017).

Neste sentido, a avaliação e controlo das perdas é fundamental para a redução significativa de custos operacionais e de manutenção do sistema.

A **Dimensão Técnica** caracteriza-se pela avaliação e melhoria do estado físico dos sistemas. A existência de fugas e extravasamentos de água nos sistema de abastecimento são inevitáveis, no entanto, um bom dimensionamento, construção e manutenção da rede tenderá a ter um nível de perdas baixo, por conseguinte, um elevado volume de perdas físicas indicia que a rede não se encontra em boas condições.

Deste modo, uma gestão técnica apropriada permite otimizar o nível de perdas, melhorando a eficiência do sistema.

A **Dimensão Ambiental** ganhou grande relevância no decorrer dos últimos anos.

Com a consciencialização da possível escassez de água com qualidade adequada ao consumo humano e a inexistência de água para consumo humano em algumas regiões do mundo torna-se evidente a preocupação com a redução de perdas de água e conseqüente redução do caudal captado nos recursos hídricos, contribuindo assim para a conservação da Natureza e para uma política de gestão dos recursos hídricos sustentável.

Desta forma, o controlo introduzido pelo sistema de perdas, terá impacto significativo na racionalização da utilização do recurso água, com custos ambientais significativos, resultando numa maior eficiência hídrica.

A **Dimensão de Saúde Pública** relaciona-se com a necessidade de garantir a inexistência de contaminação na água fornecida.

As perdas de água devidas a fugas e roturas são possíveis fontes de contaminação da água.

Quando o sistema está sob pressão, com pressões superiores à pressão exterior, a probabilidade de contaminação é reduzida, no entanto, no caso de haver necessidade de interrupção do fornecimento de água, a pressão na conduta baixa e a probabilidade de ocorrer contaminação aumenta substancialmente. Além disso, em sistemas pouco estanques a pressão interna baixa mais rapidamente.

No caso do nível freático ser elevado, a água presente nos terrenos envolventes penetrará pela abertura e seguirá em direção ao cliente final, assim que for reposto o normal funcionamento da rede, podendo originar doenças infetocontagiosas, colocando em causa a vida humana.

Assim, mesmo que o valor económico da água perdida não compense o investimento, a redução de perdas deverá valorizar a componente de saúde pública, promovendo a sua prevenção.

A **Dimensão Social** caracteriza-se pela garantia da qualidade de serviço a um custo acessível (Pimpão, 2012).

O controlo das perdas de água, para além de todos os benefícios anteriormente referidos, é também uma exteriorização da imagem da EG, e socialmente, as perdas de água são mal aceites pela população, sobretudo quando a entidade gestora praticar tarifários elevados ou quando ocorram aumentos nos tarifários.

Além disso, o cidadão poderá ter um papel socialmente mais ativo no processo de controlo de perdas, quando devidamente informado e motivado, pode prestar informação na localização de fugas visíveis e na melhor monitorização dos consumos domésticos.

Numa primeira impressão, sem qualquer tipo de estudo, caracterizam-se as perdas como algo puramente físico. No entanto, mesmo depois de a água ser entregue ao consumidor, por

alguma ineficiência, pode não ser faturada, estando intrínsecos todos os custos de produção e transporte sem a obtenção de qualquer receita. Assim sendo, dividem-se em perdas reais (físicas), perdas de água até ao contador do consumidor, e perdas aparentes (não físicas), perdas de água devidas a erros de medição ou violação por parte do consumidor (Carvalho, 2014).

Até há alguns anos atrás, a avaliação das perdas de água era distinta em cada país, diferindo até dentro do mesmo país consoante a EG. A International Water Association (IWA), confrontada com a necessidade de avaliar o volume de perdas de água e os seus componentes e, assim, permitir uma comparação internacional entre os desempenhos das diferentes EG, procurou padronizar o entendimento dos componentes dos usos da água nos sistemas de abastecimento através de uma matriz que representa o Balanço Hídrico, onde se inserem os dois tipos de perdas relatados.

Assim, a IWA apresentou, no ano de 2000, a ferramenta que veio a constituir-se como base de toda a análise que se efetua em torno desta temática – o Balanço Hídrico – a qual esquematiza os processos pelos quais a água pode passar desde que entra no sistema.



Figura 1 - Balanço Hídrico de acordo com a definição da IWA (EPAL, 2017)

A fim de conseguir um controlo mais eficaz e uma boa gestão do sistema de abastecimento de água deve existir, por parte da EG, um controlo e monitorização constante dos respetivos fluxos de caudal, a fim de se conseguir identificar potenciais perdas de água e estabelecer um cálculo correto da água não faturada.

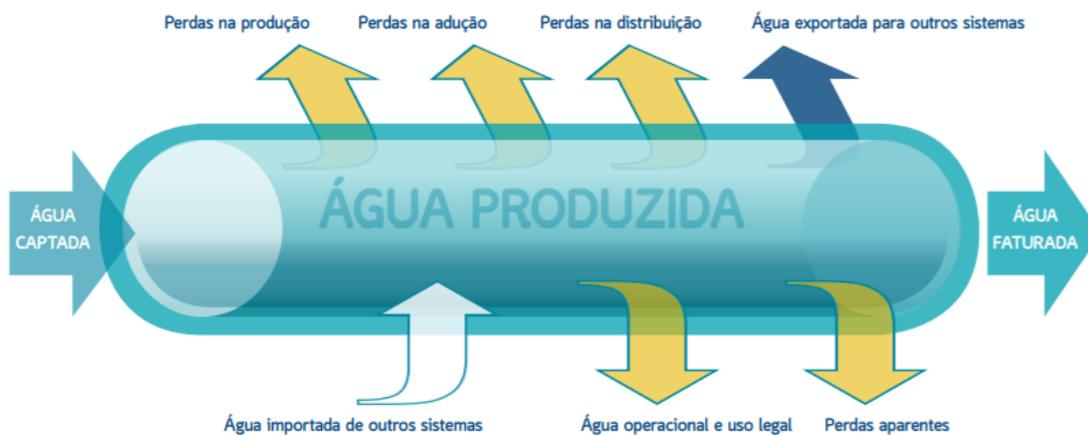


Figura 2 - Fluxograma das principais influências num sistema de abastecimento (EPAL, 2017)

A estimativa das perdas é obtida através da comparação entre o volume produzido ou transferido, a partir de um ponto do sistema, e o consumo autorizado ou recebido num ou mais pontos do mesmo sistema. A água não faturada inclui todas as perdas, reais e aparentes (EPAL, 2017).

2.2. BALANÇO HÍDRICO

O cálculo do Balanço Hídrico é baseado em medições ou estimativas da água produzida, importada, exportada, consumida ou perdida (Vicentini, 2012). O balanço hídrico corresponde ao principal modelo para a avaliação e controlo das perdas. Os volumes envolvidos nas análises devem primeiramente ser calculados e eles próprios representam os indicadores primários das perdas. Somente a partir deles, evidentemente, é que podem construir quaisquer indicadores (Miranda, 2002).

A construção do balanço pode se dar de cima para baixo (método top down) ou de baixo para cima (método bottom up). O primeiro consiste em se estimar as perdas reais a partir das perdas totais. Nesse caso torna-se necessário que antes sejam determinadas as perdas aparentes, recorrendo-se aos melhores métodos disponíveis (Miranda, 2002).

Evidentemente que o cálculo completo do balanço hídrico sem qualquer nível de erro é muito difícil, podendo haver um elevado nível de incerteza (Miranda, 2002).

Determinar o volume de água perdido nos sistemas de abastecimento de água é um excelente indicador da eficiência de uma EG.

O cálculo do balanço hídrico pode ser realizado para todos os sistemas, subsistemas ou mesmo em zonas de controlo, podendo ser realizados em períodos tão curtos quanto possível, com uma periodicidade mínima anual, dependendo da capacidade e do grau de gestão da EG.

Os passos básicos para calcular no balanço hídrico, a água não faturada e as perdas de água são os seguintes (APDA, 2014):

Passo 0: Definir os limites exatos do sistema (ou sector de rede) a auditar; definir as datas de referência (definindo um período de um ano);

Passo 1: Determinar o volume de água entrada no sistema;

Passo 2: Determinar o consumo faturado medido e o consumo faturado não medido sendo o somatório destes o consumo autorizado faturado e a água faturada;

Passo 3: Calcular o volume de água não faturada, subtraindo a água faturada à água entrada no sistema;

Passo 4: Indicar o consumo não faturado medido e o consumo não faturado não medido, sendo o somatório destes o consumo autorizado não faturado;

Passo 5: Determinar o consumo autorizado, através do somatório dos volumes correspondentes ao consumo autorizado faturado e ao consumo autorizado não faturado;

Passo 6: Calcular as perdas de água, como a diferença entre a água entrada no sistema e o consumo autorizado;

Passo 7: Avaliar, usando os melhores métodos disponíveis, as parcelas do uso não autorizado e dos erros de medição, somá-las e registar o resultado em perdas aparentes;

Passo 8: Calcular as perdas reais, subtraindo as perdas aparentes às perdas de água;

Passo 9: Avaliar as parcelas das perdas reais usando os melhores métodos disponíveis (análise de caudais noturnos, dados de medição zonada, cálculos de frequência/caudal/duração das roturas, modelação de perdas baseada em dados locais sobre o nível-base de perdas, etc.), somá-las e comparar com o resultado das perdas reais.

2.3. COMPONENTES DO BALANÇO HÍDRICO

Apesar de existirem várias componentes, todas elas importantes para o resultado final, o Balanço Hídrico assenta principalmente na análise de três partes fundamentais:

- i. Água entrada no sistema, que representa a água adquirida (AE) ou comprada pela Entidade Gestora;
- ii. Água Faturada em igual período (AF);
- iii. Água Não Faturada (ANF)

2.3.1. Água entrada no Sistema

Tal como o nome indica, a água que entra no sistema corresponde ao volume anual de água que entra no sistema de distribuição, que satisfaz as necessidades de um determinado número de clientes que são abastecidos pela entidade gestora em causa.

2.3.2. Água faturada

A componente do “consumo de água faturado” corresponde ao volume anual de água fornecido como água exportada, medida ou não medida, para outros sistemas e ao consumo autorizado faturado, medido ou não medido, a consumidores registados ou autorizados.

Representa a parcela de volume do qual a EG tem efetivamente receita relativo ao fornecimento de água.

2.3.3. Água Não faturada

A componente da “água não faturada” contempla a água autorizada não faturada, medida ou não medida, as perdas aparentes e as perdas reais, sendo as duas últimas parcelas as mais expressivas.

O consumo autorizado mas não faturado e as perdas aparentes devem ser avaliadas de acordo com o preço de venda da água, uma vez que representam o volume de água que seria entregue ao cliente, ou seja, correspondem a perda económica para a entidade gestora. As perdas reais

podem, por sua vez, ser avaliadas com base no custo médio de produção de água ou no preço de compra da água tratada e importada (EPAL, 2017).

2.3.3.1. Consumo Autorizado Não Faturado

O consumo autorizado não faturado, medido ou não medido, é o volume de água fornecido a consumidores registados ou que estejam implícita ou explicitamente autorizados a fazê-lo para usos domésticos, comerciais ou industriais e à própria EG (Soulé, 2015).

O consumo autorizado não faturado não gera receitas para a EG apesar da utilização da água ser legítima.

Estes consumos estão normalmente associados a água que é retirada da rede para múltiplos fins, geralmente de uso público, como seja para combate a incêndios, lavagem de ruas, rega de espaços verdes municipais, alimentação de fontes e fontanários, proteção contra congelação ou até mesmo para uso dentro das próprias instalações das EG ou para lavagem de condutas e coletores, entre outros.

Apesar de se tratar de consumos autorizados, por vezes, são utilizados para fins impróprios, podendo assemelhar-se a fraudes e ilícitos, como seja a utilização de bocas-de-incêndio para fins que não sejam o seu propósito inicial.

Cabe à EG alertar e tentar influenciar as entidades competentes para a alteração destes comportamentos.

É também de grande importância a EG ter um conhecimento profundo da envolvente para que consiga identificar potenciais consumos não medidos que deveriam ser medidos como sejam, por exemplo, os espaços verdes.

O consumo autorizado não faturado é uma componente que poucas vezes é medida e não constitui necessariamente uma perda de água no sistema, no entanto é uma componente importante quando se pretende entender a dimensão das perdas de água.

2.3.3.2. Perdas de Água Aparentes

As perdas aparentes, também conhecidas como comerciais ou económicas, dividem-se, de acordo com o balanço hídrico, em consumos ilícitos e erros de medição.

Traduzem os consumos não autorizados, onde se englobam os roubos e fraudes de água, ou seja, água que é consumida de um modo indevido e portanto não faturado e as imprecisões que podem ocorrer na medição dos consumos, nas quais se incluem os erros de medição humanos ou informáticos ou mesmo falhas no manuseamento dos dados.

Este tipo de perdas é geralmente significativo podendo mesmo representar 50% ou mais da percentagem da água não faturada, dependendo de aspetos técnicos como critérios de

dimensionamento e manutenção de contadores e procedimentos comerciais e de faturação (Malheiro, 2011).

Além de representarem uma fatia elevada da água não faturada, as perdas aparentes são de difícil deteção e exigem um controlo rigoroso por parte das EG, devendo ser alvo de planos de ação a médio e longo prazo.

As perdas aparentes podem ser divididas numa parcela de perdas aparentes inevitáveis, ou seja com que a EG terá que contar apesar do esforço de redução, já que o investimento na sua eliminação não será economicamente sustentável, e numa parcela de perdas aparentes recuperáveis. As perdas recuperáveis são as mais importantes e as que revelam uma maior urgência em eliminar, sendo necessário adotar os mais eficientes métodos a fim de minimizar ao máximo esta parcela de perdas.

As perdas aparentes podem ser estimadas através da verificação do número de ligações ilícitas, o número de contadores avariados e utilizando estimativas de consumo per-capita para calcular o volume usado (EPAL, 2017).

2.3.3.3. Perdas de Água Reais

As perdas reais correspondem às perdas físicas de água até ao contador do cliente, quando o sistema está sob pressão. Trata-se do volume anual de perdas através de todos os tipos de fissuras, roturas e extravasamentos. Depende da frequência, do caudal e da duração média de cada fuga. (Ervideira, 2014).

Equivalem, portanto, ao volume de água que é introduzido no sistema e que não chega às instalações dos clientes, sendo perdido na rede e nas infraestruturas da EG.

Dividem-se, no quadro do balanço hídrico, em diferentes subcategorias, em função do local onde ocorre a fuga de água, nomeadamente: fugas e/ou extravasamento nos reservatórios; fugas em condutas de adução ou distribuição e fugas nos ramais de ligação.

As perdas de água nos reservatórios são mais facilmente caracterizadas e quantificadas, e por esse motivo, consideradas de menor importância para a EG, dado que os extravasamentos ou transbordos são normalmente controlados.

A fuga ou rotura das condutas deve-se em muitos casos ao mau estado das mesmas. O desgaste provocado pela passagem da água ao longo dos anos aliado à possível corrosão cria roturas ao longo da conduta. A pressão da água posteriormente fará o trabalho restante conduzindo às fugas pela tubagem (Fernandes, 2014).

A quantificação do volume perdido neste tipo de fugas é estimada pelo número de reparações efetuadas.

As fugas em ramais ocorrem normalmente quando a ligação entre a conduta principal da rede e o ramal domiciliário não se encontra nas melhores condições, podendo ocorrer perdas de água nas ligações existentes.

Como o caudal que passa no ramal domiciliário é menor, quando comparado com o da rede, a deteção de uma fuga é também mais difícil.

Este tipo de fugas são muito comuns e, normalmente, mais difíceis de detetar, sendo detetadas pelos próprios clientes que sentem uma redução de pressão e baixos caudais dentro das habitações.

Na sua totalidade trata-se de perdas de volumes de água significativos, que conduzem a uma elevada percentagem de água não faturada, constituindo, a sua redução, por esse motivo, um dos principais objetivos das EG responsáveis pelo serviço público de abastecimento de água.

Estima-se que, em média, as perdas reais representam cerca de 40 a 60% das perdas de água (Martinho, 2013).

As perdas de água reais dependem de um conjunto de características das infraestruturas do sistema e da sua envolvente como seja o comprimento total de condutas, o estado das condutas e dos seus componentes, o material, a frequência de fugas e de roturas, a densidade e comprimento médio de ramais, a pressão de serviço média, a localização do contador no ramal, o tipo de solo e as condições do terreno, relevantes sobretudo no modo como se torna visível ou não a ocorrência de roturas e fugas. De todos os fatores apontados realça-se, a influência das pressões de serviço, cuja gestão influencia fortemente as perdas de água no sistema, quer seja por pressões elevadas ou por variações significativas de pressões.

A dimensão da perda de água é fortemente influenciada pela estratégia de deteção e reparação de fugas, pela gestão de operação e pela política e práticas da EG. As perdas reais, tal como as perdas aparentes, podem ser minimizadas, mas não totalmente eliminadas. O objetivo será sempre atingir um nível de perdas reais que seja a menor combinação de custos entre o valor da água perdido por perdas reais e o custo das atividades (EPAL, 2017).

A fim de conseguir uma redução economicamente sustentável das perdas reais torna-se necessário um controlo efetivo das perdas através do conhecimento de toda a rede e suas fragilidades e uma monitorização constante dos caudais.

Para analisar melhor as perdas reais deve-se analisar as perdas que ocorrem através de pequenas fugas e são detetáveis com equipamentos próprios, as perdas por fugas e roturas reportadas, as perdas por fugas e roturas passíveis de identificação através da deteção ativa de fugas e as fugas e volumes resultantes de extravasamentos em reservatórios.

Uma estimativa adequada das perdas reais existentes numa rede pode ser conseguida pela aplicação de quatro metodologias distintas: análise Top-Down do balanço hídrico, análise dos

caudais noturnos através da abordagem Bottom-Up, análise das componentes do balanço hídrico e uma combinação das anteriores (EPAL, 2017).

De uma forma generalizada, na análise Top-Down assume-se que o Volume das Perdas Reais resulta da subtração do Volume consumo autorizado e do Volume das perdas aparentes ao Volume entrado no sistema, sendo que esta análise dependerá sempre do conhecimento de variáveis difíceis de estimar e portanto que poderão ser sobrestimadas.

A análise dos caudais noturnos através da abordagem Bottom-Up aplica-se em casos de sistemas setorizados e dotados de medição em contínuo, onde é possível estimar o volume das perdas reais a partir dos valores de caudais noturnos medidos na zona em análise.

2.4. TÉCNICAS E MEODOLOGIAS DE CONTROLO DE PERDAS DE ÁGUA

Embora os últimos dados do RASARP (RASARP, 2016) demonstrem que, em Portugal, há ainda um longo caminho a percorrer para melhorar a eficiência do uso da água, denota-se que houve um crescente esforço, por parte das EG, nos últimos anos, no sentido de diminuir o volume de água perdida nas redes de abastecimento.

A concretização de uma estratégia de controlo e redução de perdas de água tornou-se numa das principais tarefas operacionais das redes de distribuição, como resultado da procura de uma maior eficiência no abastecimento de água e uma redução do stress hídrico.

Tendo em vista o aumento da eficiência da gestão da água e das suas perdas, torna-se imprescindível realizar uma abordagem ao controlo das perdas de água em sistemas de abastecimento de água, estabelecendo como meta a adoção de uma atitude proactiva. Uma política ativa no controlo de perdas de água acompanhada de meios técnicos e intervenções ajustada irá aumentar a eficácia do sistema e promover a sustentabilidade económico-financeira e a credibilidade interna e externa da EG (Torres, 2014).

Além disso, também a sustentabilidade ambiental acarreta uma forte motivação para a necessidade de cada vez mais termos sistemas eficazes e com perdas de água controlados.

Desta forma, as EG, têm a seu cargo um enorme desafio: o de reduzirem ao máximo a quantidade de água perdida.

É sabido que nenhum sistema de abastecimento é 100% eficaz, e o sucesso e capacidade de reduzir os volumes de água perdida variam muito de caso para caso, são fortemente influenciada por fatores, como a inexistência de meios técnicos e conhecimento, má gestão e a própria complexidade dos sistemas.

De entre os problemas técnicos, podem-se realçar a falta de uma política proactiva, o facto de as pessoas não estarem orientadas para este trabalho, do planeamento do dia-a-dia não contemplar esta vertente e de as reparações só ocorrerem quando alguém fica sem água ou a fuga é visível superficialmente (Torres, 2014).

Apesar de em algumas entidades já se verificar o desenvolvimento e implementação de políticas que promovam a redução das perdas de água nos sistemas, na grande maioria dos casos existe ainda uma atitude de despesismo, comprometendo-se, assim, o desempenho dos sistemas e contribuindo em larga escala para sua ineficiência.

Verifica-se que, em Portugal, muitas EG desconhecem quer o volume de água entrado no sistema quer o volume de água não faturado, o que inviabiliza qualquer estratégia de redução de perdas (Associação ZERO, 2017).

Para o senso comum, as perdas de água nos sistemas de abastecimento mais conhecidas resultam da deficiente qualidade ou da degradação das infraestruturas, sendo normalmente designadas por perdas reais. Esta componente das perdas de água, normalmente mais relevante em termos globais, pode ser reduzida através de programas de controlo e combate as fugas e de estratégias adequadas de renovação das redes.

Existe, no entanto, outra vertente que contribui para as perdas de água, a qual se associa normalmente o conceito de perdas “económicas” ou “aparentes”. Esta componente das perdas decorre de situações de utilizações não autorizadas de água decorrendo, frequentemente, da estrutura urbana, ou falta dela, e dos costumes locais, para além de situações relacionadas com utilizações sem medição ou ainda com deficiências dos equipamentos dos sistemas de medição, bem como de políticas inadequadas de medição ou de uma política de gestão de ativos que não considera suficientemente as perdas por submedição.

Estas perdas poderão ser reduzidas promovendo a adoção de políticas socioeconómicas adequadas sendo igualmente importante, em muitos casos, acompanhar essas ações com iniciativas de requalificação do espaço urbano e de inclusão social, numa logica global de atuação (EPAL, 2017).

Em termos técnicos, o controlo de perdas reais é mais complexo que o das perdas aparentes. No entanto, em qualquer componente das perdas, antes de intervir é importante efetuar o balanço custo-benefício entre o investimento necessário para as reduzir e os benefícios financeiros daí decorrentes.

A redução significativa das perdas de água numa entidade gestora requer um forte empenhamento da administração e da generalidade dos sectores operativos. Iniciativas desenquadradas, de um indivíduo ou de um sector isolado da organização, estão condenadas ao insucesso. É fundamental agir de forma concertada, estabelecendo um ciclo periódico de atuação que passe pela correta avaliação do problema, pela clara definição de objetivos, pelo estabelecimento e implementação de uma estratégia global de atuação e pela avaliação dos resultados obtidos (Alegre et al, 2005).

Assim, de uma forma geral, numa primeira fase, deve começar-se por avaliar a dimensão do problema através da realização de balanços hídricos, a que se deve seguir o estabelecimento da estratégia de controlo de perdas a adotar face a essa avaliação. Um dos resultados é a avaliação da dimensão relativa entre perdas reais e perdas aparentes, de forma a identificar as componentes de perdas onde se pode esperar uma melhor relação custo-benefício. A segunda fase contempla a implementação da estratégia de controlo de perdas, que deve abranger duas linhas de ação paralelas, uma relativa às perdas reais e outra às perdas aparentes. Numa terceira fase deverá proceder-se à avaliação dos resultados, em função dos quais poderá ser necessário ajustar a estratégia inicial.

É evidente a importância ambiental e económica das perdas de água nos sistemas de abastecimento, tratando-se de um problema a escala global que vem assumindo uma dimensão cada vez mais relevante e um papel central nas preocupações das EG dos sistemas de abastecimento.

Desta forma, garantir um sistema de abastecimento de água eficaz e eficiente, com controlo de perdas de água, é fundamental.

2.4.1. Controlo de Perdas Aparentes

Como já referido anteriormente, as perdas aparentes decorrem de erros de macromedição, erros de micromedição, fraudes, ligações clandestinas, falhas no cadastro dos consumidores, etc.

Neste caso, a água é efetivamente consumida, no entanto, não é cobrada pela empresa de abastecimento de água.

Existem vários métodos de controlo das perdas aparentes. Estes métodos consistem, essencialmente, no combate à utilização fraudulenta, na gestão do cadastro de consumidores e na gestão dos contadores instalados (Pimpão, 2012).

Tal como o nome indica, aparente, a perda de água não se sentirá de forma imediata; não é como uma rotura numa conduta. Não é um acontecimento concreto, palpável. Sendo assim, este tipo de perdas requer um estudo aprofundado dentro de uma entidade gestora (Carvalho, 2014).

De uma forma mais objetiva (referenciada por muitos autores), as perdas aparentes podem ser caracterizadas por quatro componentes: erros de medição, erros humanos, erros informáticos e consumo não autorizado, sendo portanto nestas componentes que se deve atuar com o objetivo de diminuir esta componente das perdas.

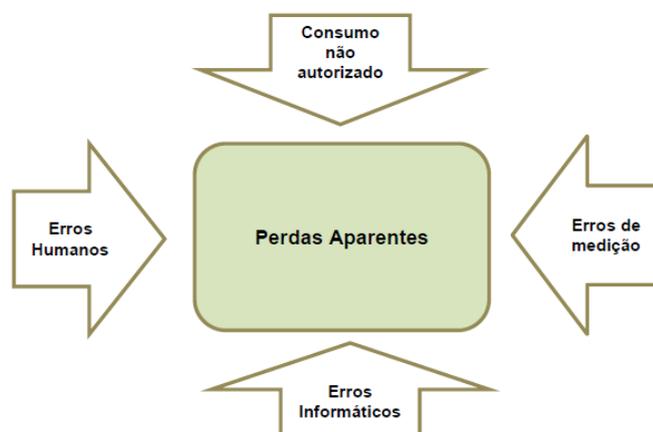


Figura 3 - Principais componente das perdas aparentes (Fernandes, 2014)

Nos pontos que se seguem irá fazer-se uma abordagem sobre os métodos de controlo de perdas aparentes.

2.4.1.1. Consumo não autorizado

A ligação à rede sem autorização, mais conhecido por furto ou ligação clandestina, compõe uma “grande fatia” do total das perdas aparentes (Carvalho, 2014).

Os consumos não autorizados caracterizam-se geralmente por furtos de água que resultam da ligação à rede sem autorização, decorrentes de um comportamento ilegal do cliente.

Assim, o consumo não autorizado pode entender-se como uma perda de água devida a ações humanas propositadas (Malheiro, 2011).

Existe uma grande variabilidade de formas de consumo não autorizado: as ligações clandestinas à rede de distribuição, as ligações por “bypass”, a derivação de ramal, a violação do contador ou mesmo o consumo direto dos hidrantes e redes prediais de combate a incêndio.

Nas ligações clandestinas a água não passa pelo contador, é consumida diretamente da rede de distribuição. Este tipo de ligação é bastante comum em áreas de abastecimento pouco urbanizadas (Pereira, 2007). Nestas situações, o ramal predial não contém qualquer contador e é ligado diretamente à rede de distribuição.

Nas ligações por “bypass” é feito um desvio ao contador, não passando a água consumida pelo elemento de contagem, mas sim por uma tubagem paralela a este.

Os casos de derivação de ramal correspondem a fraude idêntica à situação anterior, sendo que o desvio feito não volta a ser ligado ao ramal predial. Esta situação dificulta a deteção do uso indevido, uma vez que a água pode continuar a passar pelo contador e o consumo simplesmente diminui.

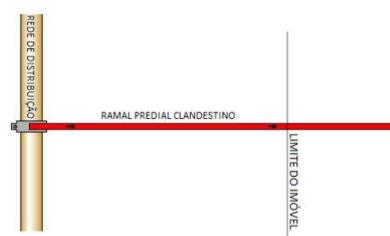


Figura 4 - Ligação clandestina (Lédo, 1999)

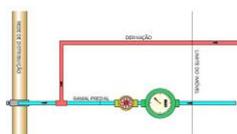


Figura 5 - Ligação por derivação de ramal
(Lédo, 1999)

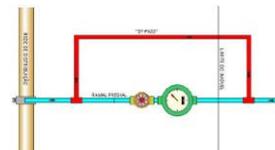


Figura 6 - Ligação por “bypass”
(Lédo,1999)

Outra situação que se enquadra neste tipo de consumo tem a ver com a manipulação do contador.

Este processo passa, exclusivamente, pela alteração do funcionamento do mesmo propositadamente, que conduz a uma redução imediata da sua contagem ou até mesmo à sua paragem. Desta forma a faturação do cliente diminui substancialmente, acabando muitas vezes por só pagar as tarifas do contrato (Carvalho, 2014).

A forma mais eficaz no combate a este tipo de fraude é a instalação de telemetria. Com esta tecnologia a ocorrência de desmonte de contador, paragem, remoção ou inversão do sentido do escoamento são detetadas, permitindo a emissão de alertas na ocorrência de uma vasta série de anomalias.

O combate à utilização fraudulenta passa, na grande parte das vezes, por inspeções periódicas a imóveis com suspeita de fraude mediante critérios estabelecidos pela EG, identificando ligações diretas não visíveis, ligações clandestinas, inversão de contadores e by-pass à rede predial ou mesmo a rede de incêndio e/ou de rega.

Estes critérios devem ser definidos mediante a análise dos dados de consumo, como seja a identificação de contadores parados, a compatibilização entre os dados dos clientes e os dados de consumo e uma rigorosa avaliação das estimativas de consumo efetuadas.

Relativamente à utilização indevida de marcos, bocas-de-incêndio e de rega, o método deverá consistir na limitação ao uso das mesmas, através da colocação de válvulas de seccionamento e tampas anti-roubo.

No caso dos locais da instalação destes equipamentos não se encontrarem devidamente registados, a EG deverá proceder ao seu registo e localização, de forma a efetuar uma monitorização e supervisão mais eficiente.

2.4.1.2. Erros de medição

Quando se fala em medição pode estar-se a referir a dois tipos distintos de medição: a macromedição e a micromedição.

A **macromedição** corresponde à medição de volume de água para grandes vazões desde o processo de captação da água bruta até a extremidade a jusante da rede de distribuição.

São exemplos de macromedição a medição efetuada na captação da água bruta, à entrada ou saída dos reservatórios de abastecimento, à água tratada que é entregue a outros sistemas públicos, etc.

A existência de macromedição é fundamental para uma adequada monitorização do sistema de abastecimento de água, pois apenas através de dados fiáveis é possível conseguir um programa efetivo de redução e controlo de perdas de água.

Como tal, torna-se necessário que os macromedidores estejam sempre bem aferidos, bem instalados e em perfeito funcionamento e dentro dos limites de precisão, de modo que os valores decorrentes dos macromedidores sejam corretos e sem desvios (Silva, et. al., 2003).

O macromedidor pode apresentar, eventualmente, uma imprecisão que se poderia dizer natural, que varia de acordo com o tipo de macromedidor. Um macromedidor bem instalado e operando em condições de vazão adequadas, apresenta uma faixa de variação da precisão, em geral, entre 0,2% e 2%.

Essa imprecisão gera os erros de medição, porém estes podem ser minimizados tendo em atenção os seguintes pontos:

- i. Instalação adequada, obedecendo às especificações das normas;
- ii. Calibração do macromedidor;
- iii. Dimensionamento adequado, operando com baixas velocidades;
- iv. Baixa amplitude entre as vazões máximas e as mínimas;
- v. Instrumentação facilitada;
- vi. Transmissão de dados fiável, quando se utiliza telemetria.

A **micromedição** diz respeito à medição da quantidade de água fornecida a uma instalação predial pela rede de distribuição.

Os sistemas de micromedição são responsáveis por uma grande parcela da componente das perdas de água aparentes, mais concretamente devido aos erros de medição a eles associados.

Com o passar do tempo, todos os equipamentos, pelas mais diversificadas razões, ou até mesmo na sequência do desgaste das peças, tendem a perder o rigor da medição, apresentando valores afetados de um determinado erro.

De uma forma simplista, o erro é o resultado da diferença entre o volume que é indicado pelo contador e o valor verdadeiro - volume de água que efetivamente passou no contador. Este valor é chamado de “erro absoluto” (Martinho, 2013).

Apesar de ser o valor absoluto do erro, na prática é comum usar-se o conceito de erro relativo, expresso em percentagem.

Todos os contadores, em função de diversos aspetos, principalmente da gama de caudais para os quais são dimensionados, apresentam uma escala de precisão.

Assim, o erro de medição admissível que um contador deverá apresentar, dentro da gama dos caudais de dimensionamento, é representado pela curva da figura seguinte.

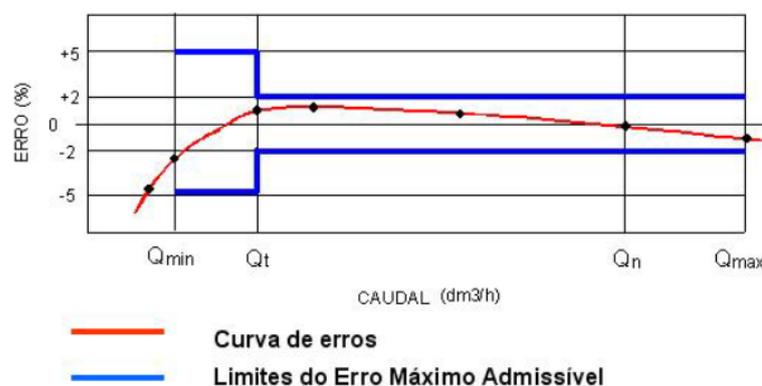


Figura 7 - Curva de erros e limites do erro máximo admissível (Carvalho, 2014)

De uma forma resumida, isto significa que um contador novo, com desempenho ideal, deve apresentar um erro máximo de 5% para o valor do caudal mínimo de dimensionamento (Q_{min}), erro esse que tenderá a diminuir à medida que nos aproximamos do caudal nominal (Q_n), esperando-se um erro inferior a 2% até se atingir o caudal máximo (Q_{max}) de dimensionamento.

Antes de se atingir o caudal mínimo de dimensionamento, a curva de precisão apresenta uma inclinação significativa, o que representa um erro bastante significativo e de grande variabilidade, podendo mesmo haver inexistência no registo da contagem.

O caudal de transição (Q_t) representa o caudal ao qual os erros máximos admissíveis do contador mudam de valor (de $\pm 5\%$ para $\pm 2\%$, para água até 30°C , ou $\pm 3\%$, para água a temperatura superior a 30°C) (Fernandes, 2014).

Um contador é capaz de ler em regimes muito diversos, desde o menor caudal que é possível medir (caudal mínimo) até ao maior caudal que poderá suportar (caudal máximo).

Além destes dois extremos, as EG atribuem uma grande importância ao caudal que origina o início do movimento do contador - caudal de arranque.

No entanto, existe uma grande quantidade de fatores que afastam o comportamento de um contador da sua gama de precisão ideal.

Todos os equipamentos com o passar do tempo tendem a perder o rigor da medição, na sequência do desgaste das peças móveis do equipamento (Martinho, 2013).

Estima-se normalmente um período de vida para um dado contador que varia com o modelo e a marca do mesmo. O mais comum é a idade variar entre os doze e quinze anos, no entanto, existem alguns mais resistentes que poderão durar até vinte anos (Carvalho, 2014).

A legislação portuguesa em vigor (Portaria nº 21/2007, de 5 de Janeiro) considera que todos os contadores deverão ser submetidos a uma verificação periódica, que deverá ser efetuada nos seguintes prazos em função do valor do caudal permanente:

Q_3 (m ³ /h)	Prazo (anos)
≤ 4	12
De 6,3 a 16	8
De 25 a 63	6
De 100 a 160	4

Figura 8 – Verificação periódica de contadores (Portaria nº 21/2007, de 5 de Janeiro)

O caudal permanente, Q_3 , representa o caudal máximo ao qual o contador funciona satisfatoriamente nas condições normais de utilização, isto é, com caudal estável ou intermitente.

Esta verificação, por norma, é tida como o período limite para a substituição do contador.

Contudo, nada impede que sejam praticados prazos inferiores aos legais, concretamente quando os distribuidores constatarem que a medição da água não está a ser realizada com a exatidão exigível.

O desgaste do contador não depende apenas do uso do aparelho mas também das características da água medida. Quando a água é mais agressiva física ou quimicamente, a precisão é afetada num curto período de tempo, assim como com a presença de sólidos em suspensão (Rizzo, s/ data).

Também o facto da utilização do contador se realizar apenas durante períodos sazonais pode levar a uma mais rápida deterioração do contador.

Outro fator que contribui significativamente para os erros de medição nos contadores tem a ver com a utilização de contadores com diâmetros “sub” ou sobredimensionados. Muitas vezes, há tendência a adotar contadores maiores devido às perdas de carga e/ou ao possível aumento dos consumos, acabando por ser colocados contadores de maiores dimensões do que o realmente necessário. No entanto, o sobredimensionamento pode conduzir a subcontagem dos contadores, uma vez que o contador fica a trabalhar na parte inferior da sua escala de desempenho, provocando uma constante deterioração do mesmo (Rizzo, s/ data).

Por outro lado um subdimensionamento pode proporcionar muito rapidamente a deterioração do contador. Apesar de ter um registo com elevada precisão no momento da instalação e nos primeiros dias, existe uma grande tendência da rutura de algumas peças devido à pressão exigida pela água (Arregui et al, 2005).

Deste modo revela-se de extrema importância a consideração dos corretos padrões de consumo no momento do dimensionamento, de maneira a dimensionar o contador por forma a responder a estes dois possíveis entraves.

Os contadores devem também ser instalados segundo as instruções dos fabricantes, por forma a funcionarem corretamente, caso contrário poderá provocar a perda de precisão no processo de contagem (Martinho, 2013).

A adulteração dos contadores pode ser outra das causas da subcontagem, como já referido acima. Estas situações devem ser combatidas e vigiadas, devendo dar-se formação e instruções aos técnicos que fazem as leituras para este tema, a fim de identificar e reportar estas situações.

Assim, verifica-se que os motivos que conduzem aos erros de medição são de grande diversidade, e como tal, a forma de os combater serão também variáveis. No entanto, tentar-se-á enumerar as mais relevantes.

Numa primeira análise será necessário ter um conhecimento real sobre o parque de contadores, conhecer a idade dos contadores, bem como os consumos reais e possíveis erros de medição existentes no parque de contadores.

Substituir os contadores apenas quando estão obstruídos, muito velhos ou usados é uma política que vai conduzir a erros significativos nos contadores e logo um controlo medíocre do consumo.

Vários são os estudos acerca do período ideal para substituição dos contadores, sendo que o mais consensual é que o plano de substituição de contadores tenha por base a idade do contador e o volume acumulado ao longo da sua vida útil.

A organização e a gestão de um parque de contadores de água deverão ser subordinadas a duas vertentes essenciais (APDA, 2014):

- i. Vertente legal: Cumprimento estrito da legislação existente (Portaria n.º 21/2007), relativamente à periodicidade da Verificação Periódica dos contadores e respetiva substituição, a qual passará necessariamente por aquisição de novas unidades, coadjuvada por reparação das unidades existentes e abate das que não forem física ou economicamente reparáveis.
- ii. Vertente económica: Avaliação do comportamento das unidades em serviço, relativamente aos seus erros de medição, no sentido de se determinarem as perdas devidas a subfacturação, balanceando estas versus encargos de substituição das unidades instaladas (aquisição de novas e/ou reparação das existentes).

Outro dos aspetos importantes para conseguir reduzir a componente das perdas aparentes consiste na adequação dos diâmetros dos equipamentos aos padrões de consumo, tal como referenciado acima.

No momento de dimensionar é importante ter especial cuidado à adoção do contador mais indicado, devendo-se, para tal, dimensionar e definir o tipo de contador a instalar, face ao previsível perfil de consumo do local abastecer e paralelamente efetuar uma análise cuidada da gama de caudais fornecida pelo fabricante do respetivo contador.

Neste contexto também é preciso ter atenção que a grande maioria dos contadores de água não conseguem medir caudais significativamente baixos. A maioria dos contadores de água simplesmente não medem caudais logo inferiores a 12 litros por hora (Yaniv, s/data).

Analisados os principais aspetos que contribuem para o acréscimo dos erros de medição, entende-se que uma EG deve ter uma estratégia de medição que zele por todos eles. Essa estratégia deve ser definida tomando em conta o custo potencial da implementação das políticas em relação ao potencial de rendimento (Malheiro, 2011).

2.4.1.3. Erros humanos

Nas perdas aparentes, os erros humanos estão associados aos possíveis erros de leitura e registo aquando da visita dos técnicos aos contadores, ocorrendo normalmente por leituras dos contadores mal interpretadas.

Muitas vezes o envelhecimento ou mau estado do contador, os locais de difícil acesso ou outras difíceis condições de leitura podem induzir o leitor em erro, como por troca de uma vírgula ou de um algarismo. Esta situação tem maior probabilidade de ocorrer quando se trata de leitores menos experientes (Farley et al, 2008).

Em condições de humidades elevadas o embaciamento do visor pode também dificultar o processo de recolha de leituras. Normalmente instalados ao nível do solo, certos contadores facilitam a recolha errada de leituras (Arregui et al, 2006).

Quando os dados de uma leitura são inconvenientemente recolhidos, este erro transmite-se pela base de dados da empresa. As incoerências associadas a um erro humano implicam a informação errada que a empresa tem das leituras, o que conduz uma expressiva diversidade de problemas (Malheiro, 2011).

Assim, quando a EG se julga conhecedora do consumo de determinado cliente e esse dado não é o correto, a EG irá emitir uma fatura errada e irá usar esses dados para fazer um balanço de perdas que não correspondem à realidade. Além disso, a EG terá maior dificuldade na elaboração de estimativas nos períodos de tempo em que as leituras não forem recolhidas, aumentando o erro na perceção do estado das perdas e consequentemente diminuindo a sua eficiência.

De forma a minimizar os erros humanos as EG devem apostar em técnicos experientes, com formação e motivados, de forma a ser possível obter informações de forma eficaz e eficiente.

Segundo alguns especialistas, não adotar políticas de recursos humanos com ênfase na valorização de serviços prestados pode reduzir o grau de credibilidade das leituras recolhidas (Pereira, 2007).

O técnico responsável deverá realizar corretamente o levantamento do consumo mensal e saber avaliar variações elevadas de consumo, registrar indícios de fraudes ou alterações cadastrais para posteriores inspeções pelas equipas especializadas, além de apontar outras ocorrências, tais como falta de água, problemas da qualidade da água, vazamentos, obstruções, etc. (Vicentini, 2012).

Além disso deverão ser criados procedimentos a fim de evitar os erros de leitura, como seja uma maior supervisão dos técnicos, implementação de rotas de leitura em horários mais suscetíveis de facilitar o acesso a contadores em interiores, controlos locais frequentes, a permanência do técnico em determinada zona que já conhece, etc.

Também a adoção de sistemas de monitorização e telemetria permitirá que a leitura no imediato momento de recolha possa ser comparada com a média dos consumos anteriores do cliente assim como com a última leitura, de forma a detetar mais facilmente possíveis erros e dessa forma corrigi-los antes que se divulguem à base de dados da empresa.

Outra medida que poderá aumentar a credibilidade dos dados recolhidos é a realização de auditorias aos relatórios de campo, para evitar que não estejam a ser estimadas leituras quando estas deviam ser lidas e auditoria ao número de leituras estimadas que deverão ser reduzidas relativamente ao número de leituras reais (Malheiro, 2011).

Na redução dos erros humanos a telemetria pode desempenhar um papel importante, pela simples razão de eliminação do elemento humano. O acompanhamento desta ferramenta com um bom tratamento de dados dará à empresa uma vantagem substancial na tentativa de quantificação das perdas aparentes (Rizzo, s/ data).

2.4.1.4. Erros informáticos

Depois de serem recolhidas as leituras pelos técnicos no terreno, essas informações são transmitidas à base de dados das EG. Os erros informáticos decorrem do processamento dessa informação em software próprio.

Ao serem introduzidos dados incorretos na base de dados essas informações devem ser detetadas, para que, à semelhança do anteriormente referido nos erros humanos, o erro não se propague.

Poderão surgir também situações em que ocorram lacunas no próprio software, gerando informação errada que, não sendo detetada, acaba por resultar numa faturação errada e consequente difusão do erro.

Se a empresa não tiver um bom filtro de dados, para que possa detetar e corrigir erros atempadamente, eles continuam no sistema vindo a originar problemas de gestão. O sistema informático deve fazer uma análise aos dados que lhe são enviados e emitir alertas em situações invulgares. Este tipo de análises é também útil em outras etapas do tratamento de dados. (Malheiro, 2011).

Este tipo de erros pode surgir com alguma frequência e refletem-se normalmente em aspetos semelhantes aos erros humanos, visto que também aqui se trata de incorreções relativas aos dados de consumo, e por esse motivo deverão fazer parte das preocupações das EG.

A redução dos erros informáticos passa pela adoção de melhores ferramentas de contabilidade da água, que facilitem a análise automática dos dados, e permitam uma mais fácil comparação da água que é fornecida com a soma da água consumida na mesma área.

Assim, torna-se evidente a necessidade de existirem dados atualizados do cadastro, em que as novas ligações à rede sejam imediatamente registadas, de modo a que a empresa tenha conhecimentos atualizados dos níveis de perdas a combater.

O controlo da integridade dos dados de faturação pode ser maximizado através do recurso a tecnologias de informação, incluindo a utilização de bases de dados de clientes mais fiáveis e representativas da realidade controlo do manuseamento e integridade dos dados de faturação (EPAL, 2017).

A instalação de um sistema de telemetria seria a forma mais eficaz de solucionar tanto a problemática dos erros informáticos como dos erros humanos.

A telemetria apresenta-se como uma metodologia de elevada eficiência no conhecimento quase imediato do estado de cada contador, e têm-se revelado uma potente ferramenta no combate perdas aparentes de água.

Através da telecontagem é possível conhecer as leituras de cada contador a cada instante. Se devidamente analisada essa informação pode tornar-se útil das mais diversificadas formas, possibilitando o combate às perdas de água, a faturação dos consumos reais do cliente, a deteção de irregularidades, o balanço hídrico da rede, entre outros benefícios (Malheiro, 2011).

Obviamente que a instalação de um sistema deste género acarreta elevados custos, podendo ser um entrave, dado não ser compatível com a realidade económica das várias EG espalhadas pelo nosso país, no entanto não pode deixar de ser referenciado como a solução mais fiável no controlo das perdas de água.

2.4.2. Controlo de Perdas Reais

A existência de perdas reais, mesmo nas redes mais recentes e sofisticadas, é inevitável. E portanto, torna-se necessário criar formas e planos de ação com o fim de as minimizar.

O objetivo será sempre atingir um nível de perdas reais que seja a menor combinação de custos entre o valor da água perdido por perdas reais e o custo das atividades (EPAL, 2017).

As condicionantes para o acontecimento de uma fuga são as mais variadas, como já exposto no capítulo referente às perdas reais e, como também já relatado no mesmo capítulo, podem ocorrer em ramais de ligação, condutas de distribuição e reservatórios.

O maior problema das fugas numa rede de abastecimento é que a maior parte delas não são visíveis, pois ocorrem nos ramais de ligação e nas condutas que se encontram em zonas subterrâneas.

Para proceder ao combate eficaz das perdas reais são adotadas quatro medidas que são internacionalmente aceites, independentemente do país e do tipo de sistema de abastecimento de água, tendo em conta que a resolução do problema passa essencialmente por questões operacionais (Torres, 2014).

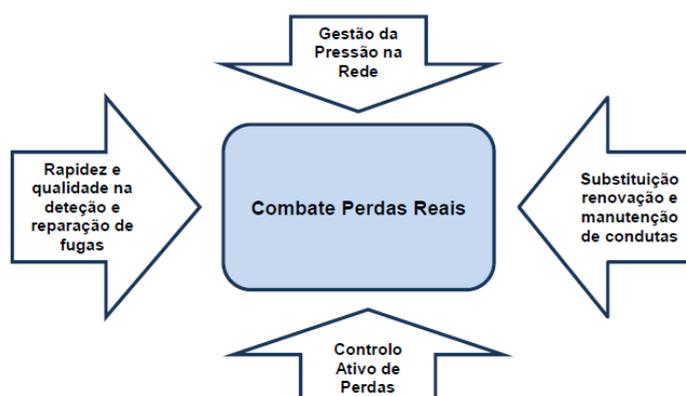


Figura 9 - Formas de combate às perdas reais (Fernandes, 2014)

No curto-prazo, a gestão das perdas reais deve ser feita ao nível da diminuição da duração das perdas, através da rápida intervenção sobre as fugas detetadas, e na melhoria da qualidade das reparações. Para obter resultados a medio e a longo prazo deverão ser promovidas ações no sentido da gestão da pressão, da gestão eficiente dos ativos da empresa e do controlo ativo de fugas, diminuindo assim efetivamente as perdas na rede (EPAL, 2017).

No quadro que se segue faz-se uma interligação entre as formas de combate às perdas reais e o tipo de perda consoante o lugar onde ocorrem.

Tipo de Perdas de água reais (Balanço)	Medidas 1	Medidas 2	Medidas 3	Medidas 4
Perdas em condutas (fugas e roturas)	Gestão da pressão	Raparação rápida das avarias	Controlo ativo de perdas	Renovação e substituição de condutas
Perdas em ramais (fugas e roturas)	Gestão da pressão	Raparação rápida das avarias	Controlo ativo de perdas	Renovação e substituição de ramais
Perdas em reservatórios	Eliminar extravasamentos por transbordo	Reparação das fendas nas paredes e laje de fundo	Controlo ativo de extravasamentos	

Figura 10 - Medidas a implementar de acordo com a localização das perdas de água reais (adaptado de Martins, 2012)

Quando se trata de análise e combate de perdas reais, torna-se muito difícil analisar e processar as informações de todo o sistema de uma forma global.

A quantidade de dados é tão elevada que provocará perda no rigor dos resultados, algo que será mais evidente quanto maior for o sistema em questão, tornando todo o processo demasiado generalista.

Neste contexto, nos últimos anos surgiu o conceito de Zonas de Medição e Controlo (ZMC), que de uma forma genérica, consiste em dividir o sistema global em pequenas zonas medidas e controladas, onde se torna possível estabelecer, com um bom grau de detalhe, toda a informação referente a essas zonas, e desta forma, em vez de calcular as perdas de água para todo o sistema (aliado a um reservatório), associam-se as mesmas perdas a um setor (uma ZMC).

A setorização da rede, embora não incorpore diretamente o controle de perdas em si, é basilar para conhecer a distribuição espacial das perdas reais (APDA, 2014).

Constitui, desta forma, o ponto de partida para a aplicação de métodos como seja, a monitorização dos caudais, em especial os noturnos, a gestão de pressões e técnicas de localização e reparação de fugas.

Os principais critérios para a implementação de ZMC's são os seguintes (Fernandes, 2014):

- i. Instalação de contadores e telemetria nas entradas e saídas;
- ii. Fecho efetivo das válvulas de limite da ZMC;
- iii. Controlo de zonas entre 1000 a 5000 clientes;
- iv. Controlo de rede entre 8 a 12 quilómetros.

Contudo, estes critérios apenas poderão ser aceites na construção de ZMC's em áreas urbanas, dado que em áreas rurais a construção da ZMC em tudo dependerá das características da rede: geográficas, populacionais e hidráulicas.

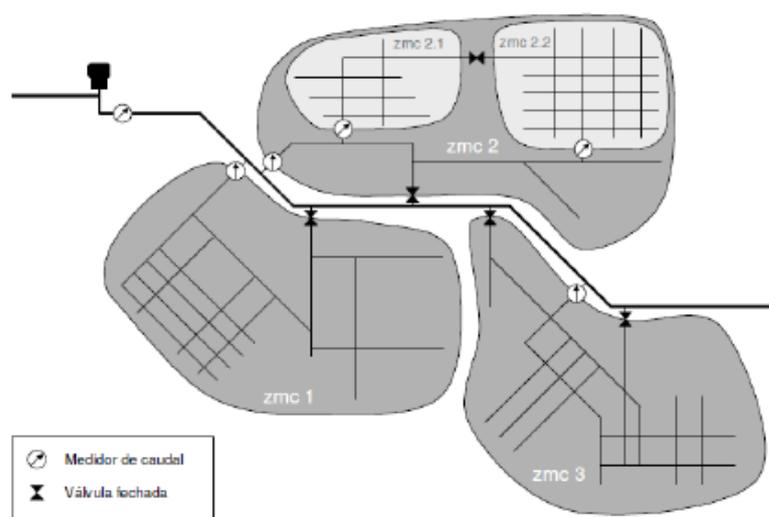


Figura 11 - Esquema de delimitação de Zonas de Medição e Controlo (Alegre et al, 2005)

Na criação das ZMC deverá sempre ter-se em consideração o cadastro da rede de distribuição, sendo certo que sem um bom cadastro todo o processo de planeamento terá fortes probabilidades de não funcionar corretamente. Todas as entradas e saídas de água de uma ZMC devem ser controladas e o número de consumidores conhecidos (Martinho, 2013).

Em questões económico-financeiras, o investimento inicial necessário para sectorizar e equipar satisfatoriamente uma rede é significativo e, frequentemente, não é possível fazê-lo com a celeridade desejável, sendo necessária a implementação de válvulas de seccionamento e a colocação de caudalímetros para o controlo de caudais e volumes de água.

No entanto, a médio e longo prazo, a setorização revelar-se-á muito eficaz facilitando a recuperação e redução de perdas de água, focando os trabalhos apenas nas zonas críticas.

2.4.2.1. Pressão na Rede

A problemática da gestão da pressão na rede está relacionada com os níveis de serviço que é necessário garantir às populações.

Normalmente o dimensionamento de redes de distribuição é feito para cenários de ponta por forma a garantir um nível de pressão mínima na situação mais desfavorável e no ponto mais crítico do sistema.

Desta forma, pressupõe-se a existência de pressões superiores ao necessário durante extensos períodos de tempo, agravando-se a situação em períodos noturnos quando os consumos da rede diminuem.

As pressões excessivas e as suas constantes oscilações danificam as infraestruturas da rede de abastecimento, originando, inevitavelmente, fugas e roturas com um conseqüente volume de água perdido (Martins, 2012).

A pressão da água tem uma enorme influência no caudal libertado durante uma fuga. Será logicamente perceptível que quanto maior for a pressão maior será o volume de água perdido (Torres, 2014).

A relação entre o caudal e a pressão é quase linear uma vez que, numa primeira fase de atuação, uma redução de 10% na pressão implica uma redução de 10% no caudal libertado (Farley et al, 2008).

Desta forma, gerir as pressões da rede é uma medida básica para redução de perdas, que pode ter grande eficácia com uma boa relação de custo – benefício.

As EG deverão, para tal, efetuar um constante estudo das pressões na rede, com o objetivo de garantir pressões de serviço que satisfaçam os requisitos legais e promovam a menor variação de pressão da rede possível e, conseqüentemente, o menor número de perdas de água.

Na análise das pressões será de todo conveniente desenvolver um plano de trabalhos que contemple (Torres, 2014):

- i. Avaliação dos pontos onde é possível efetuar a redução da pressão sem afetar os requisitos mínimos exigidos;
- ii. Identificação dos setores críticos onde o número de fugas é maior;
- iii. Perceber se os consumidores e o sistema não serão afetados.

A gestão da pressão na rede tem que garantir, em qualquer caso, as necessidades dos consumidores e as pressões para combate a incêndios, mesmo nos pontos mais elevados.

A gestão de pressões pode resultar no aumento ou diminuição das pressões em diferentes sectores das redes de distribuição, sendo muitas vezes necessário adotar sistemas dinâmicos que tenham uma resposta ativa às variações diárias ou outras (Alegre et al, 2005).

Existem diferentes alternativas para conseguir uma gestão e controlo adequado da pressão na rede de abastecimento, alternativas essas que deverão ser articuladas convenientemente no dimensionamento de um esquema de gestão da pressão.

Uma forma de controlar a pressão num sistema é proceder à sua setorização, frequentemente com recurso a operação de válvulas, de forma a estabelecer “andares” de pressão. Sistemas com abastecimento por gravidade podem ter a sectorização relacionada com a topografia enquanto, em sistemas com alimentação por elevação, a sectorização estará dependente do nível dos reservatórios (Thomton, 2002).

Outra forma de controlar a pressão é através da instalação de reservatórios, estações elevatórias ou sobrepessoras, permitindo minimizar e amortecer as pressões e caudais da rede ou aumentar significativamente as pressões na rede, respetivamente.

Usualmente, quando se pretende efetuar a gestão de pressão na rede faz-se recorrendo à instalação de válvulas redutoras de pressão (VRP).

As VRP são válvulas que permitem obter uma pressão predefinida a jusante da sua instalação, e podem ser controladas mecânica, elétrica ou hidráulicamente, através das suas diferentes configurações. Existem válvulas de mola, de pistão ou de diafragma que possibilitam o estabelecimento da pressão de saída fixa, modulada por caudal, por tempo ou por ponto crítico (Torres, 2014).

A redução da pressão revela-se normalmente muito eficaz no combate às perdas reais, contribuindo também para obter diversos ganhos. A redução das pressões desnecessárias ou em excesso contribui para a estabilização das pressões na rede e para a diminuição do número de falhas dos sistemas, o que reduz os custos de reparação e possibilita um abastecimento de água mais contínuo, elevando, deste modo, os níveis de qualidade dos serviços prestados pelas EG (EPA, 2010).

2.4.2.2. Controlo Ativo de Perdas

A grande parte das perdas reais não é visível à superfície, tornando-se essencial um programa ativo na busca das mesmas.

O controlo ativo de perdas (CAP) é de essencial valor e inquestionável proveito para a melhoria da eficácia dos sistemas de abastecimento e redução das perdas de água. Constitui uma procura proactiva das fugas, dado que na maioria dos casos se realiza através de equipamento acústico especializado para detetar as fugas que não são visíveis (Torres, 2014).

Este controlo só é possível através da monitorização contínua do sistema e de equipas especializadas no terreno.

Desta forma, através da criação de ZMC, acima mencionadas, faz-se a divisão da rede em setores de menor dimensão, instalando-se medidores nas fronteiras que possibilitam a medição dos caudais de entrada na subzona, possibilitando a identificação das zonas problemáticas.

É através da análise de entrada e saída de caudais na ZMC que é aferido o volume de perdas no sistema. Ou seja, a diferença entre o valor dado pelo medidor de caudal na entrada da ZMC e o valor do consumo dos clientes controlado através de leituras dos contadores, representa a perda de água.

A imagem que se segue é representativa do tipo de gráfico aferido da medição dos consumos nas ZMC, onde poderão ser observados os comportamentos dos consumos ao longo do tempo e detetar valores anómalos.

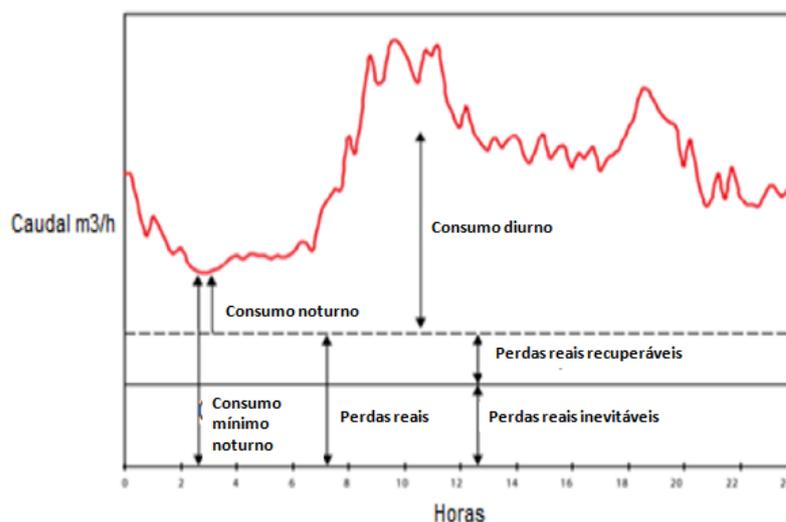


Figura 12 - Gráfico característico do controlo de caudal de uma ZMC (adaptado de Farley et al, 2008)

Torna-se também necessário referir, e perceptível na figura acima, que além das perdas facilmente e dificilmente detetáveis, há outro tipo de perdas, denominadas perdas base ou perdas reais inevitáveis.

Estas perdas são, normalmente, devidas a fugas presentes nas ligações das condutas de distribuição aos ramais domiciliários e em outras ligações da rede, que, devido ao baixo volume de água perdido momentaneamente, são de difícil deteção. No entanto, resultam num elevado volume de água ao longo do tempo.

São portanto, como o próprio nome indica, inevitáveis, as quais serão praticamente impossíveis de eliminar, e com as quais teremos sempre que contar no nosso sistema.

Para determinar este nível de perdas, inicialmente deve verificar-se o estado de fecho das válvulas que definem as fronteiras das ZMC e posteriormente deve efetuar-se a deteção do maior número possível de fugas, procurando e reparando em primeira instância as grandes fugas. Os caudais noturnos vão sendo observados e no momento em que já se repararam as fugas de forma rentável, considera-se atingido o nível-base de perdas

O nível-base de perdas permite orientar a estratégia de controlo de perdas por medição zonada. É uma quantidade definida de modo fundamentalmente empírico, variando de ZMC para ZMC (Carvalho, 2014).

Desta forma, sempre que a monitorização indique a ocorrência de um nível de perdas elevado torna-se necessário proceder à sua localização e deteção.

Para identificar a localização das fugas de água recorre-se normalmente a equipamentos de deteção e correlação acústica que permitem analisar as variações sonoras do escoamento e, através da interpretação de diferentes ruídos, possibilitam ou uma localização muito aproximada ou mesmo exata do local da rotura.

Os equipamentos geralmente usados na deteção de fugas são a Vara Acústica, Geofone, loggers, correlatores acústicos e georradar (Torres, 2014).

Assim, o controlo ativo de fugas atua diretamente no principal fator de perdas reais, permitindo assim uma significativa recuperação da água disponível, com reflexos diretos nas políticas financeiras, técnicas e ambientais da empresa (Vicentini, 2012).

2.4.2.3. Rapidez e qualidade na deteção e reparação de fugas

A rapidez e qualidade das reparações efetuadas sobre as fugas detetadas na rede permitem a diminuição do volume de perdas e a garantia de que este se mantém em níveis controlados (EPAL, 2017).

Após a identificação da existência de uma fuga, o tempo gasto para sua efetiva localização e a sua reparação é um ponto-chave na gestão das perdas reais.

A partir do momento em que uma fuga ou rotura é detetada, parte do volume de água que se perde é proporcional ao tempo que a sua reparação demora (Farley et al, 2008).

Para que uma fuga possa ser reparada de imediato é necessário dispor de equipas e meios para proceder à reparação, dado que as fugas podem acontecer a qualquer hora do dia ou da noite.

O tipo de fuga varia de local para local e dentro desses locais existem todo um conjunto de condicionantes que podem contribuir para a ineficácia e ou ausência da reparação no menor tempo possível. Em muitos casos, após a comunicação da fuga e depois de se realizar uma primeira análise, conclui-se que os condicionalismos para intervir imediatamente são elevados e não se pode atuar tão rapidamente quanto o pretendido, advindo daí cortes nos sistemas de abastecimento e condicionalismos sociais, entre outros (Torres, 2014).

Muitas vezes o tempo de reparação das fugas está mais relacionado com questões de organização e disponibilidade de recursos financeiros do que com questões técnicas e é nesta melhoria que as EG deverão apostar para conseguirem uma diminuição dos volumes de água perdidos.

Além da rapidez, é também de extrema importância assegurar que a reparação atenda simultaneamente a padrões de máxima segurança, qualidade e eficiência na execução das tarefas assim como a qualidade dos materiais usados, para que não volte a ocorrer horas ou dias após a repressurização da rede de distribuição.

Deste modo, a agilidade e qualidade na reparação de fugas são fatores preponderantes na diminuição das perdas, sendo que quanto mais rápido um reparo, menor a perda real e consequentemente, as perdas totais.

2.4.2.4. Substituição, renovação e manutenção de condutas

Num sistema de abastecimento de água não se pode estar à espera que a rotura aconteça. Deverá existir uma manutenção constante e adequada da rede e nos casos em que as condutas apresentem um elevado grau de degradação e, por sua vez, um índice de fugas maior, deverá proceder-se à substituição e renovação das mesmas.

A ERSAR impõe que ocorra uma substituição de cerca de 2% da rede anualmente, estando a EG obrigada a implementar um plano de substituição de condutas e acessórios e desta forma manter o desgaste dos materiais controlado.

A implementação de um sistema de gestão integrado de ativos por parte das entidades gestoras contribui para assegurar o equilíbrio entre o desempenho, o custo e o risco dos ativos, podendo assumir um papel decisivo para adoção de políticas de manutenção, substituição ou renovação sustentáveis e efetivas (EPAL, 2017).

A gestão das infraestruturas está diretamente ligada ao conhecimento das condições dos sistemas de redes de distribuição, quanto à idade, materiais, manutenções preditivas e preventivas, instalação e manutenção de equipamentos de controlo, procedimentos de trabalho, etc, permitindo definir prioridade e soluções, tendo em vista a redução dos custos operacionais, sociais, ambientais e demais fatores, e desta forma, direcionar os recursos disponíveis para as áreas mais necessitadas onde efetivamente seja necessário atuar e assim conseguir uma diminuição das perdas reais.

Uma manutenção preventiva, em vez de reativa, vai manter o sistema operacional durante períodos mais longos, com elevados níveis de desempenho, maximizando o seu período de vida útil e assegurando um nível de perdas reais com valores economicamente aceitáveis (EPA, 2010).

2.5. INDICADORES E ASPETOS ECONÓMICOS

2.5.1. Nível Económico de Perdas (NEP) de Água

Ao longo dos capítulos tem-se vindo a referir que a minimização das perdas deve ser feita apenas até determinado nível já que o investimento na sua eliminação total não será economicamente sustentável.

Embora a presente dissertação não queira entrar neste pormenor, achou-se por bem fazer uma pequena referência a este assunto.

O Nível Económico de Perdas (NEP) pode ser definido como a situação em que o custo marginal do controlo ativo de perdas equilibra o custo marginal da água perdida (Carvalho, 2014).

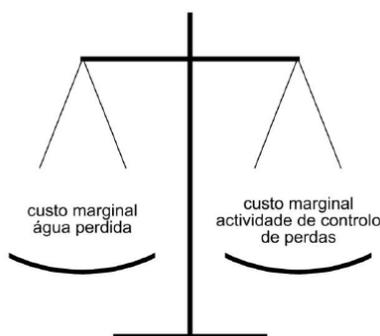


Figura 13 - Nível económico de perdas (Carvalho, 2014)

Ou seja, existe um limiar a partir do qual as tentativas de reduzir as perdas no sistema acarretam mais encargos económicos do que a redução da própria perda em si. Desta forma, é importante que as EG estabeleçam o denominado nível económico de perdas (NEP).

O gráfico da página seguinte é bastante explicativo disto.

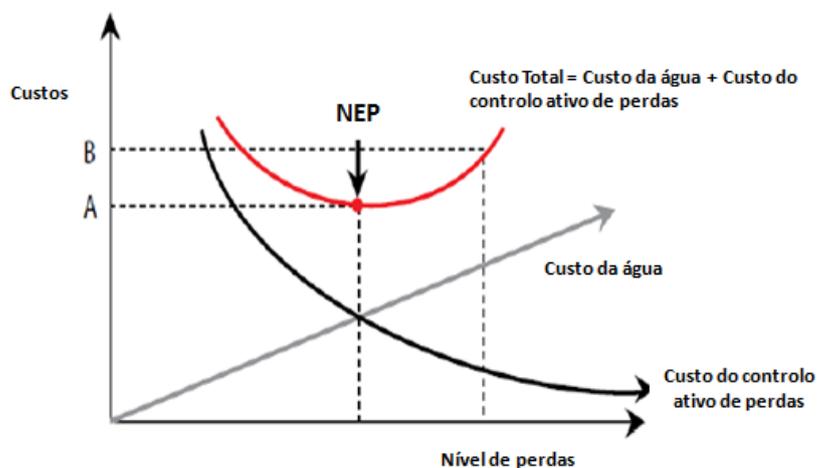


Figura 14 - Nível Económico de Perdas (adaptado de Farley et al, 2008)

Assim, como é possível depreender, com o aumento da quantidade de água perdida os encargos por parte da empresa aumentam, e pelo contrário, os custos relacionados com o programa de controlo ativo de perdas diminuem. Se contrariamente as perdas no sistema diminuïrem, realça-se que o custo do controlo ativo de perdas tende a aumentar exponencialmente. A curva do custo total corresponde, então, à soma das duas curvas (custo de água e custo do controlo ativo de perdas). Nesta curva, o ponto de inflexão corresponde, portanto, ao NEP (Cortês, 2015).

Para que ocorra o nível económico de perdas é necessário estar-se simultaneamente perante o nível económico de perdas reais e o nível económico de perdas aparentes. Isto deve-se ao facto dos procedimentos para minimização de erros de medição e de consumos não contabilizados serem independentes dos procedimentos para minimização de perdas reais (Fernandes, 2014).

Faz-se também ressalva que o NEP depende muito de rede para rede, existindo vários fatores que contribuem para a sua determinação, não existindo, portanto, um único valor que sirva de base para todos os SAA existentes.

O NEP tenderá a variar ao longo do tempo, sendo portanto de referir que as curvas descritas são curvas dinâmicas.

2.5.2. Indicadores de desempenho

Os indicadores de desempenho são medidas da eficiência e da eficácia das entidades gestoras relativamente a aspetos específicos da atividade desenvolvida ou do comportamento dos sistemas. A eficiência mede até que ponto os recursos disponíveis são utilizados de modo otimizado para a produção do serviço. A eficácia mede até que ponto os objetivos de gestão, definidos específica e realisticamente, foram cumpridos. Cada indicador expressa o nível do desempenho efetivamente atingido, tornando direta e transparente a comparação entre

objetivos de gestão e resultados obtidos, simplificando uma situação que de outro modo seria complexa (Alegre, s/data).

Anualmente, as EG são obrigadas a apresentar o estudo dos indicadores de desempenho, pelo menos dos mais importantes, à entidade reguladora - ERSAR. Através deles é possível classificar o nível da empresa e atribuir uma qualificação para que se possam comparar face a outras empresas (Fernandes, 2014).

Também no caso dos indicadores de desempenho relativos às perdas, e caso a maioria das EG envolvidas utilize o mesmo tipo de indicadores, é possível proceder à comparação do desempenho das diferentes EG.

Além disso, os indicadores de desempenho relativos a perdas de água, permitem averiguar a dimensão do problema e fornecer uma base de comparação entre os próprios sistemas de determinada EG, identificando as zonas que carecem de uma intervenção prioritária.

A cada indicador de desempenho corresponde, normalmente, um valor de referência que permite fazer uma avaliação do sistema de abastecimento em análise.

Existem indicadores propostos por várias instituições de referência, como seja, o ERSAR, IWA e LNEC.

Dentro do conjunto de indicadores existentes nas várias instituições de referência deverão ser utilizados, além dos obrigatórios de reporte à ERSAR, os mais adequados à avaliação dos sistemas em função dos objetivos propostos.

Uma das abordagens mais utilizadas na definição de indicadores de desempenho compreende a sua subdivisão em propósitos distintos, nomeadamente financeiros, operacionais e de recursos hídricos (EPAL, 2017).

A figura seguinte mostra detalhes relativos aos indicadores de desempenho mais utilizados, preparados pelo IWA - Water Task Force.

Componente	Tipo	Indicador de Performance base	Indicador de Performance detalhado
Água Não Faturada	Financeira	Volume de ANF como % do Volume de água no sistema	Valor de ANF como % de custo do sistema
Perdas de Água	Operacional	m ³ /ramal/ano	-
Perdas Aparentes	Operacional		m ³ /ramal/ano
Perdas Reais	Recurso Hídrico	Volume de perdas reais como % do Volume de água no sistema	-
Perdas Reais (em cada caso, este indicador é calculado "/dia" quando o sistema está pressurizado para permitir o efeito do abastecimento intermitente)	Sistema Operacional	Litros/ramal/dia para sistemas com 20 ou mais ramais/km conduta Uso de m ³ /km/dia para sistemas com menos de 20 ramais/km	Índice de fugas na infra-estrutura: definido como o rácio entre as Perdas reais anuais e as Perdas reais anuais inevitáveis = CARL/ UARL

Figura 15 - Principais Indicadores de Perdas de Água (EPAL, 2017)

É importante referir que as unidades de medida usadas em cada indicador variam consoante o tipo de indicador a que se referem. Para os indicadores financeiros e de recursos hídricos

normalmente utilizam-se percentagens de perdas em volume ou percentagens sobre o preço da água. Para os indicadores operacionais são utilizados, geralmente, unidades de volume por ramal ou por quilómetro de rede por período temporal (hora, dia ou ano).

Esta diferenciação surge para evitar erros de interpretação do resultado devido a diferenças e mudanças nos volumes consumidos, abastecimento intermitente e presença de reservatórios de clientes, situação que pode conduzir a uma submedição significativa por parte dos medidores devido a baixos caudais.

2.5.3. Evolução do tema

Durante vários anos a prioridade no setor da água foi a de fazer chegar água com qualidade à maioria da população.

Desde 1990, em que a percentagem de atendimento de abastecimento de água era de 80%, que se verificou um aumento significativo derivado das políticas nacionais e sobretudo dos apoios comunitários. Atualmente existe uma cobertura quase total do País (cerca de 97% da população é servida pelo abastecimento de água) de acordo com dados da ERSAR.

Assim, quando predominava a situação de serem utilizadas captações próprias, e o tratamento aplicado se resumia a uma desinfecção, as EG não estavam sensibilizadas para a necessidade de controlar as perdas de água, dado que o tratamento da água era conseguido com baixos custos. Hoje em dia, com o aumento dos custos de tratamento, transporte e distribuição, a redução dos custos passa inevitavelmente pelo controlo de perdas.

Neste seguimento, e na sequência dos planos estratégicos nacionais, nomeadamente do PEAASAR II (2007-2013), que tinha como objetivo geral a otimização dos sistemas de abastecimento em alta e em baixa, que a importância do tema das perdas de água, e mais concretamente a sua urgente diminuição, tomou outra proporção.

Desde então têm surgido vários estudos neste âmbito.

O Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e a ERSAR (anteriormente designada por IRAR) têm assumido a vanguarda do interesse das entidades gestoras pelas perdas de água, através de diversas publicações, das quais se destacam o “Controlo de Perdas de Água em Sistemas Públicos de Adução e Distribuição” e os “Indicadores de Desempenho para Serviços de Abastecimento de Água”.

Existem outros variados estudos que têm vindo a ser elaborados ao longo dos anos, e todos com a mesma finalidade: caracterizar/diagnosticar as perdas de água nos sistemas públicos de abastecimento, no intuito de alertar as entidades gestoras para um controlo eficaz das perdas de água.

Todos esses estudos demonstram que Portugal tem ainda um longo caminho a percorrer.

Segundo dados recentes da ERSAR, o volume de água não faturada em Portugal tem vindo a diminuir nos últimos anos, havendo também uma maior consciencialização por parte das EG, no entanto continuam a perder-se grandes quantidades de água antes de chegar às torneiras dos portugueses.

Segundo um estudo feito pela Associação ZERO (2017), que fez uma análise aos últimos dados disponibilizados pela ERSAR, através do RASARP – Relatório Anual dos Serviços de Água e Resíduos de Portugal, de 2016 (relativo ao ano de 2015), constata-se que cerca de 30% da água captada, tratada, transportada, armazenada e distribuída, e que correspondem a 242 milhões de metros cúbicos/ano, não chega a ser faturada aos utilizadores, o que equivale a perdas económicas estimadas na ordem dos 235 milhões de euros/ano.

O mesmo estudo refere que, das 256 entidades gestoras analisadas, 171 apresentam uma qualidade insatisfatória na gestão física e económica da água, apresentando valores de água não faturada entre 30% e 77%, referindo também que 22 Municípios analisados não forneceram os dados necessários, revelando que a situação poderá ser ainda mais preocupante.

A imagem que se segue é bastante elucidativa e preocupante acerca destes números.



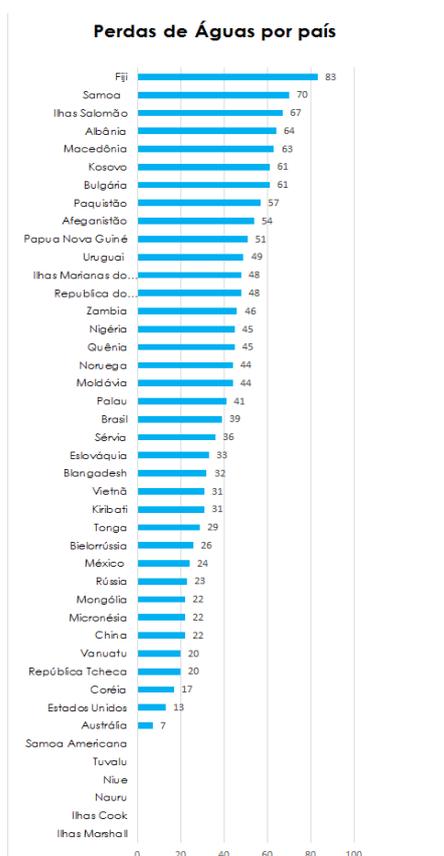
Figura 16 - Representação dos dados da ERSAR para as perdas de água nacionais (Jornal Público, 2017)

Com base nos mesmos dados constata-se que cinquenta e seis municípios não conseguem faturar mais de metade da água que entra nos seus sistemas e outros tantos não ficam muito melhor: “perdem” 40 a 50%.

Analogamente à situação verificada em Portugal, no resto do mundo a situação também é preocupante.

Verifica-se pois que, na generalidade, todas as empresas prestadoras de serviços na área têm problemas com perdas de água.

O IBNET (The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities), rede que apoia e promove a comparação de boas práticas entre serviços de água e saneamento, divulgou em 2015 um ranking com 43 países com seus índices de perda, e nos mostra que a perda de água trata-se de um problema mundial.



Com base nesses dados, podemos ter noções de saneamento básico referente ao grande desperdício de água tratada que se tem antes de chegar ao consumidor.

Os países com menor índice de perda são os Estados Unidos e a Austrália: 13 e 7%, respectivamente, e o país que mais perde água tratada na lista é Fiji, um país insular da Oceânia que desperdiça 83% da água que trata.

Figura 17 - Índice de perdas de água no mundo (EOS, 2017 citando site IBNET)

3. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso contempla a implementação de uma série de medidas para controlo de perdas de água na empresa Águas do Norte, S.A., referentes ao município de Amarante.

Pretende-se, deste modo, avaliar a eficácia da implementação de tais medidas no combate às perdas de água e, de uma forma geral, avaliar a melhoria conseguida na eficiência da empresa.

3.1. ENQUADRAMENTO

3.1.1. Descrição da Empresa

A empresa Águas do Norte, S.A. foi constituída pelo Decreto-Lei n.º 93/2015, de 29 de Maio, mediante a agregação das empresas Águas do Douro e Paiva, S.A., Águas do Noroeste, S.A., Águas de Trás-os-Montes e Alto Douro, S.A. e SIMDOURO – Saneamento do Grande Porto, S.A., integradas no Grupo Águas de Portugal. Em sequência, foi-lhe atribuída, pelo Estado Português, em regime de exclusivo, a concessão da exploração e da gestão do sistema multimunicipal de abastecimento de água e de saneamento do Norte de Portugal, pelo prazo de trinta anos (AdNorte, 2017).

A 1 de fevereiro de 2017 o Decreto-Lei n.º 16/2017 cria o sistema multimunicipal de abastecimento de água do sul do Grande Porto e o sistema multimunicipal de saneamento do Grande Porto, ambos por cisão do sistema multimunicipal de abastecimento de água e de saneamento do Norte de Portugal, e as respetivas entidades gestoras, respetivamente, Águas do Douro e Paiva, S.A. e SIMDOURO - Saneamento do Grande Porto, S.A (AdNorte, 2017).

Atualmente, a empresa Águas do Norte, S.A. – AdNorte - é a entidade gestora do sistema multimunicipal em “alta” em 63 municípios, sendo responsável pela captação, tratamento e abastecimento de água para consumo público, pela recolha, tratamento e rejeição de efluentes domésticos, urbanos e industriais e de efluentes provenientes de fossas sépticas (AdNorte, 2017).

Além disso, a AdNorte assume também a exploração e gestão do sistema de águas da região do Noroeste, em resultado da celebração de uma Parceria entre o Estado (Administração Central) e 8 Municípios (Administração Local), que concretiza um processo de verticalização que reuniu, numa única entidade gestora, os serviços de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais em “alta” (prestados aos Municípios) e em “baixa” (prestados aos utilizadores finais, os munícipes), de forma regular, contínua e eficiente (AdNorte, 2017).

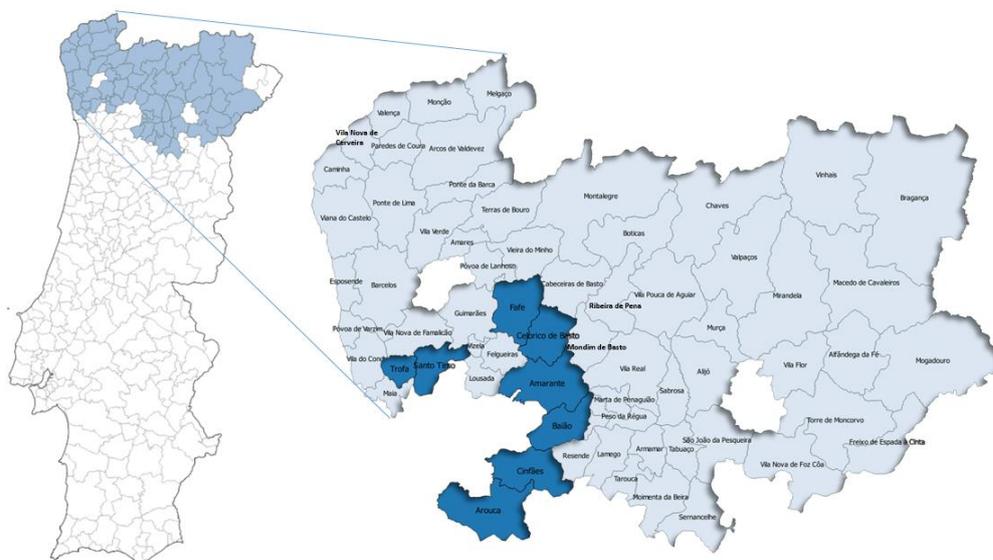


Figura 18 - Municípios AdNorte (AdNorte, 2017)

Desta Parceria fazem parte os municípios de Amarante, Arouca, Baião, Celorico de Basto e Cinfães com a gestão e exploração de Água e Saneamento e os municípios de Fafe, Santo Tirso e Trofa apenas com gestão e exploração de Saneamento.

Através desta Parceria, a AdNorte prossegue a sua missão de serviço público para assegurar o abastecimento de água e o saneamento de águas residuais urbanas de forma regular, contínua e eficiente, garantindo a construção e renovação das infraestruturas necessárias a estas atividades e a prestação do serviço, com elevada qualidade, aos utilizadores finais.

Com esta posição, a empresa passou a ter a gestão completa do processo, fazendo transferir um conjunto de competências que até aqui eram responsabilidade dos municípios, como a distribuição e a coleta, passando o cliente a ser consumidor final.

Esta alteração vem fazer com que o controlo de caudais, em particular nas baixas, se revista de particular importância, nomeadamente pelo impacto nos resultados operacionais, que poderão traduzir-se em perdas significativas de receitas.

3.1.2. Descrição da zona de estudo – Município de Amarante

Aquando da celebração da Parceria em 2015, a empresa AdNorte, herdou dos municípios, uma série de redes e infraestruturas das quais continha pouca informação, sendo que subsistia uma realidade: o elevado número de perdas de água nos sistemas de abastecimento.

Definiu-se como ponto de partida o município de Amarante, por este constituir 49% dos clientes totais dos sistemas de abastecimento dito “em baixa” da empresa e ser uma área onde existe interligação entre o sistema Alta e Baixa, permitindo, também, adquirir competências que possibilitem replicar os conhecimentos a outros sistemas de distribuição de água da AdNorte.

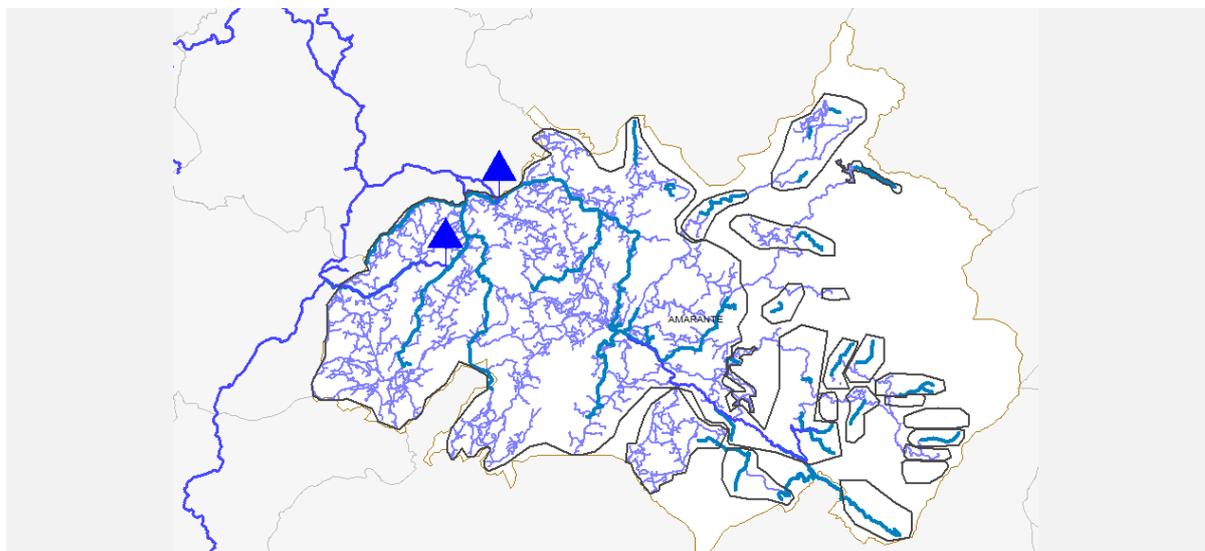


Figura 19 - Abastecimento ao Município de Amarante (AdNorte, 2017)

O Município de Amarante é abastecido “em alta” pelo Sistema Adutor de Lever (Águas do Douro e Paiva, S.A), fazendo a entrega ao município através de dois Pontos de Entrega - PE Freixo de Cima e PE Serra Água e Leite.

O sistema “em baixa” de Amarante é constituído por cerca de 830 km, com diâmetros compreendidos entre 63 mm e 315 mm, 1 Estação Elevatória e 46 Reservatórios.

É constituído por um sistema principal com a sua origem no sistema em alta, designado por AMR-SM AdDP e 19 sistemas autónomos.

O sistema de abastecimento do município de Amarante fornece cerca de 3,5 milhões de m³/ano de água a 19 821 clientes.

3.2. SITUAÇÃO INICIAL

O início do processo de combate às perdas mostrou-se bastante complexo.

A inexistência de cadastro adequado associado à inexistência de medição e monitorização de caudais impossibilitavam o conhecimento dos volumes de água para a determinação dos componentes do balanço hídrico, sendo que apenas eram conhecidos o volume de água entrado no sistema e o volume de água faturado, determinando-se desta forma o volume de água não faturado, o que dificultava a determinação e a fiabilidade dos valores das perdas de água e dos componentes que as constituem.

Desta forma houve a necessidade de iniciar este processo através de uma série de ações que possibilitaram um maior conhecimento e uma melhoria na fiabilidade dos dados existentes, uma vez que a informação disponível apresentava vários problemas, como omissões ou incorreções.

As ações realizadas inicialmente foram variadas e exaustivas sendo as principais mencionadas em seguida.

3.2.1. Cadastro

Redes

O cadastro existente (disponível no software G/INTERAQUA da AdNorte) apresentava várias lacunas, com deficiências na sua componente geográfica e alfanumérica. Desta forma foi necessário, numa primeira fase, fazer uma atualização do cadastro existente, nomeadamente da localização da rede no terreno, sendo corrigidos todos as incongruências e complementada a informação ainda em falta.

Reservatórios e Câmaras de Manobra

Foram efetuadas visitas técnicas a todos os reservatórios, realizando-se ensaios de estanquidade, com o objetivo de avaliar e determinar o seu estado. Efetuou-se o levantamento e atualização dos circuitos hidráulicos, bem como a produção de desenhos das câmaras de manobras dos reservatórios no cadastro, aspetos fundamentais para a posterior colocação e implementação de medição e para o próprio conhecimento da rede.

Espaços Verdes

Os espaços verdes existentes não possuíam qualquer tipo de medição. Foi necessário fazer um levantamento das áreas de todos os espaços verdes do município, bem como do tipo de rega existente. Isto possibilitou, além de conhecer os espaços verdes com ligações a rede pública, compreender as necessidades do município nesta tipo de consumo e assim estimar a água não faturada não medida.

Cientes

Relativamente ao cadastro de clientes existente (disponível no software AQUAMATRIX da AdNorte) também se verificou existirem dados incongruentes, que foram analisados e corrigidos, o que tornou possível a identificação dos clientes na rede.

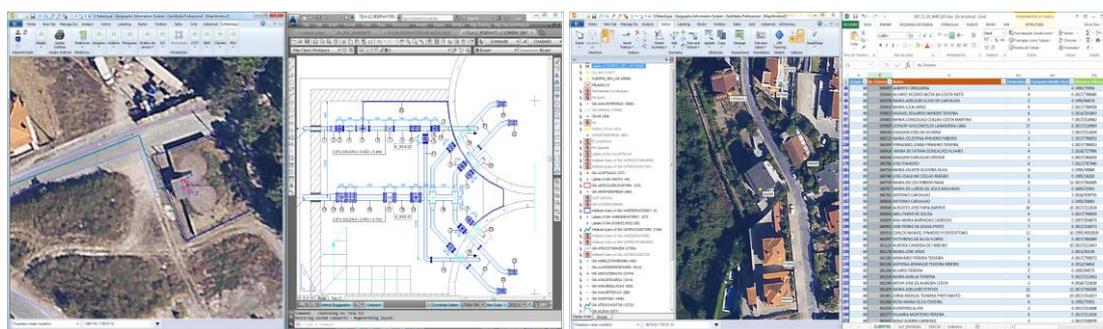


Figura 20 - Levantamento de dados e Cadastro – Município de Amarante (AdNorte, 2017)

3.2.2. Setorização

As áreas de influência dos reservatórios e as Zonas de Medição e Controlo (ZMC) não se encontravam definidas.

Assim, e com recurso à informação recolhida na ação anterior, foram definidas as ZMCs que em grande parte coincidem com as áreas de influência dos reservatórios.

Para que fosse possível definir um sistema de avaliação suficientemente conciso e de fácil avaliação, as ZMC foram agrupadas em áreas de análise (AA) com características comuns, como por exemplo áreas de idêntica centralidade, densidade de ocupação, etc, assegurando a implementação de critérios métricas necessárias à sua avaliação e posterior priorização.

Foram definidas 10 Áreas de Análise e 47 ZMC.

Desta forma foi possível, agregar toda a informação necessária por ZMC e AA, como água entrada, água faturada, quilómetros de condutas, ramais, clientes etc.

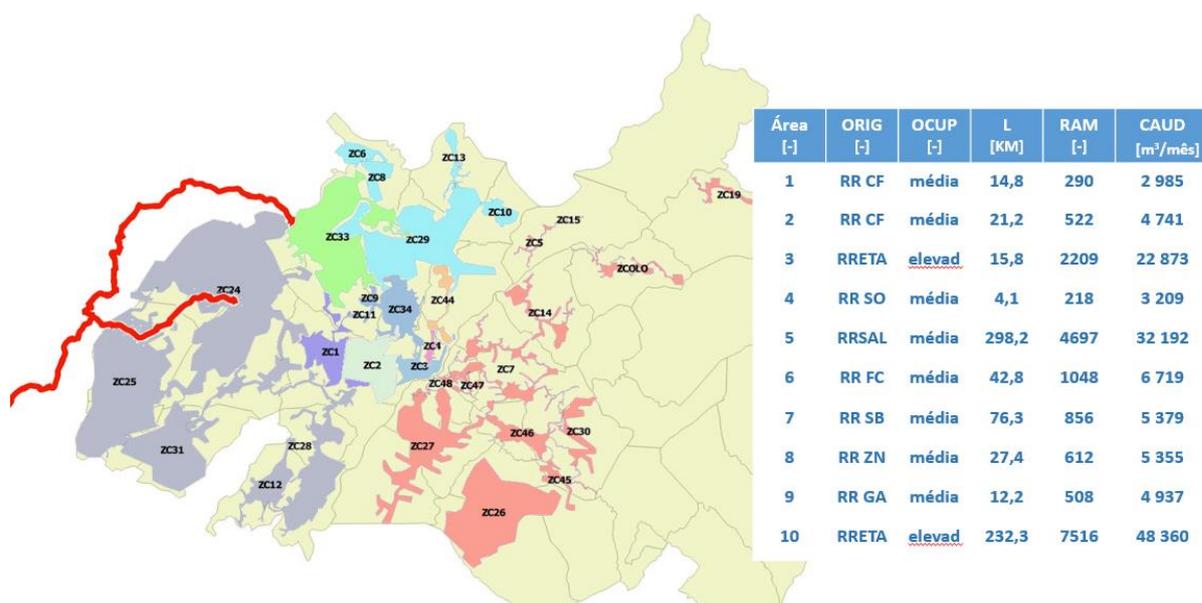


Figura 21 - Instalação de AA e ZMC – Município de Amarante (AdNorte, 2017)

De referir que nesta primeira fase os dados foram associados às respetivas ZMC com base na informação disponível, que muitas vezes não existia ou era pouco exata, sendo muitas vezes necessário recorrer a estimativas, nomeadamente na definição de caudais de consumos, dado que existiam poucos pontos de medição ou eram pouco fiáveis.

3.2.3. Medição

Com a estruturação da informação pelas ZMC tornou-se fundamental o estudo da implementação de sistemas de medição, que permitissem a contabilização do fluxo de caudais, nomeadamente água entrada em cada ZMC.

Inicialmente foi necessário identificar os locais que já dispunham de equipamentos de medição de caudal e se estes poderiam servir as ZMC.

Constatou-se a existência de 19 equipamentos de medição, sendo que muitos deles estabeleciam medição em sistemas adutores entre reservatórios, alguns eram mecânicos e outros demonstraram estar mal instalados ou mesmo mal dimensionados para a função fundamental com a determinação de caudais mínimos noturnos.

Não existia qualquer equipamento de comunicação ou registo, que permitisse a implementação de monitorização e análise de caudais.

Desta forma iniciou-se o processo de caracterização de todos os equipamentos instalados e avaliação de locais à instalação de novos equipamentos e face aos locais disponíveis e equipamentos instalados estabeleceu-se a seleção dos pontos de medição.

A imagem que se segue é explicativa disso mesmo.

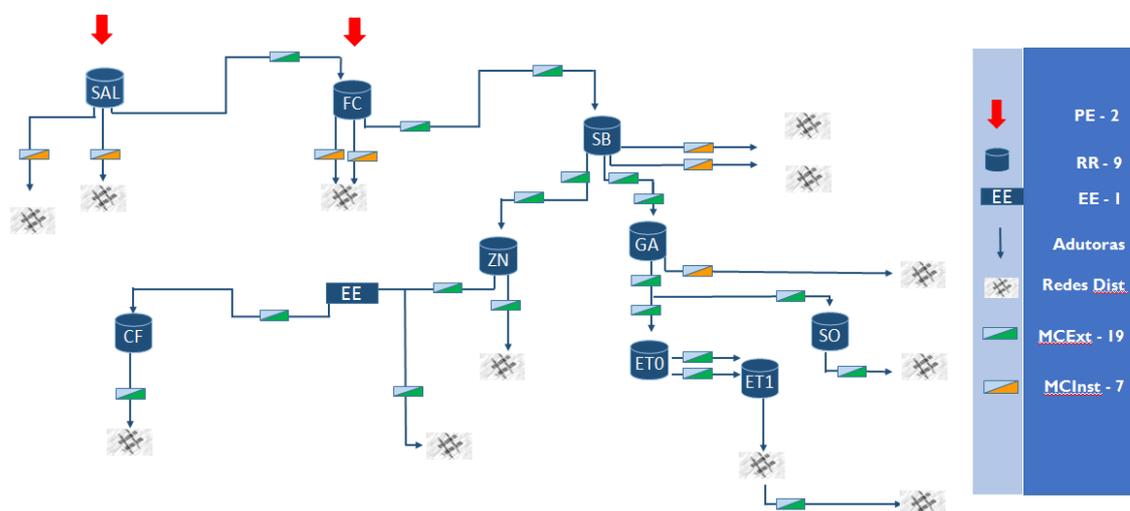


Figura 22 – Instalação de Medição – Município de Amarante (AdNorte, 2017)

Posteriormente foi necessário executar os procedimentos para aquisição dos novos medidores, registadores e sistema de comunicação: que foram dimensionados em função dos caudais estimados, dos locais e condições existentes selecionaram-se os medidores a instalar e o modo de comunicação mais adequado e foram realizadas as obras de construção civil necessárias.

Estas ações revelaram-se essenciais no início do processo de controlo de perdas de água.

3.2.4. Balanço Hídrico Global

Com o interesse de realizar uma abordagem geral ao estado do sistema de abastecimento de água, permitindo o conhecimento da dimensão e dos custos de cada um dos seus componentes, bem como perceber o impacto económico das perdas de água no sistema, determinou-se o Balanço Hídrico para a globalidade do sistema de abastecimento do município de Amarante.

Nesta fase foi necessário estabelecer, definir e apurar os componentes do balanço hídrico global do sistema.

Estabeleceu-se também um conjunto de procedimentos para o registo do processo de recolha de dados e o cálculo de cada uma das componentes de forma a sistematizar esta abordagem para o controlo de perdas.

É sabido que o balanço hídrico deverá basear-se, sempre que possível, na medição efetiva de volumes, no entanto, como já referido, a medição era inexistente, e como tal foi necessário estimar os valores necessários para a sua determinação de acordo com os procedimentos definidos (Anexo I).

Assim, o balanço hídrico estimado para o ano de 2016 (figura abaixo), para o município de Amarante, mostrava que nos encontrávamos perante um sistema ineficiente, em que 58% da água entrada no sistema não era faturada, com perdas de água totais na ordem dos 50% e com perdas reais, ou seja, com uma ineficiência de utilização dos recursos hídricos, de 47%.

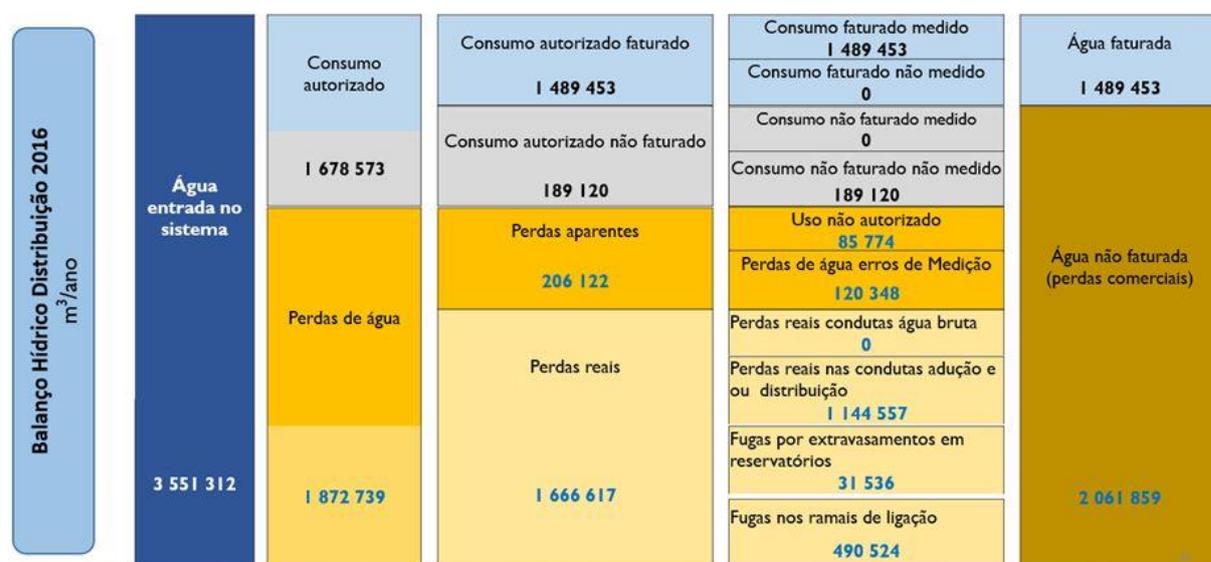


Figura 23 – Balanço Hídrico referente ao ano de 2016 – Município de Amarante (AdNorte, 2017)

Estes valores mostravam a urgente necessidade de intervir na redução das perdas de água, bem como no controlo das mesmas, de forma a tornar o sistema mais eficiente tanto economicamente como ambientalmente.

Daqui também se conclui que as perdas reais merecerão uma análise mais cuidada, devendo, a implementação de medidas para a sua redução e controlo, ser prioridade face às perdas aparentes.

A determinação do Balanço Hídrico, mais concretamente as várias componentes que o constituem, para além de nos permitir estimar os valores de perdas e de água não faturada que temos no sistema permite aferir outro dado muito importante: através da análise detalhada dos vários elementos conseguimos perceber as áreas mais problemáticas, ou seja, nas perdas reais, permite-nos perceber se devemos atuar nos reservatórios ou nas condutas, por exemplo, e assim alcançar resultados satisfatórios.

Na definição das estratégias de controlo e redução de perdas de água deverá estar sempre presente o nível de investimento e o ganho com as medidas a implementar, de forma a estabelecer um nível de perdas economicamente viável.

Além disso, a implementação deste tipo de medidas deverá estabelecer pontes com os vários sectores da empresa, como sejam a gestão de ativos, os clientes, sistemas de informação, a financeira e principalmente a área da exploração, isto é, ser transversal à empresa, melhorando a interligação entre os vários setores, sempre com o objetivo de diminuir as perdas de água.

Desta forma será mais fácil conseguir uma melhoria no uso inteligente e racional da água sobre todos os aspetos, tendo como consequência a diminuição do seu volume, permitindo não só uma diminuição direta dos custos de operação, mas também um aumento da longevidade dos sistemas, evitando o colapso prematuro das infraestruturas.

3.3. SISTEMA DE AVALIAÇÃO E PRIORIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ANÁLISE

Após a determinação do balanço hídrico global para a rede de distribuição do município de Amarante tornou-se imperativo priorizar áreas de análise, uma vez que a própria empresa não possui meios humanos nem técnicos para atuar na globalidade do sistema.

Além disso, a priorização de áreas, numa fase inicial, é uma forma inteligente de resolver e otimizar o problema das perdas de água, dado que permite selecionar as áreas mais problemáticas e que necessitam de intervenção urgente, facilitando o início da resolução dos problemas existentes e simultaneamente o aumento da experiência e o domínio sobre as novas técnicas envolvidas.

Com o intuito de conseguir fazer um diagnóstico e comparação entre as diferentes áreas de análise, necessário para a priorização das mesmas, estabeleceu-se um Sistema de Avaliação.

O sistema de avaliação, tal como o próprio nome indica, permite avaliar, e assim conhecer o estado de determinada área.

O sistema de avaliação consiste, de uma forma geral, num conjunto de objetivos, critérios e métricas que pretendemos responder, com a finalidade estabelecer a priorização das áreas de análise e a definição das ações necessárias realizar, para diminuir as perdas de água.

As métricas e os indicadores adotadas no sistema de avaliação na AdNorte, são os propostos pelo ERSAR, IWA e LNEC, sendo que para uma boa parte deles, foi necessário estabelecer os valores de referência, uma vez que nenhuma destas entidades ainda os tinha definido.

A figura que se segue diz respeito a um quadro resumo do sistema de avaliação adotado pela AdNorte.

Objetivo 1: Assegurar a sustentabilidade e a integridade infraestrutural	Critério 1.1: Adequação do tempo de permanência de água tratada	
	Métrica 1.1.1: Tempo de permanência de água tratada nos reservatórios (funcionamento) (dias)	(Ph3, IWA)/ERSAR
	Métrica 1.2.1: Reabilitação de condutas (%/ano)	(Ph3, IWA)/ERSAR
	Critério 1.2: Adequação da sustentabilidade e da integridade infraestrutural	
	Métrica 1.2.2: Ocorrência de avarias em condutas (n.º/(100 km-ano))	AA10ab(Op16, IWA adaptado)/ERSAR
	Métrica 1.2.3: Densidade de medidores de ZMC (n.º/1000 ramais)	AA11ab(Op31, IWA)/ERSAR
	Métrica 1.2.4: Percentagem de utilizadores com consumo zero (%)	Ph10/IWA
	Métrica 1.2.5: Percentagem de utilizadores com consumo anual <=20 (%)	/LNEC
	Métrica 1.2.6: Percentagem de contadores com idade superior a 12 anos (%)	/LNEC
Critério 1.3: Adequação do risco de interrupção de abastecimento devido a avarias em componentes		
Métrica 1.3.1: Avarias em ramais (n.º/1000 ramais/ano)	Op32/IWA	
Objetivo 2: Assegurar a sustentabilidade económico-financeira da entidade gestora	Critério 2.1: Adequação dos proveitos aos custos, incluindo os investimentos em reabilitação	
	Métrica 2.1.1: Água não faturada em termos de volume (%)	/LNEC
	Métrica 2.1.2: Custos unitários correntes (€/m ³)	AA08ab(F46, IWA)/ERSAR
	Métrica 2.1.3: Custos de energia elétrica (%)	F5/IWA
	Critério 2.2: Adequação dos níveis de perdas aparentes	
	Métrica 2.2.1: Perdas aparentes por volume de água entrada no sistema (%)	F10/IWA
Critério 2.3: Adequação dos níveis de água não medida		
Métrica 2.3.1: Água não medida (%)	Op26/IWA	
Objetivo 3: Promover o uso eficiente da água	Critério 3.1: Adequação dos níveis de perdas reais	
	Métrica 3.1.1: Perdas reais de água (l/ramal/dia)	Op39/IWA
	Critério 3.2: Adequação do controlo de fugas	
Métrica 3.2.1: Controlo de fugas (%/ano)	Op4/IWA	
Objetivo 4: Promover o uso eficiente da energia	Critério 4.1: Adequação dos consumos de energia	
	Métrica 4.1.1: Eficiência energética das instalações elevatórias (kWh/(m ³ .100m))	AA15ab(Ph5, IWA)/ERSAR
	Métrica 4.1.2: Rácio entre a energia fornecida e a energia mínima (-)	E3/LNEC
Objetivo 5: Garantir o cumprimento dos requisitos regulatórios relativos a falhas de abastecimento	Critério 5.1: Adequação da capacidade hidráulica do sistema de adução e distribuição para satisfazer as necessidades de serviço	
	Métrica 5.1.1: Adequação da pressão de serviço (%)	QS10/IWA

Figura 24 - Sistema de Avaliação adotado (AdNorte, 2017)

Depois de estabelecido o sistema de avaliação foi feita a avaliação do estado geral do sistema e de cada uma das áreas de análise, tornando-se possível realizar a priorização das áreas, e assim estabelecer um planeamento.

Resultado das métricas	Avaliação global do sistema		Áreas de análise							
			Área de análise 1: ZMC1		Área de análise 2: ZMC2		Área de análise 3: ZMC3		Área de análise 4: ZMC4	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Métrica 1.1.1: Tempo de permanência de água tratada nos reservatórios (funcionamento) (dias)	● 0.90		--		--		--		--	
Métrica 1.2.1: Reabilitação de condutas (%/ano)	● 0.20		● 0.32		● 0.39		● 0.36		● -	
Métrica 1.2.2: Ocorrência de avarias em condutas (n.º/(100 km-ano))	● 139.06		● 155.04		● 155.04		● 155.04		● 155.04	
Métrica 1.2.3: Densidade de medidores de ZMC (n.º/1000 ramais)	● 0.11		● -		● -		● -		● -	
Métrica 1.2.4: Percentagem de utilizadores com consumo zero (%)	● 21.60%		● 25.87%		● 17.22%		● 15.34%		● 13.89%	
Métrica 1.2.5: Percentagem de utilizadores com consumo anual <=20 (%)	● 58.11%		● 57.41%		● 64.03%		● 63.92%		● 69.47%	
Métrica 1.2.6: % contadores com idade superior a 12 anos (%)	● 50.40%		● 23.03%		● 61.25%		● 57.16%		● 69.86%	
Métrica 1.3.1: Avarias em ramais (n.º/1000 ramais/ano)	● 12.50		● 12.50		● 12.50		● 12.50		● 12.50	
Métrica 2.1.1: Água não faturada em termos de volume (%)	● 28.56%		● 47.98%		● 47.98%		● 47.98%		● 47.98%	

Figura 25 - Sistema de Avaliação – Exemplo (AdNorte, 2017)

Na implementação do sistema de avaliação, foram detetados dois problemas, que se pretendem resolvidos em fases posteriores da implementação: o estado geral do sistema que de uma forma geral era mau, e o outro que se prende com a fiabilidade e a origem dos dados, o que tornava o sistema de avaliação pouco sensível e pouco diferenciador.

Assim e apesar das dificuldades enunciadas, a área de análise AA4, que corresponde à ZMC4, foi selecionada para o início do projeto de implementação de medidas de controlo de perdas.

Esta escolha deveu-se ao facto de esta ZMC possuir medição na saída do reservatório para a rede de abastecimento, sendo possível desta forma estabelecer o balanço dos volumes de água fornecidos e faturados.

3.4. IMPLEMENTAÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLO DE PERDAS DE ÁGUA

Neste capítulo serão expostas as medidas adotadas, bem como a forma de atuação, na empresa AdNorte, na tentativa de conseguir uma gestão mais eficiente do sistema de abastecimento de água de Amarante, com o objetivo de reduzir as perdas de água existentes e conseguir implementar uma série de medidas de forma a obter um controlo sobre as mesmas.

3.4.1. Estudo da ZMC4

Caraterização

A ZMC4 delimita uma zona urbana de Amarante, de média densidade urbana, abastecida pelo reservatório RR Sobreiro, com uma extensão de rede de 4,1 Km, possui um parque de contadores com 560 clientes, sendo estes maioritariamente do tipo doméstico, com um volume mensal faturado de 6 442 m³.

Nesta ZMC existe um conjunto de edifícios importantes (normalmente designados por consumidores críticos ou grandes consumidores) como seja a Escola EB2,3 de Amarante, Escola secundária de Amarante, o Estádio Municipal de Amarante, IPSS e um conjunto de cafés, pastelarias, entre outros serviços do mesmo género, além dos consumidores domésticos.

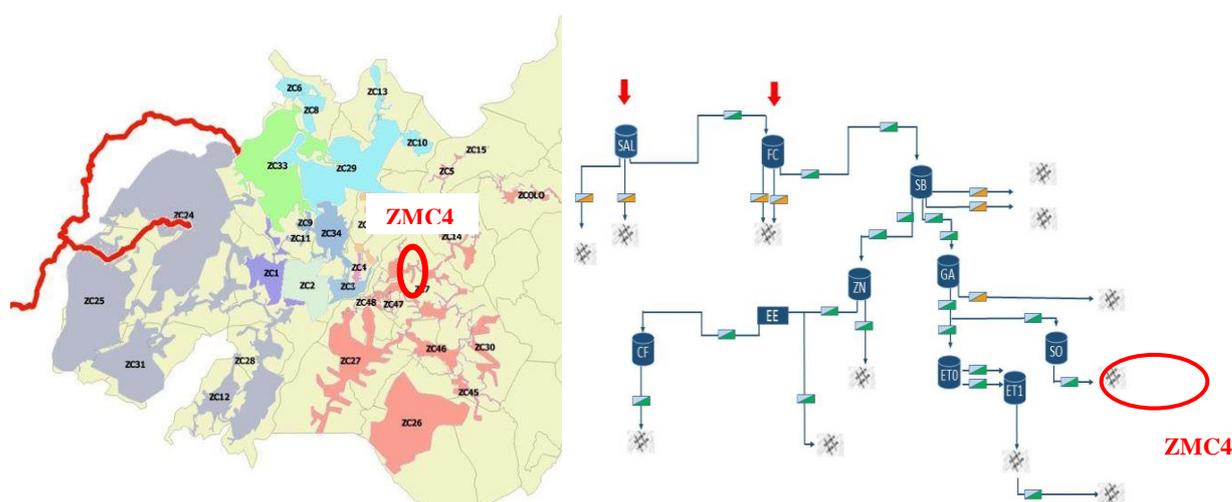


Figura 26 – Localização da ZMC4 (AdNorte, 2017)

Levantamento de Dados

Com a definição geral da ZMC, isto é, estabelecido o ponto de entrada da água e o perímetro, foi necessário proceder ao levantamento de dados cadastrais e operacionais.

Nos dados cadastrais foi necessário obter as características da rede, como o traçado e materiais, a caracterização dos equipamentos, a localização de válvulas de extremos de rede e válvulas redutoras, entre outras.

Nos dados operacionais é fundamental a localização dos clientes, a identificação e caracterização, com particular atenção aos grandes consumidores ou clientes críticos, como hospitais, indústrias sensíveis ou equipamentos de natureza pública.

Um bom cadastro permite uma atuação mais rápida e eficiente no combate às perdas de água, da mesma forma, os dados operacionais permitem uma atuação mais eficaz.

Na figura que se segue resume-se as ações desenvolvidas neste âmbito.

LEVANTAMENTO CADASTRAL	DADOS OPERACIONAIS
TAREFAS DESENVOLVIDAS	TAREFAS DESENVOLVIDAS
1- Identificar e caracterizar as redes de distribuição e adução (local, material, diâmetro nominal, classe de pressão e idade)	1- Identificar todas as infraestruturas existentes, pontos de entrega, equipamentos e áreas administrativas
2- Identificar e caracterizar todos os pontos de entrada (PE e Outros)	2- Identificar e georeferenciar todos os clientes
3- Levantamento e caracterização de reservatórios e câmaras de manobras	3- Caracterizar os clientes e consumos faturados
4- Levantamento e caracterização de estações elevatórias	4- Identificar e caracterizar os consumidores críticos e consumidores mais importantes
5- Levantamento e caracterização de VRPs, CPC, Ventosas	5 - Identificação e caracterização de Espaços Verdes
6- Produção de layouts	6 - Caracterizar roturas

Figura 27 – Levantamento de dados da ZMC4 (AdNorte, 2017)

Daqui ressalta-se a importância de, após o levantamento de dados, se proceder à validação da delimitação da ZMC, garantindo que não existe interligação com outras, certificando o fecho de rede.

Monitorização de caudais

Conhecidos os dados da rede e identificados os clientes foi fundamental proceder à monitorização de caudais através de um medidor instalado no RR Sobreiro.

Esta ação permitiu-nos ter um controlo do fluxo de caudais à ZMC, nomeadamente dos caudais diários aduzidos e dos caudais mínimos noturnos.

Desta forma foi possível estabelecer padrões de consumo, como o volume diário aduzido e a distribuição dos consumos ao longo do dia, bem como um conjunto de indicadores que permitam melhorar a interação e o controlo com o sistema de abastecimento de água.

Com a monitorização dos caudais noturnos foi possível desde logo a estimativa do nível de perdas reais da ZMC4.

Assim, através da observação do caudal nas horas de menor consumo e quando os valores são elevados e não justificados, estabelece-se o valor das perdas de água reais que estão a ocorrer nas infraestruturas.

A figura 28 apresenta a visualização gráfica do sistema de monitorização da ZMC4.

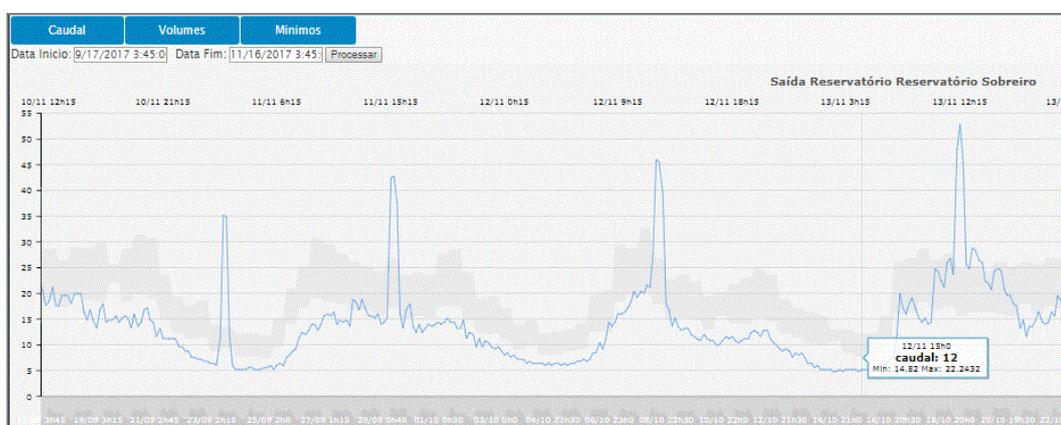


Figura 28 - Sistema de Monitorização da ZMC4 (AdNorte, 2017)

A observação diária destes registos permite detetar fugas e roturas ou mesmo ligações ilegais, caso se detete variações súbitas do fluxo de caudais ou o aumento dos caudais mínimos e dos volumes diários totais.

Todas estas ações contribuem maioritariamente para um melhor conhecimento da ZMC, possibilitando uma melhor perceção de como, quando e onde atuar para promover um uso mais eficiente da água.

Análise de Dados

A análise de dados contempla fundamentalmente o estudo dos caudais e dos clientes, permitindo reunir informação que possibilite a determinação dos componentes do BH para a ZMC.

A análise de caudais é feita com recurso aos dados provenientes da monitorização, permitindo conhecer a água entrada (AE) na ZMC e, como já referido, estimar as perdas de água reais.

No início deste processo verificou-se que a água entrada no sistema era de 175 930 m³/h, com perdas de água reais na ordem dos 9,6 m³/h. (84 096 m³/ano)

A análise dos clientes consiste na caracterização dos clientes e contadores, usos existentes e padrões de consumo, a identificando dos clientes críticos, os grandes consumidores, clientes com baixo consumo ou consumo zero, e ainda a avaliação do parque de contadores.

De referir aqui a importância da existência da uma correta georreferenciação de clientes, fruto da ação do levantamento de dados, fornecendo níveis de confiança mais elevados.

A identificação dos clientes críticos e dos grandes consumidores permitiu identificar os clientes sensíveis em que a interrupção de fornecimento de água possa por em causa o seu bom funcionamento.

Além disso, os grandes consumidores (aqui inserem-se todos os clientes com consumo mensal superior a 100 m³) são muito importantes uma vez que são responsáveis por grande parte do caudal consumido, devendo por isso ter um acompanhamento diferente dos restantes, se possível ou através de campanhas ou de uma forma permanente serem monitorizados, e comparado o fluxo de caudais com o observado na entrada da ZMC.

A identificação dos consumos zero e dos baixos consumos (clientes com consumo anual inferior a 20m³) torna-se uma ferramenta importante na medida em que permite avaliar e procurar as causas deste baixo consumo, possibilitando a identificação de usos ilícitos e necessidades de intervenção, como por exemplo a substituição de contadores.

A figura que se segue é representativa da uma análise ao ficheiro de clientes, no exemplo em questão visualiza-se uma análise feita aos consumos.

Nr.Cliente	Calibre	Consumo Médio Real	CMA	IDADE	ZMC	AA	Classe Consumo	Activity (DOM - COM - IND - OTHE)
469610	65	122	1464	2	ZMC04	AA4	4 AUTARQUIAS	OTHER
415090	15	8	96	1	ZMC04	AA4	1 DOMÉSTICO	DOM
415375	15	3	36	2	ZMC04	AA4	1 DOMÉSTICO	DOM
427802	15	4	48	18	ZMC04	AA4	1 DOMÉSTICO	DOM
420905	15	4	48	1	ZMC04	AA4	1 DOMÉSTICO	DOM
432083	15	0	0	17	ZMC04	AA4	1 DOMÉSTICO	DOM
515388	15	7	84	1	ZMC04	AA4	2 COMÉRCIO/INDÚSTRIA/SERVIÇOS	COM
527700	15	7	84	1	ZMC04	AA4	1 DOMÉSTICO	DOM
587737	15	5	60	53	ZMC04	AA4	1 DOMÉSTICO	DOM
577081	15	5	60	6	ZMC04	AA4	1 DOMÉSTICO	DOM
591556	15	2	24	4	ZMC04	AA4	1 DOMÉSTICO	DOM
571024	15	7	84	7	ZMC04	AA4	1 DOMÉSTICO	DOM
584487	15	0	0	5	ZMC04	AA4	1 DOMÉSTICO	DOM
558230	15	25	300	8	ZMC04	AA4	1 DOMÉSTICO	DOM
483702	15	10	120	1	ZMC04	AA4	1 DOMÉSTICO	DOM
485160	15	28	336	1	ZMC04	AA4	2 COMÉRCIO/INDÚSTRIA/SERVIÇOS	COM
363782	15	1	12	23	ZMC04	AA4	1 DOMÉSTICO	DOM
364088	15	25	300	6	ZMC04	AA4	1 DOMÉSTICO	DOM
370940	30	492	5904	8	ZMC04	AA4	5 ESTADO	OTHER
377880	15	12	144	27	ZMC04	AA4	1 DOMÉSTICO	DOM
371190	15	12	144	1	ZMC04	AA4	1 DOMÉSTICO	DOM



Figura 29 – Análise dos clientes da ZMC4 – Exemplo (AdNorte, 2017)

Também, através da análise efetuada a este ficheiro de clientes, em simultâneo com o cadastro, foi possível constatar a existência de edifícios de carácter público, como edifícios municipais, escolas, entidades de caráter social e outras, que não possuíam qualquer sistema de medição.

A análise destes dados permite também retirar informações acerca do parque de contadores, nomeadamente fazer a caracterização do parque de contadores, percebendo a distribuição em função do tipo de consumidor, do calibre e da idade.

Constatou-se que estávamos perante um parque de contadores envelhecido, maioritariamente de consumidores domésticos e calibre DN15. Cerca de 70% dos contadores existentes tinham idade superior a 12 anos, idade tida como o período limite para a substituição do contador.

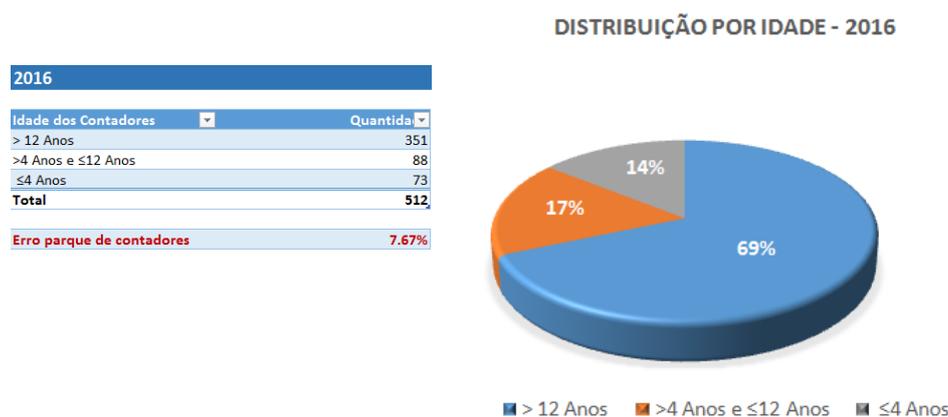


Figura 30 - Distribuição dos contadores por idade na ZMC4 - Ano 2016 (AdNorte, 2017)

Também o levantamento dos espaços verdes permitiu fazer uma estimativa dos volumes de água utilizados para rega e espaços verdes, tal como se pode observar na figura seguintes. De referir aqui a inexistência de medição em todos estes espaços.

Espaços verde	Ref.ª Desenho	Tipo de Rega	Manual/Automática	Tempo de Rega	Área de rega (m2)	Contador	Origem de Água	Estimativa (m3/mês)
SG_EV04-Cemitério Municipal de Amarante	SG04A	Pulverizadores e/ou aspersores	Automática	15min	153.58	não	Adnorte	32.25
SG_EV06-Edifício Cimo de Vila	SG06	Pulverizadores e/ou aspersores	Automática	15min	547.07	não	Adnorte	114.88
SG_EV22-Bairro Cancela de Abreu	SG22A	Pulverizadores e/ou aspersores	Automática	15min	138.34	não	Adnorte	29.05
SG_EV24-Canteiros do Estádio Municipal de Amarante	SG24A	Gota-a-gota	Automática	15min	63.49	não	Adnorte	13.33
SG_EV28-Jardim da Cruz Vermelha	SG28	Pulverizadores e/ou aspersores	Automática	15min	709.53	não	Adnorte	149.00

Figura 31 – Caracterização dos Espaços Verdes da ZMC04 (AdNorte, 2017)

Balanço Hídrico

Com o levantamento de dados realizado, encontrávamo-nos em condições de fazer a determinação dos componentes do BH de forma a perceber os constrangimentos existentes na ZMC4.

Assim,

- Conhecíamos o volume de Água Entrada (AE) e a Água Faturada (AF) na ZMC;
- O componente de Consumo Não Faturado Não Medido foi estimado com base no levantamento dos espaços verdes efetuado e na determinação das necessidades de água;
- As Perdas Reais foram estimadas com base nos caudais mínimos noturnos, registados à saída do reservatório, traduzindo a perda verificada nas condutas adutoras e/ou de distribuição.
- Por subtração das Perdas Reais ao volume de Água Não Faturada obtemos o valor de Perdas Aparentes, em que o erro do parque de contadores nos permite estimar as perdas existentes devido a erros de medição e o sobranse corresponderá aos usos não autorizados.

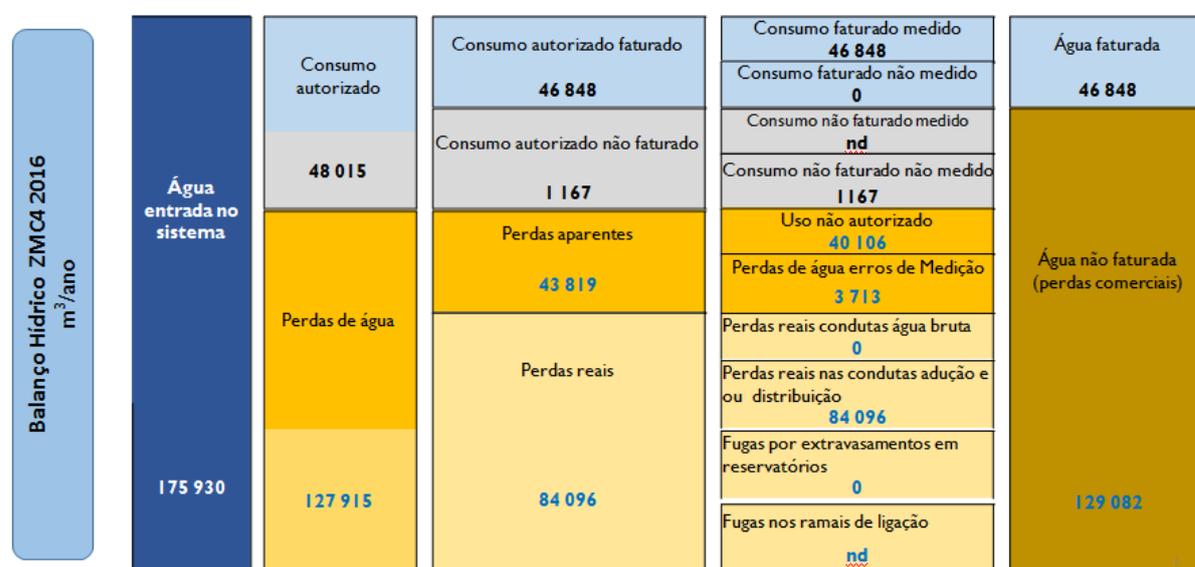


Figura 32 - Balanço Hídrico referente ao ano de 2016 – ZMC4 (AdNorte, 2017)

Assim, constatou-se que a água não faturada representava cerca de 73,4% da totalidade de água fornecido pelo RR Sobreiro à rede, representando as perdas de água totais cerca de 72,7% e com maior impacto nas perdas de água reais (48%), à semelhança do que se observava para o sistema geral.

3.4.2. Implementação de Medidas de Controlo de Perdas Reais

Nesta fase a implementação de medidas para combate às perdas reais deverá ser a principal linha de ação na redução e controlo de perdas de água dado que os valores destas perdas se estimam na ordem dos 50%, o que significa que muito haverá a melhorar nesta vertente. Além disso, também aqui se conseguirá obter resultados mais rápidos e visíveis, melhorando a eficiência da empresa.

Assim, de seguida são expostas as ações desenvolvidas pela AdNorte para proceder ao combate eficaz das perdas reais.

Pressão na Rede

A avaliação e monitorização das pressões é um vetor de grande relevância no controlo das perdas, uma vez que pressões elevadas ou variações bruscas de pressão potenciam o aparecimento de fugas e permitem a majoração das perdas de água.

Assim, no âmbito do controlo de perdas de água procedeu-se à identificação de todos os pontos críticos da ZMC, como sejam os extremos de rede, os pontos baixos e os pontos altos e realizou-se a avaliação dos níveis de pressão mínima, máxima e variações existentes.

Colocou-se um ponto de amostragem de pressões na escola EB 2,3 de Amarante.

A imagem que se segue diz respeito a uma comparação entre o gráfico de pressões e o gráfico de caudais.

A primeira imagem é referente ao gráfico de pressões e a segunda ao gráfico dos consumos.



Figura 33 – Gráfico de pressões referente à monitorização da pressão (AdNorte, 2017)

Verifica-se que a pressão da rede não sofre grandes variações, oscilando regularmente entre os 3,7 e 5 mca, com um comportamento aproximadamente inverso aos consumos.

A análise de pressões permite-nos, por um lado garantir as pressões mínimas necessárias, e por outro, definir as zonas de pressão mais elevada mantendo o alerta para o risco de existência de roturas.

Por outro lado a análise de pressões é feita conjuntamente com o registo de roturas de forma a determinar se as zonas onde a maior ocorrência de roturas coincidem com as zonas de pressões elevadas.

Controlo Ativo de Perdas

A identificação dos vários tipos e perdas reais e a sua quantificação e monitorização são tarefas de grande importância no combate às perdas, pelo que a AdNorte definiu um conjunto de tarefas que permitem a identificação e a caracterização deste tipo de ocorrências.

Desta forma realizou-se um ensaio de estanquidade ao RR Sobreiro, avaliando o seu estado, e verificou-se a existência de equipamentos de controlo de extravasamentos.

RELATÓRIO DE ENSAIO DE ESTANQUIDADE RESERVATÓRIOS					
DESIGNAÇÃO: SOBREIRO			COD AQUAMEN		
LOCAL: SUBSISTEMA AMARANTE			2-AM-565-206-RSO		
CÉLULA 1 (Esquerda)					
Altura de Água	3.22	m	Volume	141.88	m ³
Diâmetro	7.49	m	Data:	31/03/2017	
$\Delta H =$	0.00	cm			
$\Delta V =$	0.00	m ³			
CÉLULA 2 (Direita)					
Altura de Água	3.22	m	Volume	139.61	m ³
Diâmetro	7.43	m	Data:	12/10/2016	
$\Delta H =$		cm			
$\Delta V =$	0.00	m ³			
Observações:					



Figura 34 - Ensaio de estanquidade e Sistema de controlo de extravasamentos (AdNorte, 2017)

Relativamente às fugas em condutas adutoras e/ou de distribuição, foram planeados roteiros que permitem a inspeção direta de áreas com infraestruturas por forma a detetar eventuais fugas e roturas.

No entanto, grande parte das fugas em sistemas de abastecimento não são visíveis à superfície e como tal é necessário recorrer a métodos já conhecidos para a sua localização.

O controlo ativo de perdas revela-se importante sobretudo nas fugas não visíveis, caracterizadas por caudais baixos mas de longa duração, e que por serem de difícil deteção se traduzem em grandes volumes de água perdidos.

Através da monitorização contínua existente e sempre que a monitorização indique a ocorrência de um nível de perdas elevado, ou seja, haja um aumento dos consumos sem razão aparente, ou a existência de aumento do caudais mínimos noturnos, torna-se necessário proceder à localização e deteção da fuga.

Em função das condições existentes, procede-se ao isolamento temporário de zonas menores por forma a identificar a fuga nas redes de abastecimento (subzonamento), normalmente com recurso à deteção por correlação acústica, o que permite conhecer a localização aproximada da fuga, sabendo-se qual troço da conduta onde se verifica.

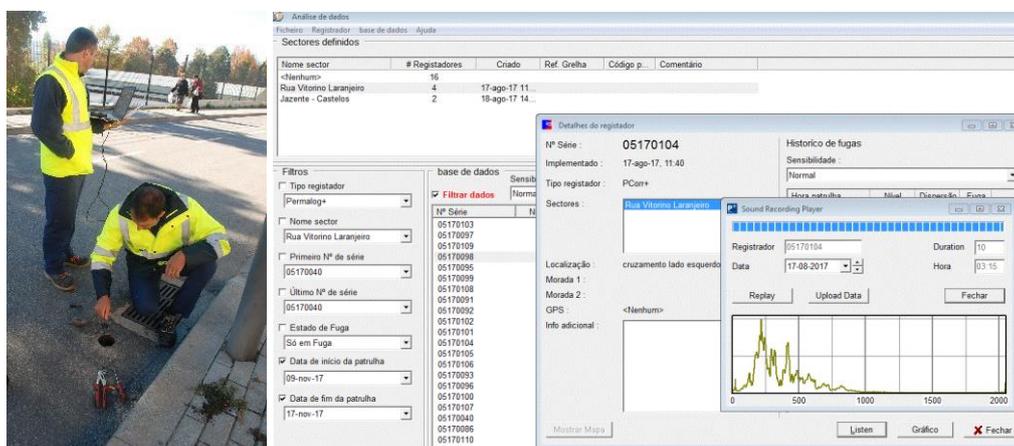


Figura 35 - Deteção por correlação acústica (AdNorte, 2017)

Após a identificação dos locais de provável ocorrência de fuga, é realizada uma sondagem acústica com recurso ao geofone, permitindo a localização exata da mesma, e assim mais rapidamente proceder de uma forma eficiente à reparação.



Figura 36 - Detecção por sondagem acústica com recurso a geofone (AdNorte, 2017)

Estes métodos são também usados na procura sistemática de fugas ocultas, numa perspetiva de redução da percentagem de água não faturada.

Neste sentido estabeleceu-se um conjunto de ações que de uma forma sistemática permitem otimizar a deteção de fugas como:

- A implementação de sistemas de monitorização de caudais e de controlo ativo de perdas, disponibilizados às equipas de terreno;
- A formação de equipas de deteção com recurso a sistemas de correlação e deteção acústica;
- A avaliação do histórico dos registos de ocorrência de avarias para os locais onde se procede à deteção de fugas;
- Rapidez e qualidade na deteção.

Rapidez e qualidade na deteção e reparação de fugas

Identificadas e caracterizadas as fugas, é necessário em função do tipo, dimensão e histórico, definir a forma de intervenção necessária que poderá passar pela simples reparação, por uma renovação ou mesmo reabilitação.

A rapidez e qualidade tanto na deteção como na reparação em tudo depende das equipas do terreno e dos meios existentes para proceder de forma eficaz às reparações.

A AdNorte possui equipas noturnas para o que possibilita uma melhor atuação.

Substituição, renovação e manutenção de condutas

A substituição, renovação e manutenção de infraestruturas são, basicamente, ações preventivas ao aparecimento de fugas, permitindo assim uma maior eficácia no combate às perdas de água.

Desta forma, em função do registo e histórico de ocorrências de fugas e roturas na rede, bem como na gravidade e probabilidade de ocorrência das mesmas é feita uma análise de custos e, quando assim se entenda, pedida a renovação e/ou substituição de parte da conduta ou da totalidade da mesma.

Também se propõe a análise dos sistemas por parte da Gestão de Ativos e Engenharia com a finalidade de haver uma manutenção pensada e programada da rede.

3.4.3. Implementação de Medidas de Controlo de Perdas Aparentes

Neste capítulo serão mencionadas as medidas adotadas pela AdNorte com a finalidade de conseguir reduzir as Perdas Aparentes.

Consumo não autorizado

As ações realizadas até ao momento nesta área basearam-se fundamentalmente na análise de clientes e consumos, nomeadamente na identificação e caracterização de todos os consumidores com consumo zero ou consumo anual inferior a 20m³ por forma a determinar as possíveis causas desses consumos e necessidades de intervenção.

Relativamente a isto, para a ZMC4, apenas se encontram elaboradas as listagens dos clientes que se incluem em tais requisitos, aguardando-se a visita dos técnicos ao terreno.

Evidentemente que quando, por algum motivo, o técnico se dirija a um contador e verifique a existência de ligações ilícitas à rede, o cliente é imediatamente notificado e pedida a reposição do correto funcionamento.



Figura 37 - Identificação de ligações ilícitas (AdNorte, 2017)

O apuramento de ilícitos é uma necessidade fundamental para a empresa.

Assim, torna-se necessário estabelecer procedimentos para que seja possível, para além da identificação e deteção de atos ilícitos, também a utilização fraudulenta de bocas de rega e marcos de incêndio ou roubos de água, e estabelecer formas de registo, comunicação e atuação para diminuir este tipo de ocorrências.

Erros de medição

Verificada a existência de um parque de contadores inadequado achou-se fundamental realizar uma campanha de renovação do parque de contadores, em que todos os contadores, com idades superiores a 8 anos, domésticos e com calibre DN 15/20, fossem substituídos.

Além desta campanha inaugural foi criado um procedimento para, a longo prazo, alcançar um parque de contadores renovado.

Estabeleceu-se que, e tendo em conta que o consumo/caudal (contadores com muita contagem) é um fator com mais influência do que a idade do contador (em termos de probabilidades), no que diz respeito à sub-contagem, os contadores devem ser substituídos em função do caudal acumulado e da idade, e não só em função da idade.

Desta forma, todos os contadores com contagem igual ou superior a 1.000 m³ e/ou com idade igual ou superior a 10 anos devem ser substituídos/segregados e “identificados” como “SUCATA”. Além do caudal acumulado e da idade, outros fatores poderão levar à colocação do contador como sucata, tais como: registos no mostrador ilegíveis (número de fábrica, ano de fabrico, marca metrológica, modelo, calibre, etc.), contadores em mau estado de conservação (danificados ou parados), com deposições visíveis no corpo do contador (calcárias ou outras) ou contadores sem saída de impulsos por indução e portanto sem possibilidade de utilização de telemetria no futuro.

Isto aplica-se a todos os contadores que estiveram/estão instalados no sistema de abastecimento de água da rede pública e de calibre DN15 e DN20, permitindo estabelecer um calendário de substituição de contadores por área de análise.

Assim, durante o ano de 2017 foram substituídos, na ZMC4, 241 contadores (para um total de 560 contadores), diminuindo-se de 69% para 19% a idade dos contadores com idade superior a 12 anos.

Verifica-se também que, atualmente, a grande fatia na distribuição do parque de contadores por idade, corresponde aos contadores com idade inferior a 4 anos (68%).

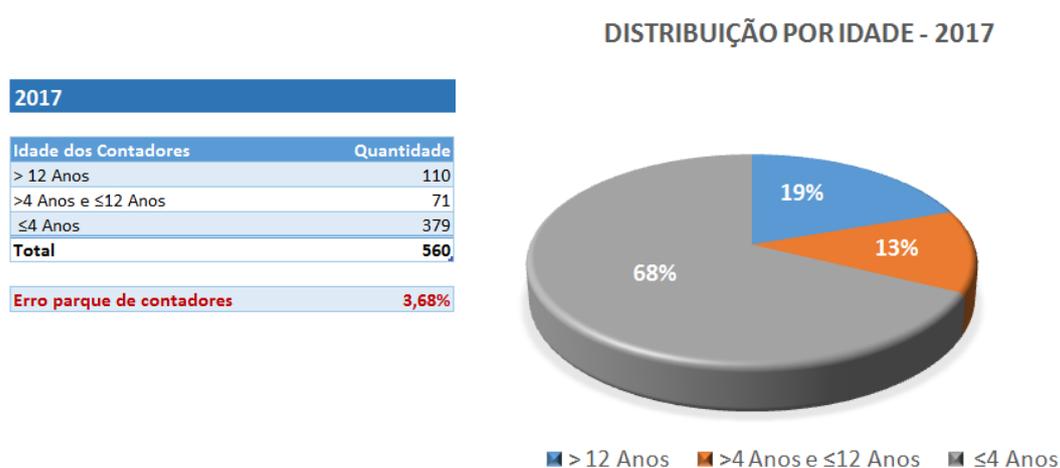


Figura 38 - Distribuição dos contadores por idade na ZMC4 - Ano 2017 (AdNorte, 2017)

Relativamente ao erro do parque de contadores, verificou-se também uma diminuição significativa, de 7,67% para 3,68%, entre os anos 2016 e 2017.

Na determinação do erro do parque de contadores foi utilizada uma folha de cálculo desenvolvida pelo investigador Arregui F. que é uma referência mundial na área da medição de caudal.

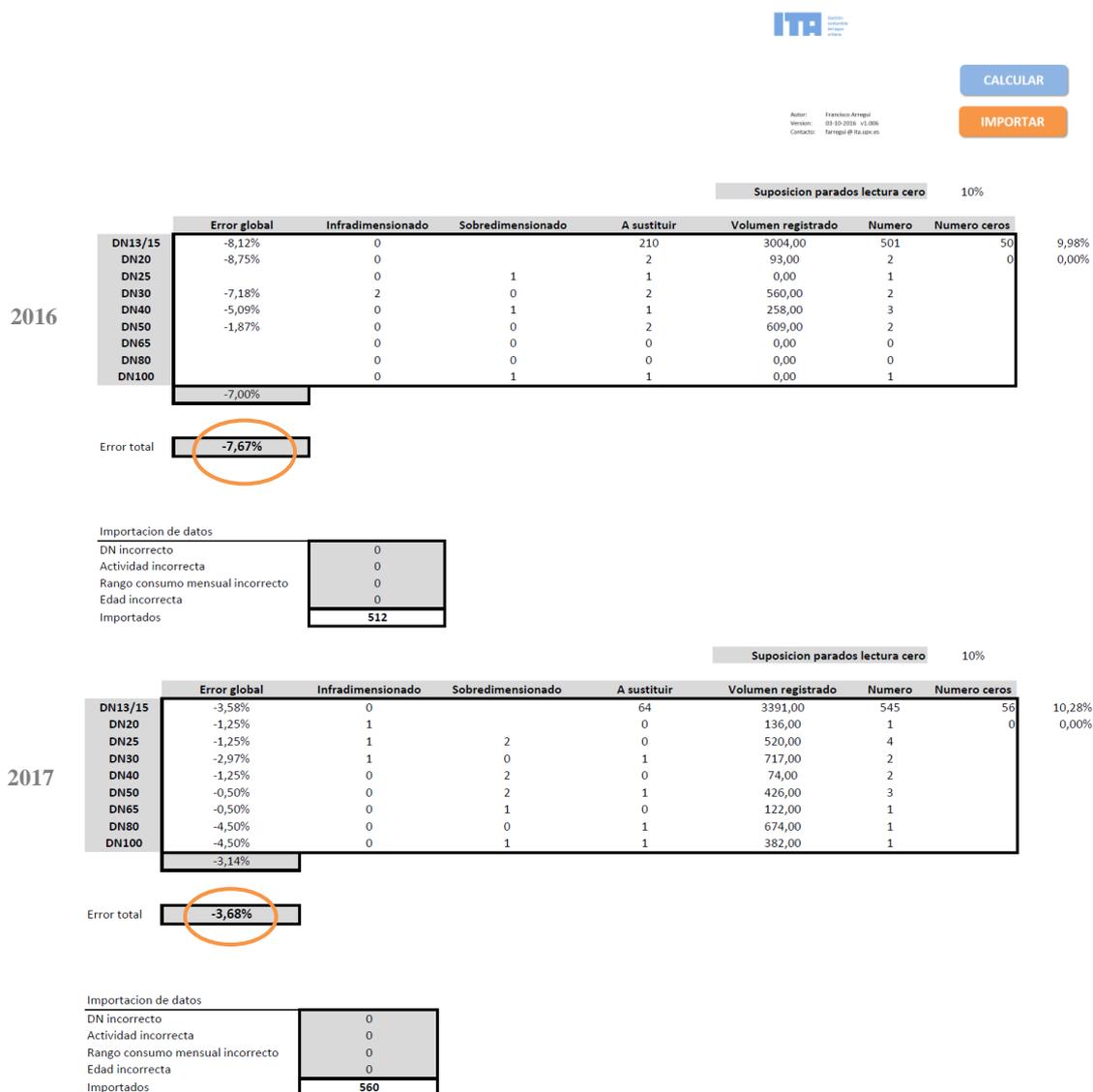


Figura 39 - Erro do parque de contadores da ZMC4 – Comparação entre 2016 e 2017 (AdNorte, 2017)

A figura que se segue diz respeito a uma comparação do sistema global de Amarante e da ZMC4, desde o início da parceria até ao ano transato, verificando-se a existência de melhorias no erro do parque de contadores.

	2015	2016	2017	Varição face ao ano anterior 2015/2016	Varição face ao ano anterior 2016/2017
Erro parque de contadores GLOBAL	7.92%	8.01%	7.31%	↓ 101%	→ 91%
AA4 (ZMC4)	8.79%	7.67%	3.68%	↑ 87%	↑ 48%

Figura 40 - Variação do erro do parque de contadores Global e da ZMC4 (AdNorte, 2017)

Relativamente aos grandes consumidores, verificou-se se estes possuíam contadores adequados ao seu tipo de consumo, substituindo os que não se encontravam em conformidade e promoveu-se a instalação de sistemas de telemedição em 2 grandes consumidores, na Escola Secundária de Amarante e na Escola EB2, 3 de Amarante.

Com base na telemedição, torna-se possível definir perfis e padrões de consumo que permitam a análise de históricos e deteção de consumos anormais.

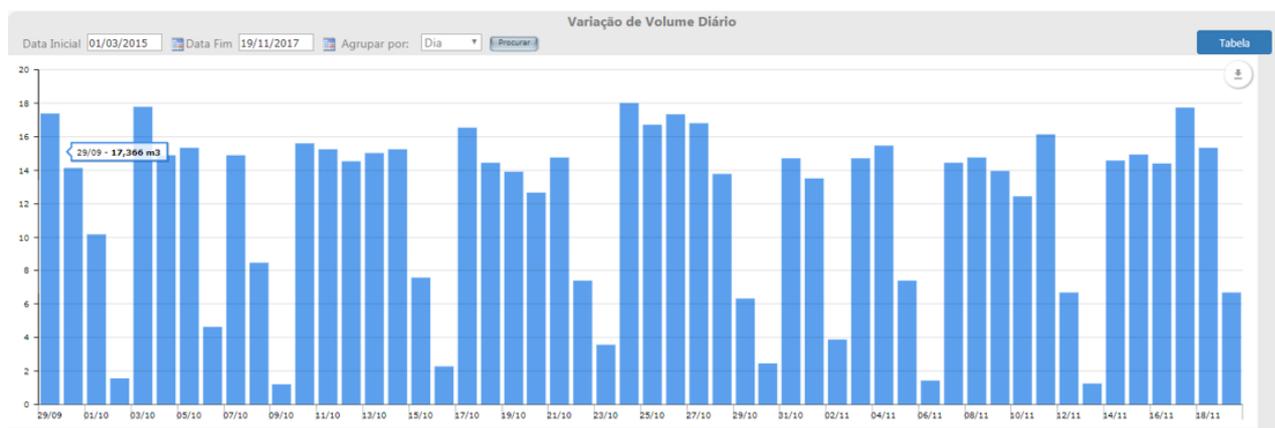


Figura 41 – Exemplo de gráfico obtido da monitorização de grandes consumidores (AdNorte, 2017)

Relativamente aos edifícios públicos que não possuíam medição (inserindo-se nos consumos autorizados não faturados não medidos) procedeu-se à sua identificação, caracterização e georreferenciação e promoveu-se a instalação de equipamentos de medição.

Erros humanos e Erros informáticos

A leitura dos contadores realiza-se bimestralmente e com recurso a um PDA.

Os dados são inseridos diretamente na plataforma que comunica automaticamente com a base de dados da empresa (software AQUAMATRIX), eliminando aqui parte da probabilidade de existir erro humano.

Já em gabinete é feita uma análise aos consumos inseridos na plataforma e detetados alguns erros, maioritariamente aquando de consumos exagerados ou negativos, no entanto, quando se trate de erros menos visíveis a empresa não terá tanta facilidade em detetar irregularidades.

Além disso, o próprio programa, aquando da emissão da fatura, e no caso de os valores serem incongruentes, emite um alerta.

Este é um processo que diminui a ocorrência de erros tanto humanos como informáticos.

3.5. RESULTADOS OBTIDOS

Por forma a fazer uma síntese dos resultados obtidos neste estudo de caso apresenta-se em seguida o Balanço Hídrico referente ao ano de 2017 para a ZMC4.

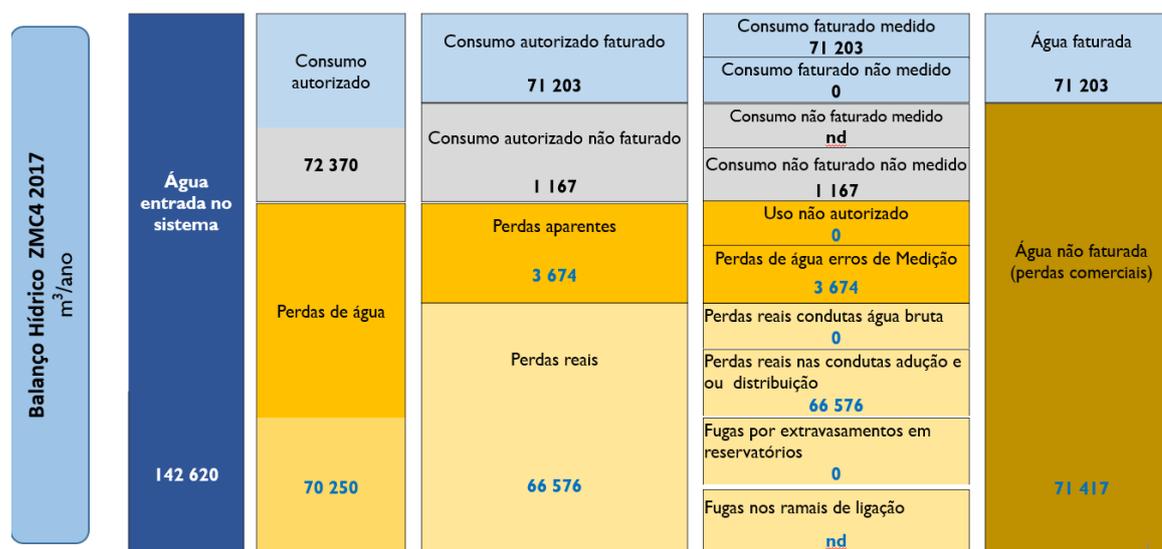


Figura 42 - Balanço Hídrico referente ao ano de 2017 – ZMC4 (AdNorte, 2018)

Embora se reconheça a ainda existência de elevadas perdas de água verifica-se uma tendência satisfatória: os volumes de AF começam a aumentar face aos volumes de ANF quando comparado com o ano anterior. Ou seja, quando para 2016 a ANF ascendia os 73%, para o ano de 2017 situa-se nos 50,1%, e embora seja ainda um valor elevado é um valor que se acha satisfatório dado o conhecimento inicial da infraestrutura e o grau de conhecimento operacional da ZMC, bem como o tempo decorrido para a implementação das medidas necessárias à deteção e redução de perdas de água.

Fatores Importantes

A diminuição das perdas de água na ZMC4 foi conseguida essencialmente devido a duas grandes ações, a monitorização da rede e a renovação do parque de contadores.

Monitorização, controlo de caudais deteção de fugas e a reparação

No início da monitorização, os caudais mínimos noturnos indicavam a existência de perdas reais no valor de 9,6 m³/h tendo no final do ano de 2017, este valor descido para 5,6 m³/h. Esta diminuição foi conseguida essencialmente através do controlo ativo de perdas. O recurso à utilização de geofones e correladores foi essencial na deteção e reparação de fugas verificando-se que à medida que se iam detetando e reparando as fugas o valor das perdas reais ia diminuindo.

A monitorização dos grandes consumidores foi outro aspeto importante na avaliação das perdas reais. Foi possível constatar a existência de um caudal mínimo noturno elevado na Escola EB2,3 de Amarante, verificando-se a existência de uma rotura nesta rede predial de cerca de 2,5m³/h, que quando reparada contribui fortemente para a diminuição do caudal mínimo noturno observado na ZMC.

Dado o número de ações de deteção e reparação já desenvolvidas nesta área, admite-se que o valor de 5,6 m³/h pode vir a ser adotado como sendo o valor de perdas de base da ZMC4, sendo que a monitorização servirá essencialmente para vigiar e manter este valor, auxiliando como alerta sempre que se verifique um aumento indicando a existência de roturas.

A monitorização dos caudais permite a deteção mais rápida e eficaz da ocorrência de roturas mesmo as não visíveis, e por consequência na sua reparação, diminuindo por esta via a água perdida.

Renovação do parque de contadores

Relativamente ao parque de contadores foi desenvolvido um procedimento que permite-se otimizar a campanha de substituição para se conseguir obter um parque de contadores com idades inferiores a 4 anos maioritariamente, com caudais acumulados nunca superiores a 1.000 m³ e em condições de funcionamento favoráveis por forma a diminuir a subcontagem. Isto permitiu uma melhoria significativa no erro do parque de contadores, verificando-se uma diminuição de 7,67% para 3,68%, que se traduziu numa diminuição as perdas aparentes em cerca de 20%.

Outras fatores

Além das ações diretas para diminuição das perdas, houve ações que se revelaram muito importantes, tais como o conhecimento e localização dos clientes e dos consumos. Isto possibilitou, sobretudo, identificar e caraterizar todas as ligações à rede pública sem contador registado, nomeadamente os edifícios de caráter público, permitindo a diminuição dos volumes de ANF.

De seguida é apresentado o Balanço Hídrico global para o município de Amarante referente ao ano de 2017, embora este tenha pouco significado, dado a implementação das medidas de controlo de perdas se tenham restringido apenas uma ZMC do sistema e portanto com pouco significado para a globalidade do município.

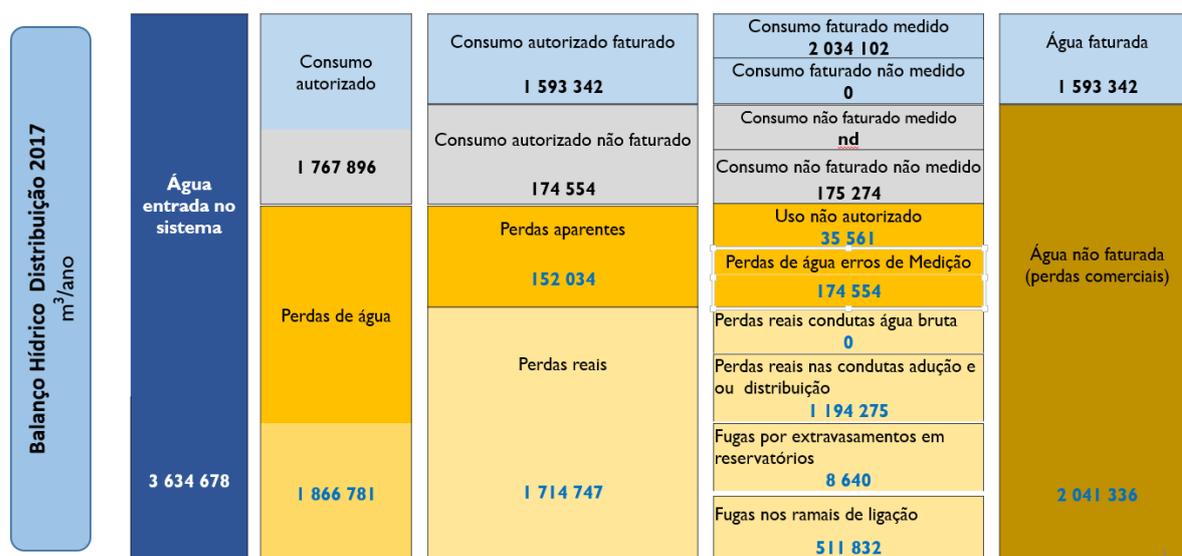


Figura 43 - Balanço Hídrico referente ao ano de 2017 – Município de Amarante (AdNorte, 2018)

Assim, para o ano de 2017, o volume de água não faturada no sistema foi de cerca 56% e com perdas de água totais na ordem dos 51.36%, havendo uma ligeira melhoria face a 2016.

Na figura que se segue analisa-se a variação dos valores dos componentes do BH Global.

Componentes do Balanço Hídrico			
MUNICÍPIO	AMARANTE		
	2016	2017	Variação face ao ano anterior
Consumo faturado medido (m ³ /ano) - Distribuição direta (CLIENTES) = Água faturada (m³/ano) dAA50b	1 489 453	1 593 342	7%
Água faturada doméstica dAA51b	--	1 118 267	--
Água faturada não doméstica dAA52b	--	440 760	--
Consumo de comércio e de serviços	--	206 135	--
Consumo público	--	155 217	--
Consumo industrial	--	0	--
Outros consumos faturados medidos	--	79 408	--
Água entrada no sistema (m³/ano) - PE (Alta)	3 338 038	3 483 916	4%
Água entrada no sistema (m³/ano) - Minas	74 301	34 971	-53% ↓
Água entrada no sistema (m³/ano) - Outras origens /captações	138 973	115 791	-17% ↓
Erro parque de contadores	8.01%	7.31%	-9% ↓
Perdas de água por erros de medição (m ³ /ano)	120 348	116 473	-3% ↓
Contadores/Clientes total	19 365	19 821	2%
Água não faturada (perdas comerciais) (m ³ /ano) dAA53b	2 061 859	2 041 335	-1% ↓
Água não faturada (perdas comerciais) (%) dAA53b	58.06%	56.16%	-3% ↓
Perdas de água (%)	52.73%	51.36%	-3% ↓
Perdas aparentes (%)	5.80%	4.18%	-28% ↓
Perdas reais (%) dAA55b	46.93%	47.18%	1%
Reserva (m ³)	16 542	16 542	0%
Nº roturas - CONDUTAS	1 237	900	20%
Nº roturas - RAMAIS		585	
Cisternas/Auto-tanques para combate a incêndio	10	12	20%
Nº de reservatórios com fugas e extravasamentos	3	5	67%

Figura 44 – Resumo da variação dos valores dos componentes do Balanço Hídrico (AdNorte, 2018)

Assim, relativamente às perdas de água constata-se uma diminuição nas perdas de água aparentes e um aumento nas perdas de água reais. Isto é justificável sobretudo devido à existência de um maior número de roturas, ocorrendo roturas nas condutas adutoras com elevados volumes de água perdidos.

4. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

4.1. CONCLUSÕES

O assunto que deu origem a esta dissertação revela-se uma preocupação mundial, não só dos governos mas também das mais importantes organizações internacionais, dado estimar-se que no próximo quarto de século, mais de metade da população mundial venha a sofrer de falta de água.

Com uma tendência cada vez maior para a concentração das populações nas grandes cidades, perspectiva-se que o stress hídrico tenderá a aumentar em diversas áreas do globo, tornando a água doce um recurso crítico, que importa preservar e gerir com a máxima eficiência.

Um fator determinante para a melhoria dessa eficiência é a redução das perdas de água nos Sistemas de Abastecimento de Água.

Esta dissertação permitiu adquirir conhecimentos sobre problemática das perdas de água, nomeadamente melhorar o conhecimento, a dimensão e a relevância que este tema tem para as entidades gestoras de sistemas urbanos de distribuição.

No presente trabalho efetuou-se uma revisão bibliográfica sobre as questões associadas às perdas de água e a forma de as minimizar e desenvolveu-se um estudo de caso das medidas a implementar com vista ao controlo de perdas de água numa entidade gestora.

Foi apresentado o estado da arte respeitante às perdas de água reais e aparentes, dando uma melhor perceção da sua origem e das medidas mais eficientes para o seu controlo e redução.

No estudo de caso desenvolveu-se um projeto respeitante a um caso prático de implementação de medidas de controlo de perdas numa Zona de Medição e Controlo (ZMC4) do Município de Amarante que integra o sistema de abastecimento da empresa Águas do Norte, S.A..

A implementação de um Programa de Controlo de Perdas no seio de qualquer EG requer tempo, o que se revelou incompatível com o tempo disponível para a realização desta dissertação.

Por essa razão não é âmbito deste trabalho a modelação hidráulica bem como a avaliação da necessidade da reabilitação de condutas e/ou sistemas.

A ZMC4 revelou-se interessante do ponto de vista de redução das perdas de água. Os indicadores de perdas estudados inicialmente mostravam que esta zona de medição carecia de intervenções relativamente urgentes, verificando-se valores de perdas de água elevados.

Foram contempladas várias fases, desde o levantamento e análise de dados, a setorização e priorização de áreas, a implementação de medição, a determinação dos componentes do balanço hídrico e a implementação das medidas de controlo e redução de perdas.

Todas estas fases foram essenciais para conseguir atingir o objetivo proposto.

O levantamento e análise de dados cadastrais e operacionais são fundamentais, pois permitem melhorar o conhecimento e aumentar fidedignidade dos dados de base.

A medição de caudais e volumes limitava-se aos pontos de entrega do sistema em alta, não permitindo a análise de caudais e volumes em ZMC sem recurso a valores estimados. Desta forma a implementação de medição em áreas de influência de reservatórios foi um ponto crucial neste projeto, pois além de permitir a definição e quantificação de volumes de água, foi ainda possível determinar o valor de perdas reais através da monitorização dos caudais mínimos noturnos.

O cálculo do balanço hídrico permitiu a identificação e quantificação de todos os volumes de água entrados e saídos do sistema, bem como o conhecimento das várias parcelas em que estes volumes podem ser divididos, possibilitando a definição de planos de ação para o controlo das perdas.

Nesta projeto foram implementadas um conjunto de medidas estruturais e de processo, tendo em vista a implementação de um sistema que permita assegurar a redução das perdas de água e estabeleça a sua monitorização.

De uma forma sintetizada, este projeto pode ser vertido nas seguintes medidas estruturais:

- Sectorização;
- Levantamento de dados cadastrais e operacionais;
- Instalação de medição.

E nas seguintes medidas de processo:

- Análise da rede e dos clientes;
- Análise de consumos e instalação de medição nos grandes consumidores;
- Realização do balanço hídrico;
- Controlo de pressões;
- Utilização de sistemas de deteção de fugas;
- Reparação de fugas

- Reparação e eventual substituição de redes prediais;
- Renovação do parque de contadores.

Relativamente às perdas reais, verificou-se uma diminuição gradual ao longo do ano, desde logo pela observação da diminuição dos caudais mínimos noturnos, que passaram de 9,6 m³/h para valores de 5,6 m³/h. Embora tenhamos este valor como o valor de perdas de base, como referido no capítulo anterior, sabemos que este poderá ainda ser reduzido quando se proceda à modelação hidráulica da rede, sendo possível a otimização dos patamares de pressão e perceber a possibilidade de reduzir as pressões de serviço que tem influência direta nas fugas de água.

No que diz respeito às perdas aparentes, a determinação dos subcomponentes como a deteção de ilícitos e erros de submedição do parque de contadores, foi mais efetiva na determinação desde logo do erro parque de contadores, tendo sido menos incisiva a determinação dos ilícitos, sendo no entanto de referir que a análise de zeros ou consumos baixos, permite a identificação de uma forma mais apertada deste tipo de ocorrências.

A avaliação dos contadores, como a idade e volume acumulado, permitiu definir um plano de substituição, o que possibilitou uma redução significativa das perdas por esta via.

Sendo de referir que existem um conjunto de ações, que podem contribuir para a diminuição das perdas de água aparentes, como:

- A reavaliação do dimensionamento e adequabilidade dos contadores ao tipo de consumo, em particular nos grandes consumidores;
- A diminuição das leituras por estimativa, a formação de equipas dedicadas e a monitorização de erros, permitiram de igual forma a diminuição das perdas de água.

Torna-se também necessário referir, com base nas dificuldades sentidas, a importância de um bom cadastro. Nenhum plano, medida ou ação irá apresentar resultados satisfatórios se não existir um cadastro fidedigno de infraestruturas que reflita a composição do sistema de distribuição e o seu estado de conservação.

É importante referir que embora na empresa AdNorte exista uma importante e crescente preocupação e sensibilização com esta temática das perdas de água, o binómio custo benefício deve ser tido em conta nas tomadas de decisão das ações a adotar.

Dada a dispersão dos sistemas de abastecimento em baixa e dado que estes são essencialmente compostos por áreas relativamente pouco densas quando comparadas com grandes centros urbanos torna-se necessário atender ao nível económico das perdas de água.

Assim, pode dizer-se que as estratégias definidas nesta dissertação dão uma resposta simples àquilo que é urgente fazer: numa primeira fase e com pouco investimento foi possível reduzir as perdas de água e tornar o SAA mais eficiente e sustentável.

Atualmente a empresa AdNorte encontra-se em fase de implementação de um Plano de Controlo Ativo de Perdas, onde foram definidas 48 ZMC para o sistema de Amarante, estando neste momento a ser monitorizadas 8 e para o sistema de Arouca estão em monitorização 2 ZMC, prevendo-se no curto prazo mais 3, onde serão reproduzidas e quando necessárias melhoradas as ações do projeto piloto da ZMC4, relatado nesta dissertação.

Quanto às perspetivas futuras, o que se pretende, essencialmente a curto prazo, é conseguir ter sistemas de medição fiáveis em todos os sistemas de abastecimento e em todos os grandes consumidores, bem como estabelecer uma maior fiabilidade dos dados por forma a conseguir estabelecer processos automatizados que permitam conhecer diariamente os balanços dos volumes de água em cada ZMC, possibilitando um melhoramento do processo e uma evolução mais eficaz.

A longo prazo, o que se pretende é que todo o processo evolua para um sistema de telemedição. Embora seja um projeto ambicioso, devido aos elevados custos do investimento inicial, a telemedição é a forma mais eficaz de controlar e monitorizar um sistema de abastecimento de água com reflexo numa melhor gestão das perdas de água e de água não faturada: desta forma será possível saber-se, a cada instante, os problemas existentes nas redes de abastecimento e respetivos consumos. Assim, um combate minucioso às perdas de água torna-se facilitado com esta tecnologia, evitando a perda de elevados volumes de água.

Nenhum plano resultara sem o envolvimento de todos os colaboradores da entidade gestora, pelo que a formação e sensibilização destes assume-se como fundamental para o sucesso do combate as perdas de água.

A nível nacional reconhece-se um esforço de algumas EG no sentido de reduzir as ditas perdas, no entanto, há ainda um longo caminho a percorrer com o objetivo de obter uma gestão satisfatoriamente eficiente a nível nacional.

Tal só é possível quando o problema das perdas de água é encarado como parte do sistema, existindo um planeamento estratégico por parte da EG.

O controlo das perdas de água é fundamental para a sustentabilidade das Entidades Gestoras: a redução das perdas reais traduz-se em aumentos de eficiência e a redução das perdas aparentes conduz a um melhor desempenho a nível económico.

Por fim torna-se importante ressaltar que para que seja possível desenvolver um trabalho sério e obter resultados desejáveis e sustentáveis, é necessário a existência de meios técnicos e tecnológicos que permitam a implementação das medidas já referidas.

É sabido que um sistema de distribuição de água totalmente estanque não é um objetivo atingível, no entanto a redução dos níveis de perdas é certamente concretizável, devendo ter sempre presente que um sistema de controlo de perdas numa EG não acaba quando se atinge valores próximos do ponto ótimo, ou seja, próximos do nível económico de perdas, devendo existir sempre um trabalho contínuo com o objetivo de manter o patamar desejado.

A aplicação de um plano estratégico de controlo e redução de perdas, implica que exista uma avaliação constante das ações aplicadas, devendo sempre que necessário proceder-se a todos os ajustamentos, alterações ou até introdução de novas medidas de minimização das perdas. Este ciclo deve ser contínuo, requerendo um grande esforço para conseguir bons resultados, e um esforço ainda maior para conseguir manter esses resultados.

Para concluir, fica o registro de uma resposta dada pelo Engenheiro britânico Allan Lambert, integrante dos grupos de trabalho da IWA, a maior autoridade mundial nas questões ligadas às perdas de água. Perguntado sobre qual a melhor forma de reduzir e controlar as perdas de água e os passos requeridos, ele disse (Lambert, 2013):

“O primeiro passo é ser honesto e admitir que você tem um problema, daí então começar a quantificar esse problema e priorizar a sequência mais adequada de ações para a situação de cada sistema. Não tenha medo de ouvir e aprender a partir da experiência da sua equipa e de outras pessoas. Não há ‘tiro certo’, nem soluções mágicas, somente progresso gradual obtido por métodos racionais, aplicados por profissionais dedicados, e apoiados por uma administração que verdadeiramente reconhece que a gestão das perdas é uma atividade contínua, e para sempre.”

4.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A necessidade de responder aos problemas no dia-a-dia de uma EG afasta, de certa forma, as tentativas de implementação de novos sistemas e de novos métodos.

No decorrer da realização deste trabalho foram surgindo alguns aspetos que se consideram interessantes analisar, dos quais se realça os seguintes, como sugestão para estudos que possam vir a ser desenvolvidos no futuro:

- Modelação da rede da ZMC4 na perspetiva de redução de pressões e otimização do sistema de abastecimento;
- Estudo do benefício da implementação da telemedição numa ZMC;
- Análise da melhoria conseguida através do redimensionamento e adequabilidade dos contadores ao tipo de consumo, em particular nos grandes consumidores;
- Medidas de minimização de erros humanos e informáticos;
- Estudo dos parâmetros mais apropriados a considerar na análise do momento ideal de substituição de um contador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alegre, H., Coelho, S., Almeida M., Vieira P. (2005). “Guia Técnico n.º 3 - Controlo de perdas de água em sistemas públicos de adução e distribuição”. Instituto Regulador de Águas e Resíduos, Lisboa;

Alegre, H. (s/data). “Indicadores de desempenho de sistemas de abastecimento de água”. Trabalho no âmbito da IWSA, Lisboa;

APDA – Fichas de Boas Práticas – Elaborado pela Comissão Especializada de Sistemas de Distribuição de Água (CESDA) (2014/ 2015);

Arregui, F., Cabrera, E, Cobacho, R, García, J. (2005). “Key Factors affecting water meter accuracy”. LEAKAGE, Halifax, Canada;

Arregui, F., Cabrera, E.; Cobacho, R.; García-Serra, J. (2006). “Reducing Apparent Losses Caused By Meters Inaccuracies”. - IWA Publishing, London, UK;

Cardoso, A., Oliveira, F., Lacerda, F., Martins, J., (2013). “Redução de Perdas Reais em Sistemas de Abastecimento de Água: Otimização das Pressões numa Grande Rede de Distribuição de Água – Aplicação a um Subsistema da Cidade do Porto”. 8as Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto;

Carvalho, H. R. F. (2014). “Redução de perdas reais de água em sistemas de abastecimento de Definição de critérios para delimitação de zonas de medição e controlo”. Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto;

Cortês, A. S. B. (2015). “Fugas e perdas em sistemas de abastecimento de água”. Tese de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra;

EPA, U.S. Environmental Protection Agency. (2010). “Control and Mitigation of Drinking Water Losses in Distribution Systems”. Washington, DC: EPA;

EPAL, S.A. (2017). “Controlo Ativo de Perdas de Água”. Lisboa, Portugal;

ERSAR. (2016) - Relatório Anual dos Serviços de Água e Resíduos em Portugal, 2016 – Volume 1;

Ervideira, A. M. F. (2014). “Perdas em redes de abastecimento de água – Sistemas de deteção, controlo e gestão. Aplicação do conceito Smart Cities na óptica da sustentabilidade do ciclo

da água”. Tese de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa;

Farley, M.; Wyeth, G.; Ghazali, Z.; Istandar, A.; Singh, S. (2008). “A Guide to Understanding Water Losses”. The Manager’s Non-Revenue Water Handbook. - United States : Niels van Dijk, Vivian Raksakulthai, Elizabeth Kirkwood;

Fernandes, J. M. C. (2014). “Redução de perdas aparentes em sistemas de abastecimento de água. Definição de critérios para identificação de consumos fraudulentos”. Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto;

Ferréol, E. (2005). “How to Measure and Reduce the Water Meter Park Inefficiency?” Leakage 2005, Conference Proceedings. IWA Leakage Conference;

Lédo, P. (1999). “Combate ao roubo de água - uma experiência no sistema de Guanambi”. 20º Congresso Brasileiro de engenharia sanitária e ambiental, Rio de Janeiro, Brasil;

Malheiro, R. M. G. (2011). “Controlo de Perdas Aparentes em Sistemas de Abastecimento de Água com utilização de Telecontagem”. Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto;

Martinho, S. (2013). “Perdas em sistema de abastecimento de água – INOVA (Cantanhede)”. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Coimbra;

Martins, J.P. (2012). “Redução das Perdas Físicas no Balanço Hídrico da Água”. 7ª Expo Conferência da Água;

MIRANDA, C. M. (2002). “Avaliação de perdas em sistemas de abastecimento de água: indicadores de perdas e metodologias para análise de confiabilidade”. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Brasília, Brasil;

Pacheco, J. (2010). “Perdas em Sistemas de Abastecimento de água. Uma nova abordagem com base na telemedição de consumos domésticos”. Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto;

Pereira, L. (2007). “Avaliação da submedição de água em edificações residenciais unifamiliares: o caso das unidades de interesse social localizadas em Campinas”. Tese de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Brasil;

Pimpão, T. (2012). “Contribuição para a minimização das perdas de água no subsistema em baixa da Nazaré”. Tese de Mestrado, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Beja, Beja;

Portaria n.º 21/2007 de 5 de Janeiro. Diário da República n.º 4/2007, Série I de 2007-01-05, Ministério da Economia e da Inovação, Lisboa;

Pinto & Brás - SIGA – Solução Integrada de Gestão de Água;

Rizzo, A. (s/data). “Apparent Water Loss Control”. The IWA Water Loss Task Force. IWA - Water21;

Silva, B., Monteiro, C., Torres, C., Shinzato, E., Mokarzel, F., Guiboshi, M., Pellegrini, T. (2003). “Controle de perdas de água em sistemas de distribuição, Água em ambiente urbano”. Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil;

Soulé, C. A. V. (2015). “Otimização da gestão de sistemas de abastecimento de água às grandes cidades – O caso de Lisboa”. Tese de Mestrado, Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa;

Torres, V. A. S. (2014). “Controlo de perdas reais em sistemas de abastecimento de água. Monitorização e reparação de fugas”. Tese de Mestrado, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Viana do Castelo;

Thornton, J. (2002). “Water loss control manual. 1a Edition”. McGrawHill, Columbus, USA;

Vicentini, L. P. (2012). “Componentes do balanço hídrico para avaliação de perdas em sistemas de abastecimento de água”. Tese de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil;

Yaniv, S. (s/data). “Reduction of Apparent Losses Using the UFR (Unmeasured-Flow Reducer)”. Case Studies. Israel.

BLOG EOS @ (2017). <http://www.eosconsultores.com.br/perdas-de-agua-no-sistema-de-abastecimento>, EOS (página internet oficial), Brasil

DN@ (2017). <http://www.dn.pt/sociedade/interior/mais-consciencia-e-crise-levam-portugueses-a-gastar-menos-agua>, Jornal Diário de Noticias (página internet oficial), Portugal.

PÚBLICO@ (2017). <http://www.publico.pt/2017/11/24/sociedade/noticia/roturas-e-consumos-nao-cobrados-roubam-30-da-agua-das-redes-municipais>, Jornal Público (página internet oficial), Portugal.

ZERO@ (2017). <http://zero.org/nao-cobranca-de-30-da-agua-da-torneira-gera-perdas-de-235-milhoes-de-euros-para-municipios-e-cidadaos/>, Associação Zero (página internet oficial), Portugal.

Águas do Norte, S.A.@ (2017). <http://www.adnorte.pt/>, Águas do Norte (página internet oficial), Portugal.

ANEXO I

Água entrada no sistema (corrigida dos erros sistemáticos) (m ³ /ano) Dados da telegestão - volumes dos 2 PE	Consumo autorizado (m ³ /ano)	Consumo autorizado faturado (m ³ /ano)	Consumo faturado medido (m ³ /ano)		Volume medido
			Dados recolhidos no sistema de gestão de clientes. Volume de água faturado pela EG		
		Consumo autorizado não faturado (m ³ /ano)	Consumo faturado não medido (m ³ /ano)		Não aplicável
			Não existe consumo faturado que não tenha sido objeto de medição.		
	Consumo autorizado não faturado (m ³ /ano)	Consumo não faturado medido (m ³ /ano)		Não aplicável	
		Todo o volume medido é faturado			
		Consumo não faturado não medido (m ³ /ano)		Volume estimado	
		Lavagem de condutas e reservatórios	Estimado com base no volume dos RR e n° de roturas		
		Consumo para rega de espaços verdes	Estimado de acordo com o levantamento cadastral das necessidades e espaços verdes existentes		
		Consumo para lavagem de ruas	Q = 0,1% da Água Entrada		
Consumo para serviço de combate a incêndio	Estimado em função das necessidades estimadas	Volume estimado			
Outros consumos autorizados não faturados não medidos	Estimado em função do Consumo médio mensal e do n° de clientes. Consumos referentes a Edifícios Públicos	Volume estimado			
Perdas aparentes (m ³ /ano)	Uso não autorizado (m ³ /ano)		Volume estimado		
	Consumo relativo a utilização fraudulenta de marcos, bocas de	Q = 1,5% da Água Entrada			
	Consumo relativo a ligações ilícitas	Estimado em função do Consumo médio mensal e do n° de clientes.	Volume estimado		
	Erros do consumo autorizado (m ³ /ano)		Volume estimado		
Estimativa do erro sistemático da micro-medição	Estimado considerando um erro de 10% do parque de contadores				
Perdas de água (m ³ /ano)	Fugas e extravasamentos nos reservatórios de adução e/ou distribuição (m ³ /ano)		Volume estimado		
	Estimado com base no n° de RR com fugas e extravasamentos e o caudal debitado				
	Fugas nos ramais de ligação (a montante do ponto de medição) (m ³ /ano)		Volume estimado		
	Q = 30% (Perdas reais-Fugas e extravasamentos nos reservatórios de adução e/ou distribuição)				
Perdas reais nas condutas de água bruta e nas estações de tratamento de água (m ³ /ano)		Não aplicável			
A EG apenas gere as infraestruturas do sistema de abastecimento de água em "baixa"					
Fugas nas condutas de adução e/ou distribuição (m ³ /ano)		Volume estimado			
Q = 70% (Perdas reais-Fugas e extravasamentos nos reservatórios de adução e/ou distribuição)					

Figura 43 – Determinação do BH – Componentes e Estimativas (AdNorte, 2017)

