
Agradecimentos

À Professora Madalena Moreira, pela forma e disponibilidade como orientou esta Dissertação, cuja experiência profissional permitiu levar este trabalho a bom termo.

À Sr.^a Presidente da Câmara Municipal de Portimão, Dr.^a Isilda Gomes, ao Diretor Geral da Empresa Municipal de Águas e Resíduos de Portimão, Eng.^o João Rosa, ao chefe de direção de Águas e Saneamento, Eng.^o Fernando Lucas, a todos eles, o meu agradecimento pela oportunidade de realização de estágio na EMARP, ao longo deste período, o que facilitou o acesso a informação imprescindível para a realização desta Dissertação.

A todos os colegas da secção de Águas e Saneamento, da secção de Planeamento, Estudos, Qualidade e Controlo, pela ajuda prestada.

Aos meus pais e irmão pelo apoio, à Joana pela forma incondicional e carinhosa como sempre me apoiou e ajudou, ao longo do trabalho desenvolvido.

As perdas de água, em sistemas de distribuição de água, constituem um dos maiores problemas com que as entidades gestoras do setor se deparam. As perdas de água incluem, as perdas reais e as perdas aparentes.

A presente dissertação faz uma abordagem ao controlo de perdas de água no sistema de distribuição de água ao concelho de Portimão. Com base nos dados disponibilizados pela entidade gestora do município de Portimão, a Empresa Municipal de Água e Resíduos de Portimão, foi avaliado o desempenho do sistema de distribuição de água, relativamente às perdas de água. Foram aplicados balanços hídricos entre os anos de 2011 a 2013, e calculados os respetivos indicadores de desempenho. Os resultados, com base nos dados fornecidos pela entidade gestora, apontam para um nível de perdas de água no município de Portimão abaixo da média nacional. São apresentadas propostas para melhorar a aquisição de dados e controlar as perdas de água.

Palavras-Chave: redes de distribuição de água, perdas reais, perdas aparentes, controlo ativo de perdas, balanço hídrico, setorização.

Water loss control in Portimao's urban water supply system

Water losses in distribution systems are a major problem which the managing entities of this sector have to face. Water losses include real water loss as well as apparent water loss.

This dissertation consists on an approach to water losses management in the distribution system in the city of Portimão. Based on data collected from EMARP - the entity responsible for treating Portimão's water and sewage - the performance of the distribution system regarding water losses was evaluated. For the periods between 2011 and 2013 water balances were applied as well as the calculation of the respective performance markers. The results, according to the data provided by the responsible entity, show that the level of water loss in the city of Portimão is below the national average. Suggestions in order to improve both, data collectibility and water losses management are presented.

Key-Words: water distribution network, real losses, apparent losses, active water loss control, water balance, sectorization.

RESUMO/ABSTRACT	ii
1. INTRODUÇÃO	01
1.1 Enquadramento	01
1.2 Objetivo	04
1.3 Organização da Dissertação	05
2. PERDAS DE ÁGUA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	07
2.1 Contextualização do problema	07
2.2 Perdas Reais	08
2.2.1 Componentes das perdas reais/Tipo de roturas	08
2.2.2. Consequências das perdas reais de água	10
2.2.2.1 Efeitos sobre as infraestruturas	10
2.2.2.2 Efeitos sobre o consumidor	10
2.2.2.3 Efeitos sobre a economia da Entidade Gestora	11
2.2.2.4 Efeitos sobre a saúde pública	11
2.2.3 Fatores que influenciam as perdas reais	12
2.2.3.1 Pressão na rede	12
2.2.3.2 Características dos solos	13
2.2.3.3 Movimentações e ações no solo	13
2.2.3.4 Estado de conservação e idade das infraestruturas	14
2.2.3.5 Reduzida qualidade dos materiais, acessórios e mão de obra	15
2.2.3.6 Método de controlo de perdas	16
2.2.4 Intervenções para o controlo de perdas reais	16
2.2.4.1 Medição zonada	16
2.2.4.2 Gestão de pressões	22
2.2.4.3 Localização de fugas	27
2.2.4.4 Reparação do sistema	30
2.3 Perdas Aparentes	32
2.3.1 Fatores que influenciam as perdas aparentes	32
2.3.1.1 Consumo não autorizado	32
2.3.1.2 Erros de medição	34
2.3.2 Intervenções para o controlo de perdas aparentes	35
2.3.2.1 Redução do consumo não autorizado	35
2.3.2.2 Redução dos erros de medição	36
2.4 Benefícios da redução de perdas de água	38
2.4.1 Dimensão ambiental	38

2.4.2 Dimensão económica	38
2.4.3 Dimensão técnica	39
2.4.4 Dimensão social	39
2.4.5 Dimensão de saúde pública	40

3. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA A PORTIMÃO ..43

3.1 Considerações gerais	43
3.2 Caracterização do concelho de Portimão	44
3.3 Caracterização do volume de água comprado à empresa Águas do Algarve, SA ...	46
3.4 Entidade Gestora - EMARP	47
3.4.1 Introdução	47
3.4.2 Missão	48
3.4.3 Valores	48
3.5 Caracterização da rede de abastecimento de água ao concelho de Portimão	49
3.5.1 Descrição física do sistema	49
3.5.2 Descrição do funcionamento do sistema	52
3.5.3 Telegestão	54

4. AUDITORIA DE PERDAS À REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA AO CONCELHO DE PORTIMÃO57

4.1 Introdução	57
4.2 Balanço Hídrico	58
4.3 Indicadores de desempenho	73
4.4 Avaliação global do sistema de distribuição de água a Portimão	82

5. MODELAÇÃO COMPUTACIONAL DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - APLICAÇÃO A UM ESTUDO DE CASO DA URBANIZAÇÃO MONTE CANELAS87

5.1. Introdução e objetivos	87
5.2 Descrição do sistema da Urbanização Monte Canelas	88
5.2.1 Reservatório de Monte Canelas	88
5.2.2 Estação elevatória	88
5.2.3 Rede de distribuição	90
5.3 Criação do modelo hidráulico	91
5.3.1 Dados de entrada no modelo	91
5.3.2 Distribuição dos consumos pelos nós	92

5.4 Resultado da simulação hidráulica para os consumos registados	94
5.4.1 Pressão de serviço	94
5.4.2 Velocidade de escoamento	97
5.5 Conclusões	101

6. PLANO DE AÇÃO PARA CONTROLO ATIVO DE PERDAS NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA AO CONCELHO

DE PORTIMÃO	103
--------------------------	-----

6.1 Controlo das perdas reais de água	104
6.1.1 Controlo de pressões	104
6.1.2 Detecção e localização de perdas reais de água	105
6.1.3 Redução do tempo de reparação	105
6.1.4 Gestão do sistema de distribuição	105
6.2 Controlo das perdas aparentes de água	107
6.3 Proposta da metodologia a aplicar no desenvolvimento do plano de ação de controlo ativo de perdas de água	109
6.4 Benefícios associados à redução de perdas de água	111

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	113
--	-----

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	116
---	-----

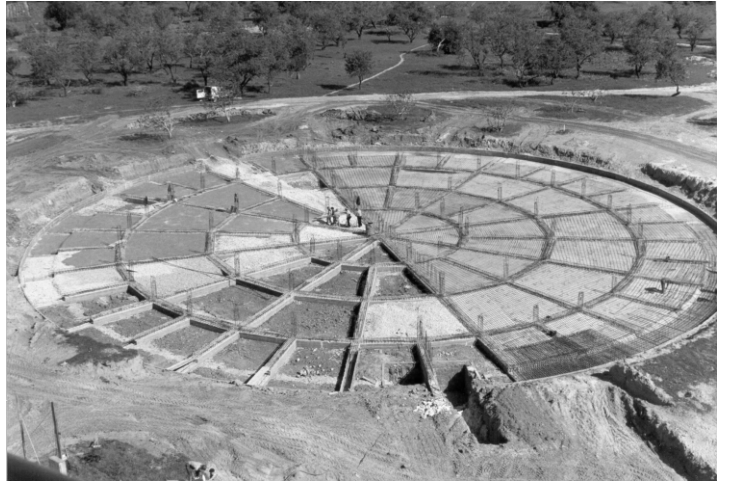
ANEXOS	121
---------------------	-----

Quadro 2.1 - Valores recomendados para o expoente N. © ALEGRE, et al., (2005)	23
Quadro 2.2 - Intervenções relativas aos diferentes tipos de reabilitação. © ALEGRE, et al., (2005)	31
Quadro 3.1 - Caracterização dos reservatórios do SDA a Portimão	53
Quadro 4.1 - Parcelas do Balanço Hídrico	59
Quadro 4.2 - Bandas de exactidão dos dados. © ALEGRE, et al., (2013)	61
Quadro 4.3 - Banda de fiabilidade da fonte de informação. © ALEGRE, et al., (2013)	62
Quadro 4.4 - Dados complementares do balanço hídrico, para o período auditado	63
Quadro 4.5 - Água entrada no sistema de distribuição, durante o período auditado	65
Quadro 4.6 - Consumo Faturado Medido, ao longo do período auditado	66
Quadro 4.7 - Consumo autorizado faturado, para o período auditado	66
Quadro 4.8 - Volume de água não faturada, para os diferentes anos auditado	67
Quadro 4.9 - Consumo não faturado não medido, para o período auditado	68
Quadro 4.10 - Consumo autorizado, ao longo do período auditado	68
Quadro 4.11 - Volume de água perdida, ao longo do período auditado	68
Quadro 4.12 - Número de ligações ilícitas e violações de contadores de água detetadas ao longo do período auditado	70
Quadro 4.13 - Uso não autorizado e estimativa do erro de medição, para o período auditado	70
Quadro 4.14 - Perdas aparentes de água, para o período auditado	71
Quadro 4.15 - Perdas reais de água, para o período auditado	71
Quadro 4.16 - Grupo de ID adotados na auditoria ao SDA a Portimão	73
Quadro 4.17 - Resultados do indicador WR1 para o período auditado	74
Quadro 4.18 - Resultados do indicador Op23, para o período auditado	76
Quadro 4.19 - Resultados do indicador Op25, para o período auditado	76
Quadro 4.20 - Resultados do indicador Op27, para o período auditado	77
Quadro 4.21 - Resultados do indicador Op29, para o período auditado	77
Quadro 4.22 - Resultados do indicador Op31, para o período auditado	78
Quadro 4.23 - Resultados do indicador Op32, para o período auditado	78
Quadro 4.24 - Resultados do indicador Op39 para o período auditado	79
Quadro 4.25 - Resultados para o indicador Fi46, para o período auditado	80
Quadro 4.26 - Resultados para o indicador Fi47, para o período auditado	81
Quadro 5.1 - Características do reservatório de Monte Canelas	88
Quadro 5.2 - Pressões máximas. Hora de menor consumo	95
Quadro 5.3 - Pressões mínimas. Hora de maior consumo	96
Quadro 5.4 - Velocidades máximas, em função do diâmetro da tubagem	99

Figura 2.1 - Rotura em conduta de distribuição DN 160. © EMARP (2013)	08
Figura 2.2 - Relação entre o volume de água perdido e a duração da fuga através de uma rotura de fácil deteção. Adaptado de FARLEY, et al., (2008)	09
Figura 2.3 - Relação entre o volume de água perdido e a duração da fuga através de uma rotura de difícil deteção. Legenda: P - Perceção; L - Localização; R - Reparação. Adaptado de FARLEY, et al., (2008)	09
Figura 2.4 - Relação entre o volume de água perdido e a duração da fuga através de uma perda base. Legenda: P - Perceção; L - Localização; R - Reparação. Adaptado de FARLEY, et al., (2008)	09
Figura 2.5 - Colapso de um via de comunicação por rotura de uma conduta de água. © EMARP (2014)	10
Figura 2.6 - Variação do custo anual das perdas reais, em função do diâmetro do orifício. © EMARP (2014)	12
Figura 2.7 - Incrustação em condutas de PVC. © ALEGRE, et al., (2010)	14
Figura 2.8 - Conduta furada por efeito da corrosão e válvula degradada por efeito da corrosão. © ALEGRE, et al., (2010)	15
Figura 2.9 - Sistema de medição zonada com 3 ZMC. © ALEGRE, et al., (2005)	17
Figura 2.10 - Fases de conceção de um sistema de medição zonada. Adaptado de ALEGRE, et al., (2005)	19
Figura 2.11 - Fases de instalação de um sistema de medição zonada. Adaptado de ALEGRE, et al., (2005)	20
Figura 2.12 - Localização aproximada por subzonamento: (a) por fecho de válvulas e (b) utilizando medidores. © ALEGRE, et al., (2005)	28
Figura 2.13 - (a) Aparelho de sondagem direta, Aqua M50; (b) Utilização do Aqua M50 em boca de incêndio. © Cristiano Gregório (2014).....	29
Figura 2.14 - Geofone, utilizado na sondagem de superfícies. © Cristiano Gregório (2014).....	29
Figura 2.15 - Rotura e substituição de troço de conduta DN 315. © EMARP (2012)	31
Figura 2.16 - (a) Instalação correta (b) Caudalímetro invertido. © BOVO, et al., (2008).....	33
Figura 2.17 - Exemplo de adulteração de caudalímetros. © EMARP (2013)	33

Figura 2.18 - Ligação direta à rede de distribuição. © OLIVEIRA, (2013)	33
Figura 2.19 - Ligação clandestina do tipo "bypass". © EMARP (2013)	33
Figura 3.1 - Enquadramento do concelho de Portimão © Cristiano Gregório (2014)	44
Figura 3.2 - Reservatórios elevados de Boavista e de Bemposta © Cristiano Gregório (2014)	49
Figura 3.3 - Reservatório elevado e reservatório apoiado da Grande Reversa de Chão das Donas. © Cristiano Gregório (2014)	52
Figura 3.4 - Central elevatória de Figueira. © Cristiano Gregório (2014)	53
Figura 3.5 - Esquema Hidráulico do SAA a Portimão. Central de Telegestão	54
Figura 4.1 - Componentes do balanço hídrico. Adaptado de ALEGRE, et al., (2005)	58
Figura 5.1 - Reservatório semi enterrado de Monte Canelas. © Cristiano Gregório (2014)	88
Figura 5.2 - Curva característica da bomba	89
Figura 5.3 - Períodos de funcionamento, arranque/paragem da bomba	89
Figura 5.4 - Rede de distribuição de água à urbanização Monte Canelas. Material da tubagem	90
Figura 5.5 - Variação do nível de água no interior do reservatório de Monte Canelas, entre as 15:15h do dia 7 de outubro e as 15:15h do dia 8 de outubro	92
Figura 5.6 - Padrão temporal de consumo semanal	93
Figura 5.7 - Diagrama das pressões na hora de menor consumo	94
Figura 5.8 - Diagrama das pressões na hora de maior consumo	95
Figura 5.9 - Diagrama de pressões na hora de funcionamento da bomba	96
Figura 5.10 - Diagrama da rede de distribuição e os respectivos diâmetros da tubagem	98
Figura 5.11 - Diagrama de velocidades de escoamento. Hora de menor consumo	99
Figura 5.12 - Diagrama de velocidades de escoamento. Hora de maior consumo	100
Figura 6.1 - Etapas da fase de atuação do plano de ação de controlo ativo de perdas de água	110

AdA	Águas do Algarve, S.A.
BA	Betão armado
CAP	Controlo ativo de perdas
CMP	Câmara Municipal de Portimão
EG	Entidade gestora
EMARP	Empresa Municipal de Águas e Resíduos de Portimão, E.M., S.A.
ERSAR	Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos
FB	Fibrocimento
FF	Ferro fundido
FFD	Ferro fundido dúctil
ID	Indicadores de desempenho
IWA	Associação Internacional da Água (do inglês International Water Association)
N/A	Não atribuído
PEAD	Polietileno de alta densidade
PNUEA	Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água
PVC	Policloreto de polivilina
SAA	Sistema de abastecimento de água
SDA	Sistema de distribuição de água
SIG	Sistema de informação geográfica
VRP	Válvula redutora de pressão
ZMC	Zona de medição e controlo
ZGP	Zona de gestão de pressões



1.1 ENQUADRAMENTO

Os sistemas de abastecimento de água são constituídos por infraestruturas de produção e distribuição de um bem económico de grande valor que é a água para consumo humano. Para que possa atingir os seus objetivos de gestão, qualquer entidade gestora (EG) tem necessidade de procurar um bom grau de eficiência e de eficácia. 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. O bom funcionamento de qualquer sistema de distribuição de água pressupõe que os consumidores tenham continuamente à sua disposição, nos locais de consumo, água potável em quantidade suficiente, à pressão adequada e com o menor custo possível. Para que tal seja possível é necessário que as infraestruturas existentes sejam adequadas, que os recursos naturais disponíveis sejam racionalmente utilizados e que este conjunto seja gerido com eficácia e sustentabilidade (ALEGRE *et al*, 2005, *pág.21*).

Perante a necessidade de promover o uso eficiente da água em Portugal, surgiu o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA), cujas bases e linhas de orientação foram aprovadas pela Resolução de Conselho de Ministros nº 113/2005, de 30 de Junho, onde são definidas metas a alcançar num prazo de 10 anos. O PNUEA é constituído por 87 medidas repartidas por 3 setores distintos, 14 destinam-se ao setor industrial, 23 ao agrícola, sendo as restantes 50 aplicadas ao setor urbano. Destas 50 medidas, 26 destinam-se simultaneamente ao setor industrial, perfazendo um total de 40 medidas aplicadas ao mesmo. Segundo o Plano Nacional da Água, 2002, as estimativas no ano 2000 indicavam um desperdício de água de 40% no sector agrícola, 30% no industrial e 40 % no sector urbano. Tendo em conta estes valores alarmantes, o PNUEA estabeleceu, para um período de 10 anos, metas a alcançar, nomeadamente reduzir para 20%, 35% e 15%, os desperdícios nos setores urbano, agrícola e industrial, respetivamente.

Em Portugal, as entidades gestoras dos serviços de abastecimento de água têm estado, nos últimos anos, sujeitas a grandes desafios motivados pela ação da Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR). A ERSAR, tem a responsabilidade de avaliar o nível de qualidade de serviço das entidades gestoras e, divulgar a informação comparativa dos desempenhos de todas as entidades gestoras.

Para tal, desenvolveu um modelo de regulamentação estrutural do setor, onde monitoriza as estratégias nacionais para o mesmo e elabora propostas de nova legislação. Paralelamente, a ERSAR regula também o comportamento das entidades gestoras prestadoras dos serviços de águas e resíduos, através da monitorização legal e contratual das entidades gestoras, da regulação económica das mesmas e da qualidade de serviço prestado aos utilizadores, comparando as demais entidades entre si, promovendo assim a melhoria da qualidade da água. (www.ersar.pt).

De acordo com uma auditoria levada a cabo pela ERSAR (2013), cerca de 35% da água captada, tratada e distribuída pelos sistemas de distribuição não é faturada, valor este que oscila entre os 70% e os 10% para os diferentes sistemas de abastecimento de água, o que representa a perda de cerca de 300 milhões de m³ de água, avaliados em cerca de 167 milhões de euros, o que para além dos impactes ambientais associados, compromete a sustentabilidade económica e financeira das entidades gestoras.

A 2^a geração do sistema de avaliação criado pela ERSAR é constituído por 16 indicadores de desempenho, para cada um dos serviços de, abastecimento de água, saneamento de águas residuais e gestão de resíduos urbanos sendo aplicado pela primeira vez aos dados de operação relativos a 2011, a todas as entidades gestoras de serviços de abastecimento de água em Portugal Continental (ALEGRE et al, 2013, pág.iii). Neste sistema de avaliação são explicitamente tidos em conta aspetos como, a satisfação do cliente, a sustentabilidade da gestão do serviço e a sustentabilidade ambiental. Um dos temas tratados nos indicadores de desempenho, que é transversal às três áreas referidas, é a análise das perdas de água. As perdas de água diminuem a satisfação do cliente, pois podem representar roturas com interrupção de abastecimento e reduzem a sustentabilidade económica da entidade gestora por corresponderem a perdas económicas e, por isso, a montante não faturado, mas que no entanto, tem custos associados. Por último, a existência de perdas nos sistemas de abastecimento, implicam a captação de maior quantidade de água do que a necessária ao consumo da população, pondo em risco a sustentabilidade ambiental.

O volume de água perdido, através de uma fissura com diâmetro equivalente a 5mm, num tubo com pressão de serviço de cerca de 40 m.c.a, é de 28 515 litros por dia e, a 10 408 m³ por ano. Com base na captação média registada em Portugal no ano 2011, disponibilizado pela ERSAR, igual a 145 L /hab / dia, esta perda de água podia abastecer uma população de cerca de 197 habitantes.

No município de Portimão, onde o custo unitário assumido para as perdas reais, calculado com base no preço de aquisição da água, é de 0,52 €/m³, a perda de água descrita representaria uma perda económica de 5 412 €/ano, para a entidade gestora.

Do ponto de vista da entidade gestora, é de todo o interesse a redução das perdas de água, quer das perdas reais, associadas a roturas, pequenas perdas de água nos acessórios da rede, e extravasamentos de reservatórios, quer das perdas aparentes, relativas a consumos não autorizados e erros de leitura dos contadores de água, contribuindo para o uso eficiente da água, sem colocar em causa a eficácia da sua utilização.

As perdas de água na cidade de Portimão são da ordem dos 20% (*ERSAR, 2012*), valor bastante abaixo da média nacional, mas longe do aceitável. É assim prioritário continuar a apostar numa política de controlo de perdas de água, identificando o tipo de perdas que ocorrem, a sua localização e as suas causas, contribuindo assim, de forma ativa e eficaz, para a diminuição do desperdício de um bem essencial à vida e para a sustentabilidade económica da entidade gestora.

A visão empresarial da gestão do recurso natural água, leva a que as entidades gestoras dos sistemas de abastecimento de água (SAA) iniciem processos de reestruturação em termos de gestão, planeamento, operacionalização e manutenção dos sistemas, pois as perdas de água são uma das suas principais preocupações e, o controlo das perdas de água um objetivo a implementar, de modo a dar cumprimento às disposições legais, a aumentar a rentabilidade e a melhorar a utilização deste recurso.

1.2 OBJETIVO

O sistema de distribuição de água ao concelho de Portimão é da responsabilidade da entidade gestora Empresa Municipal de Águas e Resíduos de Portimão (EMARP). Com o trabalho realizado na EMARP, no âmbito desta dissertação, pretende-se avaliar e contribuir para a redução de perdas de água, diminuindo a água entrada no sistema, a energia consumida, a água não faturada e, conseqüentemente, aumentar a sustentabilidade económica, ambiental e social da entidade gestora (EG). Para tal, pretende-se avaliar o funcionamento hidráulico do sistema de distribuição de água ao concelho de Portimão, realizar estudos na área da redução de perdas de água, analisando as causas das mesmas e apresentando soluções técnicas e administrativas para o seu controlo.

1.3 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está organizada em 7 capítulos de acordo com os âmbitos abordados.

No primeiro capítulo é apresentada a descrição do tema e os objetivos a alcançar com a realização deste trabalho.

O segundo capítulo inicia-se com a contextualização do problema, seguido da definição de perdas reais de água, tipos de roturas existentes, fatores que influenciam as perdas reais e intervenções para o controlo das mesmas. É aqui definido, também, o conceito de perdas aparentes de água, fatores que afetam as mesmas, sendo apresentadas algumas intervenções que as minimizem. Por fim, é apresentada a dimensão dos benefícios, que podem vir a ser alcançados com a redução de perdas de água em sistemas de distribuição.

No capítulo 3 é apresentada a descrição do sistema de distribuição de água ao concelho de Portimão. Neste capítulo pretende-se caracterizar o concelho de Portimão, apresentar a entidade gestora e caracterizar o funcionamento e os materiais da rede de distribuição de água a Portimão.

O capítulo 4 apresenta-se o problema com que a EMARP se depara, avaliando-o posteriormente com recurso ao balanço hídrico e ao cálculo de diversos indicadores de desempenho e por fim, avalia-se globalmente o sistema de distribuição de água a Portimão.

No capítulo 5, procede-se à modulação computacional da rede de distribuição de água da Urbanização Monte Canelas.

No sexto capítulo é apresentado um plano de ação, com vista a controlar as perdas de água no sistema de distribuição de água a Portimão.

No capítulo final, capítulo 7, são expostas as conclusões, assim como as considerações finais, referentes ao trabalho desenvolvido. São também apresentadas algumas recomendações de trabalhos futuros.



2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

As perdas económicas de água, ou seja a água não faturada, contribuem de forma significativa para a ineficiência da grande parte das entidades gestoras. Em Portugal, a percentagem de água que não é faturada, isto é, a diferença entre a água entrada no sistema e o consumo autorizado faturado relativo à água entrada no sistema, ascende aos 35%, sendo a redução deste valor um dos principais desafios para as entidades gestoras de sistema de distribuição de água (*ERSAR, 2013*).

Não é possível alcançar um nível nulo de perdas de água, na medida em que a rede de distribuição se encontra enterrada e sob pressão, sendo por vezes difícil a deteção de fugas, e os contadores apresentarem erros de medição, por elevado período de operação ou gama de aplicação desadequada, pelo que, deve ser definido um nível de perdas aceitável, tanto do ponto de vista da preservação do recurso, assim como, do ponto de vista económico.

As perdas de água em sistemas de distribuição de água (SDA) dividem-se em dois tipos distintos, as perdas reais e as perdas aparentes. As perdas reais contabilizam o volume de água correspondente às perdas físicas na rede de distribuição e ramais de ligação, até ao contador do local de consumo. As perdas aparentes correspondem a todos os tipos de imprecisões associadas às medições da água produzida e da água consumida e ainda o consumo não autorizado, que engloba quer o furto, quer o uso ilícito da água (*ALEGRE et al, 2005, pág.9*). É de salientar que também existem perdas e fugas de água dentro das instalações particulares, que não causando prejuízo direto às EG, pois essa água é contabilizada nos contadores particulares, provocam não só, a insatisfação dos consumidores, uma vez que as faturas emitidas não expressam o volume realmente consumido, mas também o desperdício de um recurso natural, que conduz ao sobredimensionamento da rede de distribuição de água, caso o dimensionamento da rede de distribuição, se faça com base em capitações calculadas pelos registos de consumos.

A avaliação das perdas de água num sistema de adução ou de distribuição de água pode ser calculada com base na aplicação de uma auditoria de perdas, recorrendo-se ao conceito de balanço hídrico, adiante explicado em pormenor, que reporta todo o fluxo de água, desde a sua entrada no sistema, até à sua saída.

2.2 PERDAS REAIS

Figura 2.1 - Ruptura em Conduta de Distribuição DN160 © EMARP (2013)



Realizado o balanço hídrico do SDA, obtém-se uma descrição numérica de todos os seus componentes, sendo que, de acordo com o seu valor e contributo para a eficiência das EG's, merecem por parte destas a maior ou menor atenção. No que às perdas de água diz respeito, há que centrar o trabalho na redução das mesmas, aumentando assim a faturação, fazendo com que seja desnecessário o aumento da tarifa de água cobrada ao consumidor final.

Num sistema de abastecimento de água, as perdas reais correspondem ao volume de água que é captada, tratada e transportada pelas entidades responsáveis e que não chega a ser consumida pelo utilizador final. Em sistemas de distribuição de água, denominados por sistemas em "baixa", as perdas reais correspondem ao volume de água que é entregue pela adutora do sistema em "alta", nos reservatórios do sistema em "baixa" e que por diversos motivos, sejam eles fissuras, roturas ou extravasamentos, não chega a passar pelo contador do consumidor final ou a ser consumida em usos estimados pela própria EG, no caso de consumos não medidos.

2.2.1 Componentes das perdas reais/Tipo de roturas

Na abordagem inicial, as perdas reais podem ser separadas em perdas devidas a roturas e a fugas de água na rede de distribuição e em perdas devido a roturas, fugas e extravasamentos nos reservatórios. Em ambos os cenários existe uma relação direta entre o volume de água perdido quer com a dimensão do orifício quer com o tempo de exposição a que está sujeito. Podemos classificar as perdas reais de água como, perdas devidas a roturas facilmente detetáveis, perdas devidas a roturas dificilmente detetáveis e perdas de base (FARLEY, *et al.*, 2008, pág. 46).

As perdas por roturas facilmente detetáveis, são usualmente caracterizadas por caudais elevados de curta duração, correspondendo a volumes de água moderados, uma vez que são reportadas pelas populações que prontamente informam os técnicos dos SDA que as reparam de imediato, como ilustra a Figura 2.2. Importa no entanto salientar que nem todas as roturas de grande dimensão são facilmente detetáveis, uma vez que por condicionantes externos à envolvente da rotura, esta pode não ser de fácil perceção.



Figura 2.2 - Relação entre o volume de água perdido e a duração da fuga através de uma rotura de fácil deteção. Adaptado de FARLEY, et al., (2008)

Como se pode verificar na Figura 2.3, as perdas por roturas dificilmente detetáveis são caracterizadas por caudais médios, que não afloram à superfície, embora tenham dimensão suficiente para serem detetadas pelo equipamento de deteção de fugas. Através do Controlo Ativo de Perdas, CAP, adiante detalhado, a EG recorre a diversos equipamentos que permitem localizar um nível de perdas de água acima do definido como aceitável, procedendo posteriormente à sua reparação fazendo uso das mesmas técnicas adotadas na reparação das roturas reportadas.

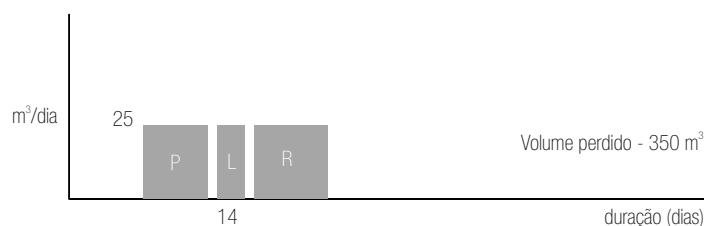


Figura 2.3 - Relação entre o volume de água perdido e a duração da fuga através de uma rotura de difícil deteção. Legenda: P – Perceção; L – Localização; R – Reparação. Adaptado de FARLEY, et al., (2008)

As perdas base ocorrem através de pequenas fugas, indetetáveis com os equipamentos de deteção correntes disponíveis, são tipicamente caracterizadas por caudais baixos, longa duração e grandes volumes de água, como se pode verificar na Figura 2.4, (ALEGRE, et al., 2005, pág. 11).

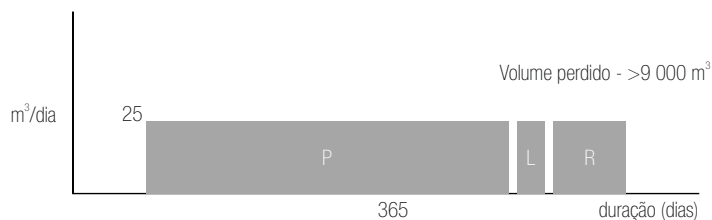


Figura 2.4 - Relação entre o volume de água perdido e a duração da fuga através de uma perda base. Legenda: P – Perceção; L – Localização; R – Reparação. Adaptado de FARLEY, et al., (2008)

É importante referir que as roturas mencionadas anteriormente, podem ocorrer em qualquer zona da rede de distribuição de água, assim como nos acessórios nela instalados. Por sua vez, as perdas de água devem-se por vezes à instalação deficiente destes acessórios, mas também são precedidas de roturas provocadas pela corrosão interna e externa dos materiais.



Analisando exclusivamente as perdas nos reservatórios de distribuição, estas podem ter origem em roturas e/ou extravasamentos. No primeiro caso, as roturas ocorrem por fissuração das paredes e da laje do fundo dos reservatórios, pelo que o volume de água perdido depende diretamente da dimensão das fissuras e da quantidade de água armazenada. Estas perdas são facilmente detetáveis através da realização de ensaios de estanquidade, isto é, quando se fecham todas as válvulas de entrada e saída de caudal no reservatório e quantifica-se a variação do nível da água no interior do mesmo (OLIVEIRA, 2013, pág.30). Os extravasamentos ocorrem geralmente em períodos noturnos, devido aos baixos consumos registados, sendo facilmente detetados a partir de inspeções periódicas, ou através do registo dos vários níveis de água recorrendo a equipamentos de medição.

2.2.2 Consequências das perdas reais de água

São vários os efeitos que as roturas e consequentes perdas reais de água têm, não só sobre a rede de abastecimento, como também para as infraestruturas envolventes, ambiente e para os próprios consumidores.

2.2.2.1 Efeitos sobre as infraestruturas

Ao nível das infraestruturas, são vários os danos causados, resultantes do arrastamento dos finos nos solos de fundação e, conseqüentemente, criação de espaços vazios que podem levar ao colapso de vias de comunicação e edifícios, Figura 2.5, (FARLEY, 2001, pág. 12).

Embora os programas de controlo de perdas não possam evitar as graves roturas que ocorrem ao longo do tempo e que causam danos consideráveis nas vias de comunicação e nas redes de saneamento, existe um nível baixo de perdas que pode causar danos semelhantes se persistirem durante um longo período de tempo, tais como perdas nas juntas e acessórios. Estas perdas podem permanecer indetetáveis por períodos de tempo consideráveis, que levem ao desmoronamento de, por exemplo, uma estrada. Uma política de controlo de perdas permite proceder à localização da fuga e posterior reparação, evitando os danos que possam vir a acontecer (FARLEY, 2001, pág. 13).

2.2.2.2 Efeitos sobre o consumidor

A consequência mais comum devido às perdas de água, faz-se sentir pela falha

total do fornecimento da água, ou por um fornecimento com uma pressão inaceitavelmente baixa. Tal facto faz com que as queixas por parte dos consumidores sejam um primeiro sinal de que se está perante uma fuga de água. A pressão em algumas partes do sistema, nomeadamente nas zonas de cota mais elevada e nas zonas de extremidade, pode ser bastante reduzida, fazendo com que os chuveiros, máquinas de lavar, torneiras, entre outros, funcionem com algumas limitações, o que leva conseqüentemente à insatisfação dos consumidores. Tal situação é agravada quando o fornecimento de água é feito a baixa pressão e onde a oferta é já em défice. Por outro lado, a introdução de ar na rede de distribuição decorrente das roturas existentes, provoca excessos de medição do verdadeiro consumo e erros de faturação que se traduzem em valores excessivos pagos pelos consumidores (FARLEY, 2001, pág. 13).

2.2.2.3 Efeitos sobre a economia da Entidade Gestora

Analisando os danos económicos causados pelas perdas de água, para além dos resultantes da reparação das infraestruturas e do pagamento de indemnizações, existe também o custo direto associado à própria água desperdiçada, na medida em que a aquisição ou captação da água e posterior fornecimento tem de voltar a ser efetuado, com todos os custos que lhe são inerentes, sendo a sua redução, uma das maiores economias que pode ser alcançada com o controlo de perdas.

Existem também implicações financeiras nos custos de administração para lidar com um maior número de reclamações por parte dos consumidores, além da descreditação da EG junto dos mesmos, na medida em que se torna complicado explicar o aumento de perdas de água, quando se assiste a épocas de seca (FARLEY, 2001, pág.13). Segundo o mesmo autor, existe também a necessidade de redimensionar a rede de saneamento devido ao aumento de carga na rede de esgotos resultantes das infiltrações das perdas de água.

2.2.2.4 Efeitos sobre a saúde pública

Por sua vez, as perdas de água também podem provocar danos para a saúde pública, uma vez que em sistemas de distribuição onde o escoamento se faz a baixas pressões, existe o risco elevado de contaminação da água a partir da rede de esgotos e outras fontes de poluentes (FARLEY, 2001, pág.13). Se a probabilidade de contaminação é baixa quando todo o sistema está pressurizado, com pressões interiores superiores às exteriores, o mesmo não ocorre quando há necessidade de interromper o fornecimento por qualquer razão.

Nestas circunstâncias a pressão interna baixa e a probabilidade de ocorrência de contaminações aumenta substancialmente (ALEGRE, et al., 2005, pág. 17).

2.2.3 Fatores que influenciam as perdas reais

2.2.3.1 Pressão na rede

Um dos principais fatores que influenciam as perdas reais em SDA é o nível de pressão a que as infraestruturas estão sujeitas, que segundo FARLEY (2001, pág. 13-14), as pode afetar das seguintes formas:

- A taxa de perda de água através de fugas e roturas na rede de distribuição e nos acessórios aumenta proporcionalmente com o aumento da pressão, como ilustra a figura seguinte. Numa analogia à ilustração, pode-se concluir, que quanto maior for a dimensão da rotura e maior a pressão existente, maior será o volume de água perdido;



Figura 2.6 - Variação do custo anual das perdas reais, em função do diâmetro do orifício. © EMARP (2014)

- De um modo semelhante, especialmente em SDA antigos, um aumento ligeiro de pressão pode originar um elevado número de roturas num curto espaço de tempo. Por outro lado, a redução da pressão pode reduzir a taxa de ocorrência das roturas;
- Quanto maior for a pressão, maior é o caudal de água que atravessa o orifício, logo a localização deste depende da pressão. Um aumento da pressão provoca um maior caudal de fuga, aumentando a rapidez de aparecimento da água à superfície, pelo que a rotura pode ser facilmente detetada e rapidamente reparada. Por sua vez, o ruído provocado pela fuga de

água é tanto maior quanto maior for a pressão na conduta, pelo que uma forma de localizar as roturas de forma eficaz, consiste em recorrer a métodos de sondagem. Por outro lado, em SDA com baixas pressões, a taxa de ocorrência de roturas é reduzida, sendo no entanto de mais difícil localização;

- Um aumento repentino da pressão no interior da rede de distribuição, provocado pelo súbito arranque de uma bomba ou pelo fecho ou abertura demasiado rápido de uma válvula instalada na rede, pode originar roturas na mesma, aumentar a dimensão de orifícios já existentes, provocar movimentações dos blocos anexos às condutas e ainda provocar danos nas juntas de ligação. Em tubagens de PVC, as oscilações repentinas de pressão, podem originar valores elevados de tensões no interior das mesmas;

- Os ciclos de pressão assumem alguma preponderância no aparecimento de roturas na rede de distribuição. Usualmente, as tubagens de plástico são as que mais problemas de fadiga apresentam, o que pode ser explicado pela deficiente conceção e exploração da mesma, causadas pelas oscilações de pressão. A degradação dos materiais, também pode ser explicada pelas condições naturais onde estes são armazenados antes de entrarem em funcionamento, nomeadamente devido à exposição aos raios UV.

2.2.3.2 Características dos solos

As características geológicas do local de implantação da rede de distribuição influenciam de maneira direta a deteção de roturas e fugas na rede, isto é, dependendo da permeabilidade do terreno, as roturas podem ser detetadas atempadamente com o surgimento de água à superfície. Por exemplo, em solos argilosos, mais impermeáveis, a água surge rapidamente à superfície. Por outro lado, em solos permeáveis, como no caso dos arenosos, as perdas de água podem revelar-se indetetáveis à superfície, originando assim perdas de água mais prolongadas.

2.2.3.3 Movimentações e ações no solo

As movimentações do solo, segundo *FARLEY, (2001, pág.14)*, podem ser originadas por diversas causas, das quais se destacam as seguintes:

- Alterações no teor de humidade, especialmente em solos argilosos, provocam retração e assentamentos na rede de distribuição;

- Alterações na temperatura, podendo esta atingir valores demasiados baixos, provocando o congelamento dos acessórios da rede;
- Tremores de terra naturais, ou vibrações provocadas quer por trabalhos nas proximidades, quer pelo tráfego rodoviário ou ferroviário intenso, existente no local da rede.

Todas estas causas originam movimentações do solo, podendo originar roturas nas condutas, alterações das posições dos acessórios, ou ainda, provocar concentrações elevadas de tensões em determinados locais da rede, que podem vir a originar roturas.

2.2.3.4 Estado de conservação e idade das infraestruturas

A idade das infraestruturas, bem como o estado de conservação das mesmas é de extrema importância para as perdas reais de água. A redução gradual do desempenho e a consequente degradação dos serviços prestados pelas infraestruturas no seu conjunto, estão diretamente relacionada com o envelhecimento dos diversos componentes do sistema de distribuição, sendo que os seus efeitos se fazem sentir com a frequência de roturas e consequentes perdas de água. O envelhecimento é inevitável, podendo dever-se a: (ALEGRE, et al, 2010, pág.25)

- Degradação natural dos materiais constituintes dos componentes;
- Desgaste ou incrustação dos elementos constituintes dos componentes;
- Desatualização tecnológica.

A idade das condutas acaba por ser um fator transversal a todos os outros, visto que o efeito de cada um deles se faz sentir de forma mais acentuada, com o avançar do tempo. Por sua vez, a conservação das infraestruturas, enquanto materiais passíveis de degradação, é um ponto importante a ter em causa. Nesta temática destaca-se a corrosão de que são alvos as condutas metálicas de distribuição de água (FARLEY, 2001, pág. 14):



Figura 2.7 - Incrustação em condutas de PVC © ALEGRE, et al., (2010)

Figura 2.8 - Condução furada e válvula degradada, por efeito da corrosão © ALEGRE, et al., (2010)



- Relativamente à corrosão interna, esta faz-se sentir mais frequentemente em condutas que transportem águas mais macias, isto é, ácidas. No caso das condutas de ferro fundido (FF) e ferro fundido dúctil (FFD), pode ocorrer a formação de tubérculos nas paredes internas das condutas. Dado que as condições de pressão a que as mesmas estão sujeitas não se alteram e a sua espessura vai diminuindo, a sua capacidade de resistência vai sendo diminuída com o decorrer do tempo, aumentando a probabilidade de ocorrência de roturas, como ilustra a Figura 2.8;

- A corrosão externa pode surgir a partir de diversas causas, como por exemplo, a dos solos de natureza agressiva, que podem causar danos devido aos diferentes níveis de concentração de sais dissolvidos, oxigénio, humidade, pH e atividade bacteriana, como se verifica na Figura 2.8.

O efeito da corrosão pode ser substancialmente reduzido através de revestimentos interiores e exteriores, como sendo o recurso à pintura ou ao revestimento com materiais plásticos, cimentícios ou resinas epoxi (ALEGRE, et al, 2010, pág.26).

Por sua vez, as tubagens de fibrocimento (FB) deterioram-se com o decorrer do tempo, em consequência do ataque a que as partículas de cimento estão sujeitas, por parte dos agentes agressivos existentes no solo, fazendo com que a sua capacidade resistente, diminua também com o decorrer do tempo.

2.2.3.5 Reduzida qualidade dos materiais, acessórios e mão-de-obra

A análise e a escolha do tipo de materiais constituintes das redes de distribuição de água, têm grande influência na eficiência do abastecimento relativamente às perdas de água. Relativamente a esta temática são inúmeros os acessórios e aparelhos que podem apresentar deficiências, tanto do lado do consumidor, como do lado da EG. A reduzida qualidade de alguns materiais utilizados em condutas pressurizadas de abastecimento, assim como de certos acessórios instalados na rede, é um fator determinante para a ocorrência de roturas.

Por outro lado, mesmo estando perante redes de distribuição que utilizem materiais de elevada qualidade, existe sempre a possibilidade de estas serem mal dimensionadas ou mal executadas, verificando-se o mesmo com os diversos acessórios da rede, pois podem não ser corretamente instalados, ou carecer de manutenção adequada.

Esta situação poderá originar falhas na rede, de onde surgirão eventualmente roturas de dimensões variadas, com toda as consequências que lhes são inerentes. A jusante do contador particular, onde a responsabilidade da manutenção é dos consumidores finais, destacam-se as anilhas das torneiras defeituosas, assim como as válvulas de esfera, como sendo algumas das principais causas de perdas de água. As cisternas com sistemas automáticos desajustados em instalações comerciais, também podem ser responsáveis pelo desperdício de água.

A instalação de novas condutas, bem como a escolha dos materiais das tubagens a utilizar são influenciados pelos locais onde serão instaladas bem como pela tecnologia de mercado. Cada vez mais são aplicados fundos para a investigação de novas formas de proteção interior e exterior das condutas atendendo ao melhoramento na constituição material das mesmas. Nem todos os materiais são adequados para qualquer tipo de solo, pelo que se torna relevante uma análise dos materiais das condutas a instalar tendo em conta o local de instalação (OLIVEIRA, 2013, pág.35).

2.2.3.6 Método de controlo de perdas

A escolha de um método de controlo de perdas apropriado pode afetar a velocidade da deteção e posterior reparação das fugas existentes. O método escolhido, quer seja ativo ou passivo, irá determinar o nível de perdas de água do SDA, o que indicará o nível de eficiência do sistema (FARLEY, 2001, pág. 15).

2.2.4 Intervenções para o controlo de perdas reais

Existem diversos métodos de controlo de perdas reais em sistemas de distribuição de água, desde a medição zonada, gestão de pressões, localização de fugas, até à reparação do sistema.

2.2.4.1 Medição Zonada

A medição zonada, embora não incorpore diretamente o controlo de perdas propriamente dito, é fundamental para conhecer a distribuição espacial das perdas reais de água, sendo o ponto de partida para proceder ao controlo das mesmas. É uma técnica de controlo de caudais, e de apoio ao controlo de perdas, que envolve a divisão criteriosa da rede de distribuição num conjunto de zonas discretas, de contornos fixos e rigorosamente identificados, cujas entradas e saídas de água são controladas, em campanhas temporárias, periódicas ou permanentes, de medição de caudais, de forma

a obter informação detalhada sobre o balanço de caudais e o comportamento dos consumos. Tais subdivisões da rede designam-se por Zonas de Medição e Controlo, ZMC, como se pode verificar na Figura 2.9, (ALEGRE, et al., 2005, pág.125).

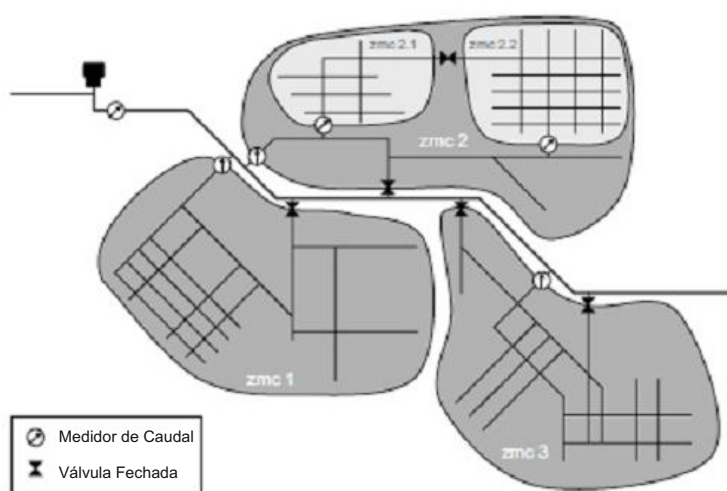


Figura 2.9 - Sistema de medição zonada com 3 ZMC's © ALEGRE, et al., (2005)

Segundo FARLEY, (2001, pág.58), a medição zonada tem dois objetivos, dividir a rede de distribuição num certo número de ZMC's, cada uma com um limite permanente e bem definido, de modo a que o caudal que afluí a cada zona, possa ser monitorizado regularmente, permitindo a deteção de roturas e fugas de água, o outro objetivo, diz respeito ao controlo do nível de pressão pretendido para cada zona, de forma a que a rede, na sua totalidade, funcione a um nível adequado de pressões.

Importa referir, que o investimento necessário para proceder a tal divisão da rede é elevado e frequentemente não é possível fazê-lo com a celeridade desejável. No entanto, sempre que se executem obras de reabilitação ou expansão da rede, estas devem ser executadas de forma a possibilitarem a posterior instalação de equipamentos de medição.

A medição zonada poderá ser utilizada para quantificar perdas de água em redes de distribuição através de dois métodos, baseados no balanço hídrico e na observação do comportamento dos consumos (ALEGRE, et al., 2005, pág. 126-127):

- **Método dos caudais totais**, que se baseia na contabilização volumétrica do balanço hídrico dentro de cada zona de medição, utilizando volumes medidos durante um intervalo de tempo, tipicamente uma semana, e subtraindo dos volumes de água afluente, todos os volumes de água saídos e conhecidos, incluindo uma estimativa do consumo. O resultado será o volume de perdas nesse período, que deverá ainda ser decomposto nas componentes de perdas aparentes e de perdas reais;

- **Método dos caudais noturnos**, que se baseia na observação do comportamento do caudal durante as horas de menor consumo, que ocorrem tipicamente durante a noite, e durante as quais, é lícito supor que uma parte significativa (em geral, a maior parte) do caudal total escoado, se deva a perdas reais, sendo essa fração suscetível de ser estimada. Este método permite simultaneamente acompanhar o comportamento dos caudais noturnos e detetar, qualquer aumento súbito que possa eventualmente ser associado a uma nova fuga, com maior clareza e prontidão.

De acordo com o mesmo autor, ambos os métodos são úteis e complementares, sendo que o primeiro é mais adequado para identificar prioridades de intervenção entre ZMC's. O segundo, é mais adequado para uma monitorização contínua ou de campanhas de curta duração, cotando-se como o mais utilizado atualmente.

Conceção de Zonas de Medição e Controlo

A medição zonada, enquanto técnica de apoio ao controlo ativo de perdas, na medida em que caracteriza os consumos e os caudais em redes de distribuição, é usualmente utilizada em duas fases distintas. Na primeira fase, a rede é totalmente dividida em ZMC's, onde são medidos de forma regular todos os caudais que a elas afluem, permitindo assim a identificação de alterações repentinas no volume de água perdido, correspondentes a roturas e avarias dificilmente detetáveis e ainda a quantificação e subsequente controlo de perdas. A segunda fase, complementar à primeira, consiste na aplicação de técnicas de gestão de pressão no interior das ZMC's, de forma a reduzir gradualmente o volume de perdas, onde se revelar tecnicamente viável e economicamente justificável.

É de salientar que o sucesso de um sistema de medição zonada depende em grande medida do uso correto das ferramentas de análise disponíveis, das quais a mais importante é, sem dúvida, a modelação matemática do comportamento hidráulico da

rede (ALEGRE, et al., 2005, pág. 130).

A Figura 2.10 esquematiza as diferentes fases do processo de conceção de um sistema de medição zonada.

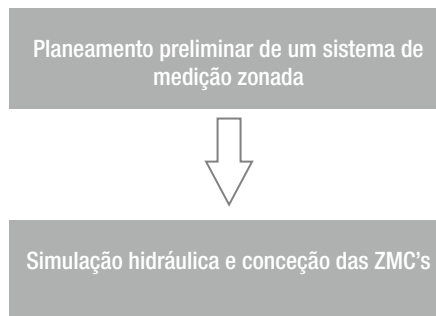


Figura 2.10 - Fases de conceção de um sistema de medição zonada. Adaptado de ALEGRE, et al., (2005)

A fase de planeamento preliminar é efetuada com base no cadastro da rede e no modelo de simulação hidráulica. Nesta fase são tidos em conta os diferentes aspetos (ALEGRE, et al., 2005, pág. 132-134):

- **Dimensão das ZMC's**, que depende da tipologia da rede, da densidade populacional e da densidade de ramais, sendo esta última o critério eleito em diversos países europeus. Em redes urbanas o critério seguido aponta para um mínimo de 300 a 600 ramais e um limite máximo de 3000. Outro critério adotado por algumas entidades responsáveis pela gestão de SDA em áreas urbanas densas, é a extensão da rede da ZMC da ordem de 10 km.
- **Contagem de consumidores**, com o objetivo de organizar para cada ZMC um ficheiro, que contenha todos os consumidores que sejam abrangidos pelos seus limites, procurando automatizar o cálculo de caudal total faturado na zona, através da agregação dos valores registados para cobrança.
- **Definição de limites**, deverá tentar minimizar o custo de instalação e manutenção do esquema, tendo em conta a dimensão das ZMC's, procurando seguir a topologia natural e as fronteiras hidráulicas da rede, evitando cruzar condutas tanto mais quanto mais importantes elas forem. As condutas principais devem ser deixadas de fora das ZMC's, não só para evitar a instalação dispendiosa de medidores de maiores dimensões, mas

também para refinar o processo de medição de caudais, como ilustra a Figura 2.9.

Por sua vez, a simulação hidráulica é de extrema utilidade no processo de planeamento e conceção das ZMC's, pois o modelo possibilita aferir, a viabilidade da instalação das mesmas, na medida em que através da simulação prévia no modelo, saber-se-á quais as alterações provocadas às zonas circundantes.

Instalação de Zonas de Medição e Controlo

Após a conceção das ZMC's é necessário proceder à sua instalação, dividindo-se o processo nas seguintes fases (ALEGRE, et al., 2005, pág.138-148):

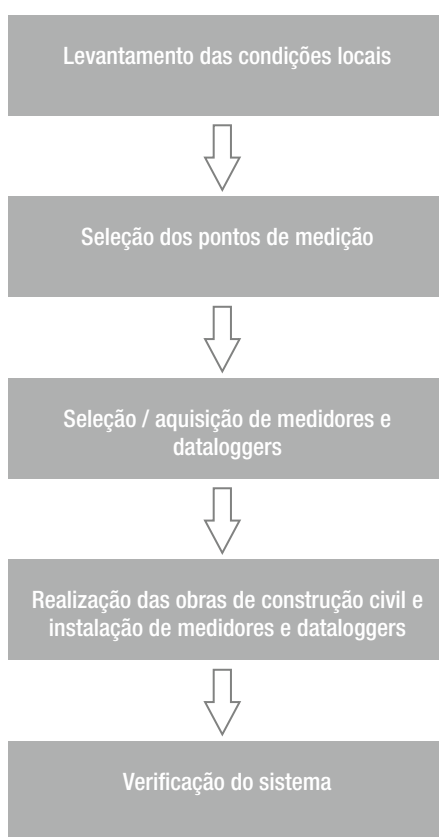


Figura 2.11 - Fases de instalação de um sistema de medição zonada. Adaptado de ALEGRE, et al., (2005)

Na primeira fase de instalação de um sistema de medição zonada é feito um levantamento exaustivo do local escolhido para instalar cada um dos medidores. É na fase de levantamento que as eventuais incorreções contidas no cadastro são detetadas e que alguma informação adicional é obtida. É também importante proceder ao levantamento de outras infraestruturas enterradas, no sentido de se evitarem locais em que posteriormente se venha a verificar existir algum tipo de congestionamento impeditivo.

Finalmente, é ainda nesta fase que deve ser apreciada a possibilidade de instalação de um by-pass ao medidor, que permita futuro trabalho de manutenção, reparação ou substituição sem causar transtorno ao abastecimento (ALEGRE, et al., 2005, pág. 140).

Na seqüência do levantamento das condições locais, e da eventual seleção dos locais de medição, surge a necessidade de localizar exatamente a posição dos medidores, o que requer a realização de escavações que permitam averiguar a viabilidade do local escolhido, no sentido de se confirmar ou não, a existência de infraestruturas não levantadas na fase anterior.

A seleção do tipo de medidor que melhor se adegue aos caudais esperados, é feita principalmente com base nos resultados da simulação hidráulica. No entanto, importa ter em conta alguns aspetos relevantes, tais como, a capacidade reversível do medidor e a sua sensibilidade para a leitura de caudais mínimos, pois poderá ser necessário usar o medidor, para apoio às técnicas de refinamento da localização de fugas.

Complementarmente à aquisição de caudalímetros, é necessário proceder à seleção e aquisição de arquivo de dados locais (dataloggers), ou à distância.

Na penúltima fase do processo de instalação de um sistema de medição zonada, são realizadas obras de construção civil adequadas à dimensão da câmara que irá albergar o medidor. As dimensões da câmara devem ser suficientes para possibilitar, quer o acesso adequado à tubagem, principalmente para manobras de instalação e remoção do medidor e acessórios, quer para manuseamento adequado das ferramentas necessárias. As dimensões mínimas, segundo ALEGRE, et al., (2005, pág. 142), são 1,0 x 0,6 m².

Por fim, para completar a instalação do sistema é necessário proceder à verificação do mesmo, garantindo que, a fronteira da ZMC é estanque e que todos os medidores estão a funcionar corretamente. A tarefa de verificação consiste em efetuar-se um teste noturno com dataloggers ligados a todos os medidores simultaneamente. Durante a hora de menor consumo deve experimentar-se fechar momentaneamente o abastecimento à ZMC e observar o comportamento dos caudais e pressões. A inspeção dos resultados deverá revelar se alguma válvula está a deixar passar água (ALEGRE, et al., 2005, pág. 148).

2.2.4.2 Gestão de pressões

A pressão num sistema de distribuição de água é reconhecidamente um fator determinante para o volume total de perdas, para os consumos e para a frequência de roturas, de tal forma, que a gestão de pressões é uma das medidas propostas pelo PNUEA. No entanto a gestão ativa de pressões não é normalmente uma prioridade na gestão técnica dos sistemas, apesar de, quando implementada de forma adequada, ser uma medida básica para a redução de perdas e segundo, *ALEGRE, et al., (2005, pág. 174)* com uma boa relação de custo-benefício.

Tradicionalmente as redes de distribuição de água, são dimensionadas de forma a garantir uma pressão mínima, de acordo com o Decreto Regulamentar nº23/95 de 23 de Agosto, para a situação mais desfavorável de consumos e nos pontos mais críticos do sistema, baseando-se em cenários de ponta no consumo, resultando naturalmente em pressões superiores às necessárias, durante longos períodos do dia, nomeadamente à noite, quando o consumo é reduzido.

Apresentam-se de seguida alguns aspetos a ter em conta na gestão ativa de perdas.

Influência da pressão nas perdas reais

Como referido anteriormente, o volume de água perdida num SDA está relacionado de forma direta com a pressão no interior da rede, sendo esta aplicada pela bombagem nas estações elevatória ou alcançada por gravidade.

No concelho de Portimão, como na maioria das regiões do país, o abastecimento de água faz-se essencialmente de forma gravítica, aproveitando a topografia local e economizando na energia que seria necessário despende, para abastecer toda a localidade, caso o fornecimento de água se fizesse exclusivamente com recurso a bombagem. No entanto, o problema das redes de distribuição gravíticas, são as pressões elevadas em determinados pontos das mesmas, que implicam perdas de água, também elas elevadas, como é possível perceber na equação da lei de vazão, que se apresenta em seguida.

$$Q = C_v \cdot S \cdot P^N \quad (2.1)$$

Sendo,

Q - Caudal escoado pelo orifício (m³/s)

C_v - Coeficiente de vazão (-) (0,59-0,65)

S - Secção do orifício (m²)

P - Pressão do fluido naquele ponto (m.c.a)

N - Expoente (-)

De acordo com *ALEGRE, et al., (2005, pág.177)*, o expoente (N) depende de vários fatores, tais como, o material, tipo de fugas ocorrentes e o tipo de fuga predominante e apresenta valores que oscilam entre os 0,5 e 2,5, como ilustra o quadro seguinte.

Quadro 2.1 - Valores recomendados para o expoente N © *ALEGRE, et al., (2005)*

Valor típico de N	Campo de aplicação
0.5	Fugas significativas, detetáveis, em condutas de materiais metálicos (fugas em orifícios de área fixa)
1	Em caso de desconhecimento do material ou do nível de perdas reais
1.5	Pequenas fugas, indetetáveis, por exemplo em juntas de ligação, são muito sensíveis à variação da pressão, independentemente do material
≥1.5	Fugas significativas, detetáveis, em condutas de materiais plásticos (fugas em orifícios de área variável)

Recorrendo à lei de vazão é possível quantificar, consoante o tipo de material e de rotura, o volume de água perdido, procedendo posteriormente à análise custo-benefício da reparação da mesma, tendo em conta, que o simples fato de reduzir as pressões diminui de forma significativa o caudal de perdas, como expressa a equação que se segue (*ALEGRE, et al., 2005*):

$$Q_{\text{final}} = Q_{\text{inicial}} \cdot (P_{\text{final}} / P_{\text{inicial}})^N \quad (2.2)$$

Sendo,

Q_{final} - caudal de perdas após redução de pressão (m³/s)

Q_{inicial} - caudal de perdas antes da redução de pressão (m³/s)

P_{final} - pressão final após a redução (m.c.a)

P_{inicial} - pressão inicial anterior à redução (m.c.a)

N - expoente (-)

Segundo *FARLEY, (2001)*, os principais objetivos para uma gestão ativa de pressões, são a redução de perdas através da diminuição da ocorrência de novas fugas e roturas, e a redução da frequência com que as mesmas ocorrem. Paralelamente existem também outros objetivos a atingir, tais como, reduzir a pressão aos clientes, reduzir as variações de pressão aos clientes, reduzir a pressão dependente dos

consumos e ainda proteger as zonas da rede onde a pressão é alta, de possíveis roturas.

Benefícios de uma correta gestão de pressões

Os principais benefícios alcançados com uma correta gestão de pressões são, segundo *ALEGRE, et al., (2005, pág.179)*, os seguintes:

- **Redução do caudal de perdas**, tendo em conta que diferentes tipos de fugas apresentam diferentes respostas à pressão. No entanto a redução da mesma, é decisiva para a diminuição das pequenas fugas indetetáveis, já que estas não são passíveis de reparação de forma significativa;
- **Redução do consumo em dispositivos sujeitos à pressão do sistema público**, de forma a que as pressões não sejam excessivas, limitando-se aos valores que permitam uma utilização confortável e eficiente da água, garantindo em toda a rede, pressões acima dos mínimos regulamentares mas evitando valores excessivos, que contribuem para um maior consumo. É necessário por isso que, a rede de distribuição seja bem concebida, mas também alvo de manutenções correntes;
- **Melhoria da estabilidade da pressão na rede**, tendo em conta as variações significativas de pressão na rede, visto que em zonas com grande variação de pressões, existe o risco de desgaste das infraestruturas, além de se poder estar perante níveis de pressões não regulamentares. As pressões reduzidas, podem resultar em caudais insuficientes e as pressões elevadas conduzem ao desgaste da rede, com todas as consequências que lhe são conhecidas;
- **Proteção do estado estrutural da rede e redução do número de novas roturas**, pois o resultado mais evidente da redução de pressões, em termos económicos, é a redução da ocorrência e frequência de novas roturas;
- **Garantia de caudais de incêndio**, sendo bastante importantes principalmente em locais em que o combate aos incêndios seja dificilmente efetuado com autotanques.

Problemas da gestão de pressões

A gestão de pressões pode no entanto causar alguns problemas, nomeadamente se os sistemas não forem dimensionados, instalados, operados e mantidos. Estes incluem (ALEGRE, et al., 2005, pág. 182):

- **Perda de faturação**, pois ao se reduzir a pressão, reduz-se não só os caudais de perdas, mas também o consumo, sendo no entanto segundo ALEGRE, et al., (2005, pag 182), o seu balanço positivo;
- **Enchimento deficiente dos reservatórios em período noturno**, visto que a redução de pressões pode condicionar o abastecimento dos reservatórios, fator que deve ser tido em conta aquando do zonamento;
- **Funcionamento deficiente das válvulas redutoras de pressão**, que se não forem corretamente selecionadas, instaladas e mantidas, podem não funcionar corretamente, podendo em certos casos resultar em roturas, ou abastecimento deficiente aos consumidores;
- **Edifícios altos, instalações industriais e instalações especiais**, pois a garantia de caudais e pressões suficientes em edifícios de maior altura, ou instalações industriais, pode ser uma condicionante à aplicação da redução de pressão, sendo que as diferentes situações devem ser identificadas e analisadas.

Alternativas para o controlo de pressões

A gestão de pressões pode resultar no aumento ou diminuição das pressões em diferentes setores 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, pag 183).

Desta forma, segundo o mesmo autor, existem distintas maneiras de proceder ao controlo das pressões, das quais se destacam as seguintes:

- **Setorização**, frequentemente com recurso a operação de válvulas, de forma a criar "andares" de pressão, considerando não só a garantia da pressão mínima, como também a pressão máxima e a manutenção de um nível estável de pressões. A criação de zonas de gestão da

pressão, ZGP's, deve estar associada ao estabelecimento das ZMC's e deve ser tido em conta a definição de zonas homogéneas, em termos das características hidráulicas, estado de conservação da rede e tipologia dos padrões de consumo e ainda a definição de zonas vulneráveis, a partir da análise dos registos de roturas.

- **Válvulas redutoras de pressão**, acessórios que permitem obter uma pressão predefinida a jusante da sua instalação. Existem diferentes tipos de VRP, com atuação mecânica, elétrica ou hidráulica. Detalhes das utilizações distintas de VRP podem ser encontrados em *ALEGRE, et al., (2005)*.

- **Bombas sobrepessoras**, colocadas em zonas da rede de distribuição, onde se verifiquem pressões reduzidas, principalmente nos picos de consumo, aumentando localmente a pressão sem a aumentar noutros setores da rede.

- **Reservatórios e instalações elevatórias**, qualquer reservatório ou instalação elevatória apresenta, algum potencial para controlo de pressão a um custo relativamente baixo.

Os níveis operacionais dos reservatórios devem ser estabelecidos de modo a minimizar as pressões elevadas e evitar a ocorrência de extravasamentos, que podem estar na origem de perdas significativas, sendo que a escolha dos períodos de bombeamento, deve ser feita de modo a evitar causar um aumento significativo das pressões na rede.

Em suma, independentemente do programa escolhido para uma correta gestão de pressões, este deve acautelar os requisitos de funcionamento do sistema e avaliar os efeitos de novos esquemas de gestão de pressão incluindo, segundo *ALEGRE, et al., (2005, pág. 190)*:

- Garantia das pressões mínimas e máxima em qualquer ponto do sistema e influência da topografia;
- Estabilidade da pressão na rede de distribuição;
- Garantia dos caudais de incêndio;

-
- Garantia dos caudais e pressões em edifícios altos e instalações industriais;
 - Relação entre pressão e caudais em fugas existentes e efeitos na redução do caudal de perdas e na taxa de ocorrência de novas fugas ou roturas;
 - Efeito na redução do consumo em dispositivos sujeitos à pressão do sistema público;
 - Previsão dos efeitos da gestão de pressões sobre perda de faturação;
 - Garantia do enchimento eficiente dos reservatórios em período noturno;
 - Garantia de condições e estabelecimento dos procedimentos para evitar o funcionamento deficiente das válvulas reductoras de pressão.

2.2.4.3 Localização de fugas

Em redes de distribuição, não é possível detetar uma fuga fazendo apenas o balanço entre o caudal saído do reservatório e o que é realmente consumido pelos clientes da rede. Para tal, numa primeira fase é feita uma localização aproximada, com recurso ao estreitamento da malha de medição, através do fecho progressivo, utilizando o medidor da ZMC ou através do subzonamento interno. Numa fase posterior, com base nas propriedades acústicas do escoamento, é feita a localização exata da fuga.

- **Subzonamento**, sendo essencialmente um refinamento espacial das técnicas de medição zonada, anteriormente apresentadas. Quando o volume de água perdida ultrapassa o aceitável por parte da EG, justifica-se o isolamento e medição de subzonas, sendo necessário para tal a existência quer de válvulas internas que permitam a subdivisão das ZMC's, quer de uma disposição adequada dos medidores, que proporcione a possibilidade de tal subdivisão. Neste método recorre-se também ao cálculo dos caudais noturnos, explicado anteriormente. Caso o fecho das válvulas internas implique caudais desajustados às necessidades dos consumidores, existe a alternativa de instalar medidores permanentes ao longo da fronteiras das

subzonas que não necessitam de ser isoladas, sendo esse medidores lidos quando for necessário recorrer a campanhas de subzonamento.

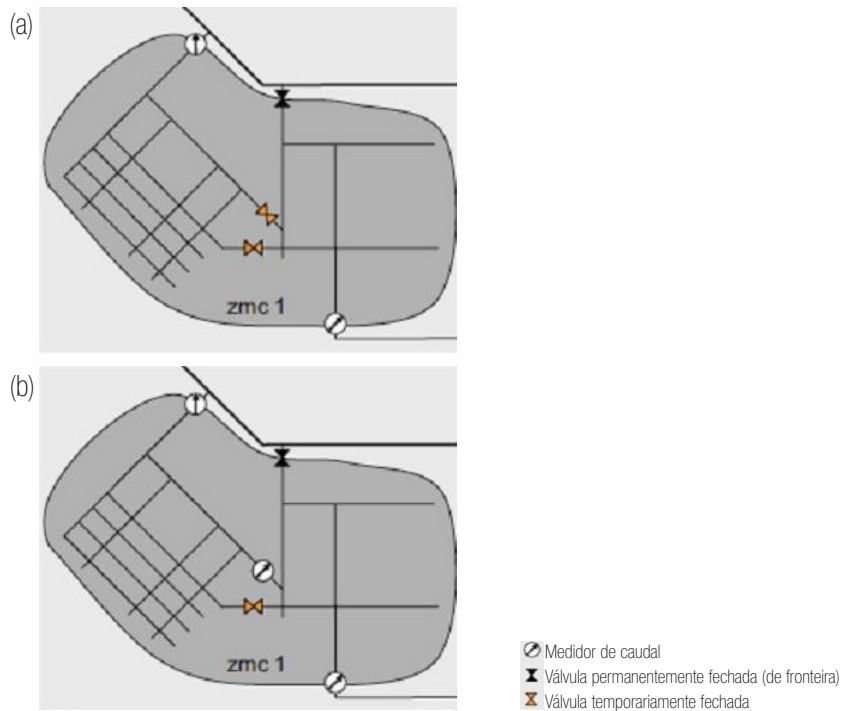


Figura 2.12 - Localização aproximada por subzonamento: (a) por fecho de válvulas e (b) utilizando medidores © ALEGRE, et al., (2005)

- **Fecho progressivo**, consiste em fechar progressivamente as válvulas contidas no interior da zona de medição e controlo, com início nas zonas hidráulicas periféricas e percorrendo o sentido do medidor, o que permite isolar e medir áreas progressivamente mais pequenas, que se centram no ponto de medição da ZMC. Esta técnica, tal como a anterior, é efetuada em períodos noturnos e de forma temporária. Através do registo do caudal noturno em cada secção, ao observar-se uma redução significativa de uma secção para a seguinte, proceder-se-á ao estreitamento espacial da busca.

Por fim, depois de localizar de forma aproximada a fuga de água, é necessário determinar a sua localização exata, que pode ir de uma localização precisa, da ordem do(s) metro(s) a um troço inteiro de tubagem entre dois acessórios (ALEGRE, et al., 2005, pág.199). Existem diversas maneiras para detetar a localização exata de uma fuga de água, sendo que a generalidade dos métodos se baseia no ruído provocado pela fuga numa conduta sob pressão. O ruído produzido é difundido ao longo da tubagem a uma velocidade dependente, quer das características da água, quer do material da tubagem, sendo que a distribuição de frequências produzidas por uma fuga, depende

da dimensão do orifício, da pressão, do tipo de material da tubagem, e ainda do tipo e grau de saturação do solo. *ALEGRE, et al., (2005, pág.200)* destaca dois métodos disponíveis para proceder à localização exata de uma fuga de água, a sondagem acústica e a correlação acústica.



(a)



(b)

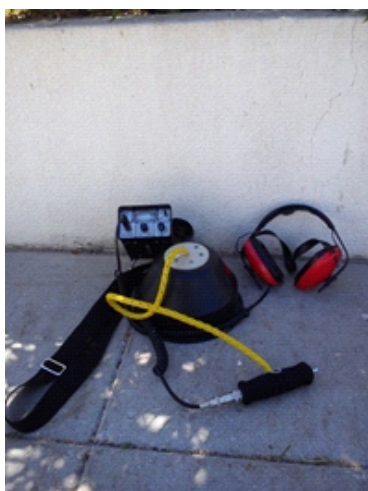


Figura 2.13 - (a) Aparelho de sondagem direta, Água M50; (b) Utilização do Água M50 em boca de incêndio © Cristiano Gregório (2014)

Figura 2.14 - Geofone, utilizando na sondagem de superfícies © Cristiano Gregório (2014)

- **Sondagem acústica**, consiste em sondar diretamente, com recurso a aparelhos de escuta, os pontos mais acessíveis da tubagem, isto é, válvulas, torneiras e marcos de incêndio, Figura 2.13. O ponto sondado que emitir maior intensidade deverá ser, embora nem sempre se verifique, aquele que se encontra mais perto da fuga. A vertente da sondagem direta, é a sondagem de superfície ou indireta, em que se escuta os pontos na superfície diretamente acima da tubagem, onde a rigidez, compacidade e homogeneidade do solo e da superfície, o permitam. Apresenta como principais vantagens, o baixo custo do equipamento, a velocidade com que é efetuada a verificação dos pontos de escuta (em condições de pouco ruído de fundo, normalmente de noite) e ainda a possibilidade de detetar fugas além da ligação particular. Como desvantagens, destaca-se a dificuldade por vezes em diferenciar o ponto de maior intensidade acústica, uma vez que a localização deste nem sempre coincide com o acessório mais próximo da fuga. Destaca-se ainda a ineficiência ou impossibilidade de utilização quando o ruído de fundo é elevado (espaços em que o ruído se mantenha durante a noite, isto é, perto de instalações industriais, estações de bombeamento, entre outros), a dependência do operador e da sua experiência e ainda a possibilidade do ruído emitido pelas fugas não ser audível o suficiente.

- **Correlação acústica**, utilizando um correlador acústico, aparelho que efetua a escuta em dois pontos distintos da tubagem e determina a posição relativa da fuga por correlação cruzada, isto é, pela diferença de tempo, verificada no registo das mesmas frequências captadas por dois microfones. É bastante útil em áreas urbanas, pois existe um grande número de pontos de escuta (acessórios da rede). A fuga pode ser localizada através de um correlador fixo ou móvel, sendo que este último, aliado a um computador móvel e às necessárias aplicações, permite processar dados registados e localizar a origem dos ruídos por triangulação. Ambos os aparelhos são utilizados normalmente em duas fases, primeiro com um levantamento da área em estudo, posteriormente, uma vez identificadas as tubagens contendo fugas, com uma deteção mais precisa.

- **Outros métodos**, tais como, a observação simples de indicadores de humidade anormal no solo, formação de musgo, criação de vegetação e até o aparecimento físico de água, são características que permitem ao inspetor estreitar a área de busca. Outro método consiste no recurso a uma câmara de vídeo controlada remotamente, sendo a câmara introduzida numa pequena abertura, efetuada normalmente numa junta, percorrendo posteriormente a tubagem até localizar a fuga. Esta técnica é bastante sofisticada e exige equipamentos dispendiosos e técnicos qualificados para o efeito. A escavação da conduta, seja a comprimentos fixos ou por redução sucessiva do comprimento da mesma, isto é, dividindo cada troço em dois, possibilita realizar ensaios à estanquidade de cada metade, prosseguindo para a metade que contém a fuga, identificando de forma direta a posição da mesma. Salienta-se no entanto que esta é uma situação extrema, pouco rentável, mas que por vezes não pode ser evitada (ALEGRE, *et al.*, 2005, *pág.202*).

2.2.4.4 Reparação do sistema

Como referido anteriormente as redes de distribuição de água degradam-se, envelhecendo com o decorrer do tempo. Consequentemente, a ocorrência e a frequência de fugas e roturas provocadas pela danificação dos materiais aumenta, verificando-se portanto um aumento das perdas reais de água, sendo necessário proceder à reparação das infraestruturas afetadas.

Segundo ALEGRE, *et al.*, (2005, *pág.203*), as intervenções de reparação decorrentes da localização de fugas são pontuais e fazem uso das mesmas técnicas adotadas na reparação de avarias reportadas. Por sua vez, quando os níveis de perdas reais são muito elevados numa determinada zona ou a taxa de roturas indicia um mau estado geral de conservação, pode ser preferível proceder a intervenções mais abrangentes, de reabilitação.

A reabilitação, segundo o mesmo autor, é definida como qualquer intervenção física que prolongue a vida útil de um sistema existente e/ou melhore o seu desempenho hidráulico, estrutural ou de qualidade da água, envolvendo a alteração da sua condição ou especificação técnica, sendo que este conceito se aplica à totalidade do sistema, a um setor ou subsetor, não a um componente individualizado. A reabilitação, consoante o objetivo pretendido, pode ser dividida em estrutural, hidráulica e de qualidade da água, como ilustra o Quadro 2.2.

Reabilitação	Reabilitação estrutural	Renovação (repõe como anteriormente)
		Substituição (substitui por igual ou diferente)
	Reabilitação hidráulica	Renovação (ocasionalmente e repõe como anteriormente)
		Substituição (substitui por igual ou diferente)
		Reforço (aumenta a capacidade hidráulica)
	Reabilitação de qualidade da água	Renovação (repõe como anteriormente)
Substituição (substitui por igual ou diferente)		

A renovação, técnica de reabilitação estrutural, hidráulica e de qualidade da água, consiste numa intervenção sobre um determinado componente do sistema, com o seu aproveitamento funcional e sem aumento da capacidade de utilização original. Usualmente, para intervenções em equipamentos, é utilizado o termo restauro.



Figura 2.15 - Rotura e substituição de troço de conduta DN 315 © EMA/RF (2012)



A substituição, tal como a anterior técnica, é também uma intervenção estrutural, hidráulica e de reabilitação de qualidade da água. Incide sobre um componente do sistema, com a sua desativação funcional e construção ou instalação de um novo componente, sendo que este, pode ter funções e capacidades distintas ou semelhantes das do componente original, como ilustra a Figura 2.15.

O reforço é um método de reabilitação hidráulica, sendo o seu objetivo reforçar a capacidade do componente existente ou ser uma alternativa a este, através da construção de um componente adicional.

Aplicadas as anteriores medidas de controlo de perdas reais de água, se a percentagem da mesma se mantiver fora do nível pretendido, é essencial proceder à reabilitação e substituição das infraestruturas.

Para que a renovação do sistema, seja feita de forma eficiente e causando o mínimo de transtorno aos consumidores, é importante a existência de um cadastro atualizado da rede de abastecimento de água e de todas as suas características, tais como, material, diâmetro e idade das condutas, assim como, possuir um arquivo com a caracterização das fugas e roturas existentes.

2.3 PERDAS APARENTES

As perdas aparentes, ou seja, as perdas não físicas de água, contabilizam, além das perdas associadas aos erros de medição, as perdas associadas a consumos de água não autorizados e não faturados. Ao contrário das perdas reais, independentemente do tempo de deteção e localização da fuga, neste tipo de perdas a água desperdiçada não é visível, o que leva a que muitas entidades gestoras as ignorem (FARLEY, *et al.*, 2008, *pág.33*).

O volume de água perdida nestas condições pode muitas vezes superiorizar-se às perdas reais, apresentando conseqüentemente um valor económico superior, não só porque com a redução das perdas aparentes a EG aumenta a receita, mas porque com a redução das perdas reais, apenas diminui o custo de produção da água (FARLEY, *et al.*, 2008, *pág.33*).

1.1.1 Fatores que influenciam as perdas aparentes

2.3.1.1 Consumo não autorizado

O consumo de água não autorizado, pode ser descrito de forma genérica, como um comportamento ilegal de um cliente, ao ligar-se clandestinamente à rede de distribuição. Este comportamento contempla, não só o estabelecimento e uso de ligações ilícitas, mas também a utilização fraudulenta de marcos de água e bocas de incêndio.

A manipulação do contador por parte do cliente, impedindo o registo do consumo realmente efetuado, aumenta também o consumo não autorizado, como ilustra a figura que se segue.

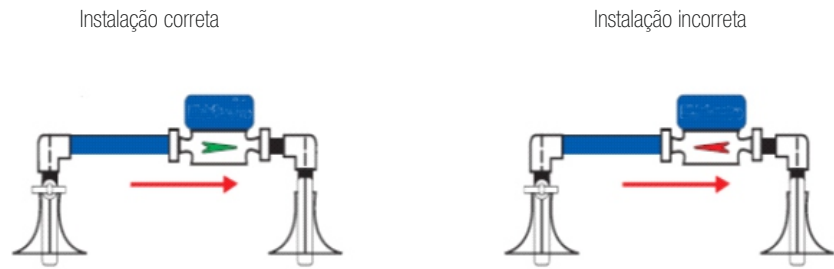
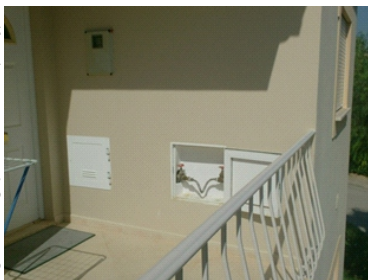


Figura 2.16 - (a) Instalação correta (b) Caudalímetro invertido © BOVO, et al., (2008)

O caudalímetro invertido, como se verifica na Figura 2.16 (b), tem como função inverter o rolete numérico do mesmo, com o intuito de reduzir o consumo realmente efetuado pelo cliente.

Dentro da adulteração de caudalímetros pode destacar-se, além da inversão do sentido do escoamento do caudalímetro, a quebra do lacre e manipulação da relojoaria do contador ou ainda o furo da cúpula e a introdução de uma agulha que paralise o movimento da relojoaria (OLIVEIRA, 2013, pág.31), Figura 2.17.

As ligações diretas, também designadas por ligações clandestinas, caracterizam-se pelo fato de a água não chegar a passar pelo contador, sendo consumida diretamente da rede de distribuição. Este tipo de ligação é muito comum em habitações sociais e em zonas mais degradadas da cidade. Estas ligações caracterizam-se pela instalação, por parte do consumidor, de um novo ramal até ao interior do edifício (OLIVEIRA, 2013, pág.31).

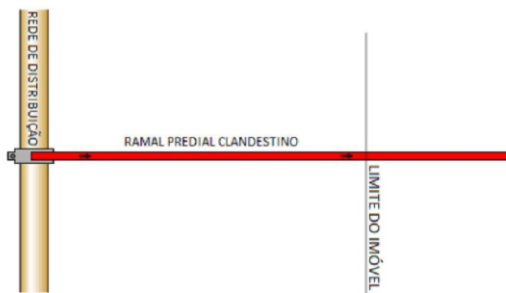


Figura 2.18 - Ligação direta à rede de distribuição © OLIVEIRA, (2013)

Um outro exemplo de ligação ilícita é o estabelecimento de uma ligação tipo “bypass” ao contador de água. Esta ligação consiste na criação de um ramal que nasce no ramal público ou predial e que não passa pelo contador. Tais ligações são efetuadas geralmente no início do abastecimento, o que cria junto das EG um histórico de consumo que não corresponde à realidade (OLIVEIRA, 2013, pág.30). A Figura 2.19 esquematiza uma ligação tipo “bypass”.

Por fim, relativamente ao uso fraudulento de bocas de incêndio, é de referir que existem localidades onde é frequente o procedimento de enchimento de tanques de veículos para rega ou lavagem de ruas nos marcos de incêndio que, à partida, deveriam ser operados exclusivamente pelos serviços de bombeiros (ALEGRE, *et al.*, 2005, *pág. 12*). Por sua vez, em certas obras públicas de pequena dimensão são usadas águas retiradas das bocas de incêndio, sem qualquer medição. (MALHEIRO, 2011, *pág. 32*).

2.3.1.2 Erros de medição

Segundo ALEGRE, *et al.*, (2005, *pág. 12*), as perdas aparentes relativas a erros de medição contemplam:

- Erros de medição dos contadores em condições normais de medição;
- Erros de medição por deficiente dimensionamento ou instalação;
- Erros de leitura ou registo;
- Erros de medição por avaria ("natural" ou por violação do equipamento);
- Leituras em falta por dificuldades de acesso aos contadores (dentro das habitações).

Os contadores, com o decorrer do tempo, tendem a perder precisão na leitura do volume de água que por eles passa, levando à redução da quantidade total de água vendida e, conseqüentemente à redução da receita.

A degradação dos contadores deve-se ao desgaste pela ação do uso mas também das características da água que por lá passa. Quando a água é de má qualidade, ou seja, não teve um tratamento adequado, pode surgir retenção dos sedimentos, transportados na água, nas condutas. Sedimentos esses, que também se podem acumular nas partes internas do contador, especialmente nos contadores mecânicos. O armazenamento dos sedimentos afeta a precisão do contador aumentando as perdas por atrito, o que provoca uma maior lentidão na contagem da água por parte do contador, maximizando a submedição. A deposição de calcário também é outro fator que leva à dificuldade de rolamento das peças móveis do contador, podendo mesmo originar o seu

bloqueio (FARLEY, et al., 2008, pág.35).

Analisando os erros de medição, é fundamental que a entidade gestora se concentre inicialmente em grandes consumidores, industriais ou comerciais, pois estes consomem maiores volumes de água e normalmente a uma tarifa superior.

A incorreta instalação dos contadores também influencia os erros de medição, sendo que, devem ser instalados de acordo com as especificações técnicas do seu fabricante. Por exemplo, alguns contadores necessitam da instalação, a montante e a jusante, de um tubo em linha reta em relação ao contador. Devido a este facto os contadores apenas devem ser instalados quando toda a rede estiver construída e pronta a ser utilizada (FARLEY, et al., 2008, pág.35). Importa também referir que os contadores devem ser instalados em locais de fácil acesso ao leitores, de forma a que sejam evitados erros de leitura.

2.3.2 Intervenções para o controlo de perdas aparentes

À semelhança das intervenções para o controlo de perdas reais, as perdas aparentes podem também ser substancialmente reduzidas, através da utilização de equipamentos mais precisos, pela inspeção e controle regular das ligações ilícitas à rede, qualificação dos leitores de contadores e também através de sanções mais duras para os infratores (SIQUEIRA, 2014, pág.28).

2.3.2.1 Redução do consumo não autorizado

Com o intuito de diminuir a adulteração dos contadores, a forma eficaz será sempre a instalação de contadores por telemetria, uma vez que são mais difíceis de serem violados. Este tipo de contadores permite a emissão de alertas de ocorrência de diversas anomalias, tais como, tentativas de desmontagem, paragem, remoção ou mesmo a inversão do sentido do escoamento (OLIVEIRA, 2013, pág.32).

Importa também tentar implementar uma política de rotatividade de leitores de contadores, com o intuito que estes não façam sempre as mesmas rotas, caso contrário, com o decorrer do tempo podem vir a adquirir alguma confiança com os clientes, sendo porventura coniventes com algum tipo de irregularidades por parte dos consumidores (FARLEY, et al., 2008, pág.40).

No caso das ligações ilícitas, o combate ao consumo não autorizado passa por inspeções periódicas a imóveis sob suspeita de fraude, mediante critérios definidos pela entidade gestora. O diagnóstico local de ligações do tipo “bypass”, pode ser efetuado com recurso a uma técnica que consiste em retirar o contador e medir a pressão de retorno da água. Se esta for semelhante à pressão da rede antes do contador, então confirma-se a existência de uma ligação do tipo “bypass” (OLIVEIRA, 2013, pág.32)

Relativamente ao uso fraudulento de bocas de incêndio, cabe à entidade gestora garantir que as mesmas sejam exclusivamente operadas pelos serviços de bombeiros, devendo ser assegurada também a proteção e adequada manutenção de bocas de rega e de incêndio. Segundo PIMPÃO, (2012, pág. 48), de modo a evitar a utilização indevida de marcos e bocas de incêndio, a entidade gestora deverá limitar o uso das mesmas, através da utilização de válvulas de seccionamento e de tampas anti-roubo.

Através de campanhas de sensibilização, levadas a cabo pela entidade gestora, os consumidores devem ser encorajados a denunciar usos ilícitos de água, desde adulteração de contadores, ligações clandestinas e uso indevido de hidrantes. Por outro lado, deve ser desenvolvido um regulamento, em conjunto com as autoridades competentes, que puna os infratores, com o intuito de dissuadir o consumo não autorizado de água.

2.3.2.2 Redução dos erros de medição

PIMPÃO, (2012, pág. 48), destaca a gestão dos contadores instalados como uma das intervenções necessárias ao controlo das perdas aparentes. Os contadores instalados devem ser adequados, quer ao consumo, quer ao tipo de consumidor. Por exemplo, devem ser instalados contadores conjugados nos grandes consumidores (50 m³/mês). Deve também ser implantado um plano de substituição permanente, com base nos contadores parados, danificados e/ou partidos e com tempo de instalação superior ao estipulado no Decreto-Lei 71/2011 de junho e na Portaria 962/90 de 9 de outubro.

ALEGRE, et al., (2005, pág. 12), destaca duas causas habituais de subcontagem significativa. A existência de reservatórios domiciliários que amortecem o diagrama de consumo e fazem com que o caudal que passa no contador seja muito baixo, com erros de medição muito elevados. A existência de fugas ou extravasamentos dentro das habitações, que correspondem a consumos expressivos mas constantes no tempo, com caudais instantâneos baixos, suscetíveis de subcontagem. Nestes casos, cabe à entidade gestora proceder a ações de sensibilização dos cidadãos e implementar outras

medidas de incentivo à mobilização dos clientes, como agentes ativos do processo.

O recurso a contadores por telemetria pode também, além de dificultar a adulteração do contador, facilitar as leituras do mesmo. Pois o difícil acesso ao contador é dificilmente controlado pela entidade gestora, que poderá estimular a realização de auto-leituras, combinar horários de leitura com os clientes e requerer alterações quando da realização de obras na habitação que incluam os sistemas prediais de água (ALEGRE, *et al.*, 2005, *pág. 13*).

2.4 BENEFÍCIOS DA REDUÇÃO DAS PERDAS DE ÁGUA

São vários os benefícios alcançados com a redução de perdas de água. *ALEGRE, et al., (2005, pág. 13)*, considera que a redução de perdas de água apresenta benefícios de dimensão ambiental, económica, técnica, social e de saúde pública.

2.4.1 Dimensão ambiental

Ao reduzir as perdas de água, a entidade gestora, por sua vez aumenta a sua eficiência, na medida em que diminui os caudais captados, reduz a poluição, contribuindo de forma ativa para a manutenção das disponibilidades e reservas estratégicas de recursos. Embora à escala nacional e anual, Portugal não tenha graves problemas de escassez de água em situações hídricas normais, podem no entanto ocorrer situações críticas de seca, sazonais ou localizadas, pelo que a redução de caudais captados é importante, essencialmente em regiões onde existe escassez de água com qualidade adequada à produção de água para consumo humano (*ALEGRE, et al., 2005, pág. 16*) (*ALMEIDA, et al., 2006, pág. 3*).

A transposição da Diretiva Quadro da Água, que estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água, através da Lei da Água, resultou no aumento das restrições para a construção de novas captações, não sendo ambientalmente aceitável reforçar captações existentes, ou construir novas se a jusante, os níveis de perdas forem elevados. Assim, e independentemente das características físicas e topológicas dos sistemas, interessa à entidade gestora ter uma noção clara da parcela de água que entra no sistema e é perdida por fugas e extravasamentos (*ALEGRE, et al., 2005, pág. 16*).

2.4.2 Dimensão económica

Os benefícios associados à dimensão económica caracterizam-se pela redução de custos de energia, de reagentes ou da eventual aquisição de água a entidades produtoras. A redução das perdas de água, traduz-se em padrões mais elevados de eficiência por parte da entidade gestora, sendo do interesse nacional que tal aconteça, pois as poupanças potenciais de água representam um valor bastante relevante (*ALMEIDA, et al., 2006, pág. 3*).

2.4.3 Dimensão técnica

A dimensão técnica associada aos benefícios da redução de perdas, caracteriza-se pela melhoria do estado de conservação da rede de distribuição. Segundo *ALEGRE, et al. (2005, pág.15)*, as fugas e extravasamentos em redes de distribuição são inevitáveis. No entanto, se as mesmas forem bem construídas e alvo de manutenções periódicas, o seu valor é reduzido. Volumes de perdas reais elevados devem merecer das entidades gestoras toda a atenção, pois significam que a rede não está em boas condições, independentemente do valor económico da água perdida ser insuficiente para justificar a intervenção.

A avaliação das perdas reais constitui uma forma privilegiada de identificar as situações mais graves a carecer de intervenção. Ao nível técnico é possível intervir em duas vertentes principais (*ALEGRE, et al., 2005, pág. 15*):

- Em termos físicos, através de reparações pontuais ou de reabilitação dos sistemas ou de parte destes;
- Em termos de operação, minimizando a probabilidade de ocorrência de contaminações exteriores e gerindo as pressões, para que estas não sejam mais elevadas do que o necessário à prestação de um bom serviço aos consumidores.

2.4.4 Dimensão social

Os benefícios sociais alcançados com a redução de perdas de água, caracterizam-se pela qualidade de serviço prestado aos consumidores, a um custo acessível.

As perdas de água, segundo *ALEGRE, et al. (2005, pág. 17)*, serão provavelmente os fatores de ineficiência das entidades gestoras com os quais a sociedade é mais sensível e está mais alertada, sobretudo quando ocorrem aumentos tarifários. A transposição da Diretiva Quadro da Água, através da Lei nº 58/2005, de 29 de dezembro, alterada pelo Decreto-Lei nº 245/2009, de 22 de setembro e pelo Decreto-Lei nº 130/2012, de 22 de junho, estabelece que a tarifa aplicada ao utilizador, reflita os custos reais, ou seja, incorpore no valor final cobrado ao consumidor as perdas de água da entidade gestora, o que em muitos locais do país significará um aumento do preço da água. Por sua vez, o Decreto-Lei nº 306/2007, que estabelece o regime da qualidade

da água destinada ao consumo humano, veio introduzir novas exigências que também implicam o aumento de custos, passando estes, a estar refletidos nas tarifas.

Tendo em conta que a imagem externa das entidades gestoras assume cada vez mais um papel fundamental na relação com o utilizador, o controlo das perdas de água assume-se como uma questão fundamental para a imagem da própria entidade. Se devidamente informado e motivado, o utilizador pode ser um agente ativo no processo, pois, pode prestar um auxílio de grande valia na localização de fugas visíveis e na melhoria da monitorização dos consumos domésticos (ALEGRE, *et al.*, 2005, *pág. 18*).

2.4.5 Dimensão de saúde pública

Os benefícios para a saúde pública alcançados com a redução das perdas de água, prendem-se com o aumento da estanquidade do sistema, diminuindo assim os potenciais pontos de contaminação da água fornecida aos consumidores.

Se a probabilidade de contaminação é baixa quando as pressões internas em todo o sistema são superiores às externas, o mesmo não acontece sempre que há necessidade de esvaziar uma parte do sistema por qualquer razão, ou quando ocorrem situações que conduzam a pressões internas inferiores às externas (ALEGRE, *et al.*, 2010, *pág. 52*). Nestas circunstâncias a pressão interna baixa e a probabilidade de ocorrência de contaminações aumenta substancialmente. Mesmo que o valor económico da água perdida não compense o investimento necessário para a reduzir, a dimensão de saúde pública não pode deixar de ser considerada (ALEGRE, *et al.*, 2005, *pág. 17*).





3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O controlo de perdas de água em sistemas de distribuição representa uma das maiores preocupações das entidades gestoras, na medida em que as perdas de água constituem uma das principais fontes de ineficiência das mesmas.

Analisando o caso estudo da Empresa Municipal de Águas e Resíduos de Portimão – EMARP, é importante que a redução de perdas de água seja encarada de forma frontal, visto que a totalidade da água fornecida aos clientes, é adquirida exclusivamente à empresa Águas do Algarve, SA (AdA), exceção que se verifica aquando de alguma anomalia com a conduta adutora das AdA, sendo a distribuição de água ao concelho de Portimão, feita, neste caso com recurso a água captada pela própria entidade gestora. Ambas as situações representam custos elevados, pois se ao adquirir água a uma entidade externa está a comprar um recurso, ao captar terá gastos de energia, tratamento, entre outros. Desta forma, é importante que o fornecimento de água aos utilizadores seja feita de forma eficiente, para que os objetivos a que a EMARP se propuser sejam realmente alcançados.

Para que tal seja possível, é fundamental avaliar o estado de conservação atual de todas as infraestruturas do sistema de distribuição, tendo em conta o número de roturas e avarias ocorridas e ainda o investimento nas reabilitações e substituições realizadas pela EG. Só conhecendo os principais problemas do sistema de distribuição de água a Portimão, será possível combater de forma eficaz as perdas totais da mesma, melhorando assim a eficiência da EG, e aumentando consequentemente a sua sustentabilidade económica, social e ambiental.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO CONCELHO DE PORTIMÃO

O concelho de Portimão pertence à NUTS III- Algarve (Nomenclaturas de Unidades Territoriais para fins estatísticos), encontrando-se limitado a norte pelo município de Monchique, a oeste pelo município de Lagos, a leste pelos municípios de Silves e Lagoa e a sul pelo Oceano Atlântico. Contabilizando uma área total de 182,08 km², o concelho de Portimão divide-se em três freguesias, como ilustra a Figura 3.1, freguesia de Portimão, Alvor e Mexilhoeira Grande. A freguesia da Mexilhoeira Grande, com 88,41 km² representa a maior e mais rural freguesia do concelho, seguida da freguesia de Portimão com 75,69 km² e da freguesia de Alvor com 15,25 km².

No setor primário, a área da agricultura ocupa 52,1% do território, sendo típico desta área o cultivo de frutos secos, frutos frescos, principalmente citrinos, os prados temporários, as culturas forrageiras, os prados e pastagens permanentes. Relativamente à pecuária, aves, ovinos e suínos, destacam-se como as principais espécies criadas. O setor secundário não tem, atualmente, expressão no concelho. O setor terciário é sem dúvida, o motor da economia do concelho e está relacionado com o turismo, nomeadamente o turismo balnear, pelo que a rede de distribuição de água ao concelho de Portimão foi projetada para assegurar, dentro dos parâmetros regulamentares, as grandes variações de consumo de água.



Figura 3.1 - Enquadramento do concelho de Portimão © Cristiano Gregório (2014)

Segundo os censos 2011, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Estatística, o concelho de Portimão tem uma população residente de 55 614 habitantes, dos quais 45 431 residem na freguesia de Portimão, 6 154 residem na freguesia de Alvor, sendo que os restantes 4 029 habitantes residem na freguesia da Mexilhoeira Grande, como ilustra a Figura A.1 (Anexo A).

A densidade populacional, relação entre a população residente e a área da respetiva freguesia de residência, representa-se na Figura A.2.

Verifica-se uma grande diferença entre a densidade populacional das diferentes freguesias, nomeadamente a baixa densidade verificada na freguesia da Mexilhoeira Grande, em relação às duas outras freguesias, como ilustra a Figura A.2. Esta evidente diferença, particularmente a verificada entre as freguesias de Portimão e Mexilhoeira Grande, deve-se sobretudo ao deslocamento dos habitantes de zonas rurais para a zona mais urbana e litoral do concelho. Esta migração, verificada essencialmente durante a década de 70, altura em que se inicia o desenvolvimento da atividade turística, pode ser justificada pela procura de melhores condições de vida, desde empregos, a infraestruturas e serviços. De forma a dar resposta às necessidades de uma população cada vez maior, surgiram os primeiros projetos da rede de distribuição de água a Portimão, que foram alterados e ampliados ao longo dos anos, acompanhando o crescimento da população residente do concelho de Portimão. A Figura A.3, representa a variação da população residente no concelho de Portimão.

A Figura A.4, reflete a dinâmica do mercado habitacional local e o dinamismo do comércio, assim como os efeitos sazonais da época balnear. Verifica-se que desde março de 2012, o número de clientes se mantém abaixo do ano anterior. No entanto, nos meses de novembro e dezembro de 2013, verifica-se uma inversão dos resultados.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DO VOLUME DE ÁGUA COMPRADO À EMPRESA ÁGUAS DO ALGARVE

Neste sub-capítulo pretende-se caracterizar o volume de água comprado pela EMARP à entidade gestora Águas do Algarve, SA e relacioná-lo com a variação sazonal do número de habitantes do concelho de Portimão. Relação que assenta entre o volume adquirido anualmente, assim como o adquirido sazonalmente, com a população residente no concelho de Portimão. A EMARP passou a comprar a água que fornece ao seu sistema de distribuição, a partir fevereiro do ano 2000. O volume de água anual, comprado às AdA, encontra-se representado na Figura B.1, Anexo B.

Analisando a Figura B.1, verifica-se que o volume anual de água comprado pela EMARP registou o seu máximo no ano de 2004, onde foram comprados 7 622 538 m³ de água. Nota para o ano atípico de 2005, que tendo sido um ano de seca extrema, foram comprados apenas 5 677 438 m³ de água, pelo que o seu valor, assim como o do ano 2006 não vão ser tidos em conta na análise que se pretende realizar.

Com as Figuras B.2 e B.3, pretendeu-se caracterizar o efeito da sazonalidade no volume de água comprado às AdA. Verifica-se assim, que os meses de junho a setembro caracterizam-se por serem os meses onde maior volume de água foi comprado, com especial destaque para o mês de agosto do ano 2003, onde a EMARP comprou 1 073 000 m³ de água. Tendo em conta o efeito da sazonalidade, dividiu-se o ano civil em 3 períodos distintos; janeiro, fevereiro, novembro e dezembro; março, abril, maio e outubro e por fim, junho, julho, agosto e setembro, sendo este último o período que melhor reflete a sazonalidade verificada no concelho de Portimão. As Figuras B.4 e B.5, representam, respetivamente, o volume anual de água e a média anual de água, comprado às AdA, nos três períodos em análise.

3.4.1 Introdução

O abastecimento público de água ao concelho de Portimão remonta ao século XIX, nomeadamente ao ano de 1889, data em que foi constituída a Empresa de Abastecimento de Água Sárrea Prada & Comandita, com a finalidade de empreender as obras necessárias para o fornecimento de água a Portimão. A sua atividade foi iniciada, em regime de concessão, a 8 de Maio de 1902, com a venda de água ao público através de bicas e chafarizes. Em 1915 a concessão foi resgatada pela Câmara Municipal de Portimão, que em 1921 iniciou a execução de furos de captação de água. No ano seguinte é construída a Central da Figueira, com o objetivo de fazer chegar a água canalizada a Portimão, tendo em 1930 sido concluída a rede de canalizações ao domicílio. Posteriormente, em 1951 surge a criação dos Serviços Municipalizados de Portimão, que para assegurar o fornecimento de água em quantidade e qualidade, foi implementado rapidamente no concelho, infraestruturas necessárias às solicitações exigidas.

Em 1999, é criada uma comissão para o estudo de um novo modelo de organização, tendo como principal objetivo, a gestão e manutenção dos sistemas de abastecimento de água, saneamento e recolha de resíduos sólidos urbanos, bem como a higiene e limpeza do Município de Portimão.

A 1 de Janeiro de 2001, a EMARP,EM inicia a sua atividade, substituindo-se aos Serviços Municipalizados de Portimão, no serviço de distribuição de água para consumo público e recebendo da CMP, o serviço de saneamento.

A partir de 1 de janeiro de 2003 a EMARP passou a assumir alguns aspetos da gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos, cuja transferência total da CMP ocorreu a 1 de julho de 2003. Em 1 de janeiro de 2005, por protocolo celebrado com a CMP, a EMARP assumiu a responsabilidade de executar a limpeza das zonas balneares do concelho.

Em 1 de setembro de 2007, nos termos do contrato de concessão celebrado com o Município de Portimão e tendo por base o Decreto Lei nº 167/2000 de 5 de

Agosto, a EMARP transferiu a responsabilidade da recolha dos efluentes provenientes do sistema em baixa do município, seu tratamento e rejeição para drenagem final, para o Sistema Multimunicipal de Saneamento gerido pelas Águas do Algarve, SA.

Inicialmente constituída como Empresa Municipal (E.M.), de acordo com a Lei 53.F/2006, adotou a forma de Entidade Empresarial Local (E.E.M.) a partir de 1 de janeiro de 2009. Por força da lei 50/2012 de 30 de agosto, a EMARP viria a adotar a designação EMARP, EM, SA em fevereiro de 2013.

3.4.2 Missão

Atualmente a EMARP, EM, SA, adiante designada EMARP, tem como missão a gestão e exploração dos sistemas públicos de distribuição de água para consumo público, a recolha de efluentes, a recolha, tratamento e deposição de resíduos sólidos urbanos, e a limpeza urbana do Município de Portimão de forma eficaz, ao serviço dos munícipes de Portimão.

Na prossecução da sua missão e no âmbito do Sistema Integrado de Gestão da Qualidade, Segurança e Ambiente, e em conformidade com a NP EN ISO 9001:2008, NP EN ISO 14001:2004 e OSHAS 18001:2007/NP 4397:2008, a EMARP rege-se por diversos princípios orientadores, dos quais se destacam, a satisfação dos seus clientes, fornecedores, colaboradores e comunidade envolvente, a dotação dos recursos necessários à promoção da melhoria do desempenho dos seus processos, a prevenção da poluição através da deteção da natureza e da escala dos impactes ambientais, a promoção da melhoria contínua do desempenho do Sistema Integrado de Gestão – Qualidade, Segurança e Ambiente, concretizado na definição, aprovação e implementação de objetivos e metas, revisto anualmente.

3.4.3 Valores

A EMARP tem como valores fundamentais a excelência e o rigor no desempenho das suas atividades, a transparência, integridade e o estrito cumprimento do preceituado no seu Regulamento de Serviços, garantindo a eficácia das suas estruturas e a eficiência do seu sistema. Assegura também aos cidadãos e munícipes, a acessibilidade justa e equitativa dos serviços que presta, em condições financeiras equilibradas.

O meio ambiente é assumido como valor inestimável, sendo que são tidos em conta todos os esforços no sentido de minimizar os impactes negativos associados às suas atividades, através da aplicação das melhores práticas de prevenção da poluição e proteção do meio.

3.5 CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA AO CONCELHO DE PORTIMÃO

3.5.1 Descrição física do sistema

O sistema de distribuição de água ao concelho de Portimão, é constituído por infraestruturas de armazenamento e distribuição de água à rede de distribuição, que abastece todo o município. As infraestruturas que caracterizam o sistema de distribuição de água, construídas à medida que os aglomerados populacionais aumentaram e de acordo com as necessidades do concelho, englobam atualmente sete reservatórios elevados (RNV), quinze reservatórios apoiados e semi-enterrados (RNF), uma estação elevatória de água (EE) e aproximadamente 450 km de condutas adutoras e distribuidoras. Estes dados foram recolhidos junto do Sistema de Informação Geográfico da EMARP.



Figura 3.2 - Reservatórios elevados de Boavista e de Bemposta © Cristiano Gregório (2014)

Os projetos mais antigos de abastecimento de água ao concelho de Portimão remontam ao início da década de 60 do século passado, sendo a rede na altura, constituída essencialmente por condutas de fibrocimento. No início dos anos 80 construíram-se novas condutas adutoras e distribuidoras de água, em resultado da pavimentação dos arruamentos com tapete betuminoso, que acompanhou o crescimento das áreas urbanizáveis e conseqüente aumento populacional. Com a chegada da década de 90, grande parte das condutas distribuidoras foi substituída. Estas obras prolongaram-se durante os primeiros anos do século XXI, onde foram efetuados diversos trabalhos de remodelação e substituição de condutas, de forma a dar resposta ao maior consumo de água por parte de população, em constante crescimento.

O sistema de distribuição de água ao concelho de Portimão sofreu grandes alterações ao longo dos últimos 30 anos, de forma a responder aos problemas com que se deparou, nomeadamente ao aumento populacional verificado ao longo dos anos, assumindo simultaneamente uma política ativa na gestão das suas infraestruturas, com o objetivo de manter um nível de serviço aceitável.

No Anexo C, Figura C.1, apresenta-se um esquema do sistema de distribuição de água ao concelho de Portimão. Na Figura C.2, representa-se a distribuição espacial da rede de distribuição de água ao concelho de Portimão, onde se assinala a posição e altimetria dos reservatórios de água.

Atualmente, o sistema de distribuição é constituído por 448 km de condutas, dos quais 23 km correspondem a condutas sem distribuição e os restantes 425 km a condutas de distribuição, bem como 23 285 ramais de ligação. A EMARP é responsável pela distribuição de água a 46 688 clientes. No ano de 2013, foram fornecidos ao sistema de distribuição 6 372 177 m³ de água. Importa referir que, dos 448 km de condutas do sistema de distribuição, cerca de 324 km foram determinados com base em levantamentos geográficos, realizados pelo departamento responsável pelo Sistema de Informação Geográfico (SIG). Os restantes 124 km foram estimados com base em troços de via pública alcatroada, onde se sabe que existem condutas de abastecimento de água.

Na Figura C.3, apresenta-se a percentagem do comprimento da rede de distribuição de água a Portimão, com os diferentes diâmetros implantados.

Da análise da Figura C.3, verifica-se que a maioria da rede de distribuição é composta por diâmetros que variam entre os 80 e os 315 mm, perfazendo na sua totalidade 80,15 % do comprimento total da rede levantada, o que corresponde a 259,69 km. Os diâmetros superiores a 500 mm representam cerca de 7,50 km e dizem respeito a condutas sem distribuição e distribuidoras provenientes dos reservatórios apoiados da grande reserva de água do Chão das Donas.

Na Figura C.4, é apresentada a distribuição espacial dos diâmetros existentes na rede de distribuição de água ao concelho de Portimão.

Da análise da Figura C.4, verifica-se que o concelho de Portimão é abastecido maioritariamente por condutas de diâmetro compreendido entre 110 mm e 315 mm, sendo estas responsáveis por distribuir a água às diferentes localidades do concelho.

Na Figura C.5 é apresentada a distribuição do tipo de material constituinte da rede, em função do comprimento.

Salienta-se, da análise da Figura C.5, o facto de 0,64 % da rede georeferenciada, correspondentes a aproximadamente 2 km, ainda não ter identificado tipo de material.

Na Figura C.6 é apresentado o traçado da rede de distribuição de água ao concelho de Portimão, com identificação do material das condutas.

Analisando as Figuras C.5 e C.6, verifica-se que a grande parte do abastecimento de água ao concelho de Portimão, cerca de 216,5 km dos 324 km levantados pelo SIG, é efetuado com recurso a condutas de PVC, resultado das diversas obras de melhoria e expansão a que a rede foi sujeita ao longo dos últimos 25 anos. As condutas de fibrocimento com um comprimento de cerca de 69 km, atualmente em desuso, encontram-se maioritariamente na freguesia de Portimão.

Na Figura C.7 apresenta-se a distribuição espacial da idade das condutas, pertencentes à rede de distribuição de água, ao concelho de Portimão.

A sobreposição da informação apresentada nas Figuras C.6 e C.7 permite concluir que a maioria das condutas existentes na rede de distribuição de água, no material PVC, tem no máximo 28 anos, resultado das diversas intervenções levadas a cabo pela EMARP. Consta-se também que grande parte das condutas de fibrocimento, não tem idade conhecida, devido à inexistência de registo de obra, o que sugere uma idade avançada, no mínimo 50 anos.

3.5.2 Descrição do funcionamento do sistema

A água fornecida à rede de abastecimento é comprada à entidade gestora do sistema em “alta” - Águas do Algarve, SA - que a entrega na Grande Reserva de Chão das Donas, como se verifica na Figura C.1. Em situação de contingência de abastecimento de água através da AdA, por escassez de água ou por rotura na conduta adutora de água ao concelho de Portimão, é feita a captação e a introdução de água, no sistema de distribuição da EMARP a partir de um furo, Furo JCS25, localizado na freguesia de Mexilhoeira Grande.

A grande reserva, localizada no local mais elevado da freguesia de Portimão, é constituída por dois reservatórios apoiados e implantados à altitude de 54m, com capacidade total para armazenar 30 000 m³ de água e por um reservatório elevado com capacidade para armazenar 500 m³ de água, localizado à cota de 88m, representados na Figura 3.3.

A partir dos reservatórios apoiados da Grande Reserva de Chão das Donas, a água é encaminhada por gravidade para oito dos restantes reservatórios apoiados, sendo eles os reservatórios apoiados de Boavista, de Bemposta, de Amoreira e de Alto do Pacheco. O reservatório elevado da Grande Reserva abastece o reservatório apoiado de Monte Judeu e o semi-enterrado de Monte Canelas. A montante do reservatório de Monte Canelas, existe uma estação elevatória. Os reservatórios apoiados de Mexilhoeira Grande, assim como o elevado de Figueira, são abastecidos a partir da estação elevatória da Figueira, que recebe a água da Grande Reserva, armazenando-a numa cisterna. Por sua vez, o reservatório elevado de Mexilhoeira, abastece o reservatório apoiado Portrust.

No Quadro 3.1, apresentam-se as características dos diferentes reservatórios existentes no sistema de distribuição de água a Portimão.



Figura 3.3 - Reservatório elevado e reservatório apoiado da Grande Reserva de Chão das Donas. © Cristiano Gregório (2014)

Quadro 3.1- Caracterização dos reservatórios do SDA a Portimão

Reservatórios		Ano de conclusão de obra	Freguesia abastecida	Volume armazenado (m ³)	Cota de fundo (m)	Altura máxima nível de água (m)
Grande Reserva do Chão das Donas	Apoiado 1	1989	Portimão	15000	54.0	60.0
	Apoiado 2	1998		15000		
	Elevado	1985		500		
Bemposta	Apoiado 1	1981	Alvor	500	42.0	45.0
	Apoiado 2	1994		4000		
	Elevado	1981		300		
Boavista	Apoiado 1	1981	Portimão	3500	39.0	43.0
	Apoiado 2	1981		3500		
	Elevado	1981		500		
Amoreira	Apoiado 1	1976	Alvor	3500	40.5	44.5
	Apoiado 2	1994		3500		
	Elevado	1976		500		
Alto do Pacheco	Apoiado 1	1976	Portimão	3500	39.0	43.0
	Apoiado 2	1992		3500		
	Elevado	1976		500		
Monte Judeu	Apoiado	1981	Mexilhoeira Grande	50	55.4	57.5
Monte Canelas	Semi enterrado	1992	Mexilhoeira Grande	750	98.0	101.5
Mexilhoeira Grande	Apoiado 1	1981	Mexilhoeira Grande	250	58.0	60.3
	Apoiado 2	1981		250		
	Elevado	1981		300		
Portrust	Apoiado	2005	Mexilhoeira Grande	500	57.5	60.5
Figueira	Elevado	1972	Mexilhoeira Grande	500	29.4	46.9



Figura 3.4 - Central elevatória de Figueira © Cristiano Gregório (2014)

A gestão estatística do sistema de distribuição de água a Portimão, possibilita que a EMARP, através da análise dos parâmetros ao longo tempo, melhore as condições operacionais e económicas do seu sistema, sendo perceptível a evolução do estado de funcionamento dos equipamentos do sistema, as necessidades de remodelação e ampliação do mesmo, e ainda o planeamento da tomada de decisões sobre investimentos futuros.

Para que seja garantida uma adequada gestão técnica e segurança do sistema, são desencadeados alarmes, sempre que se verificarem situações anómalas, níveis de água nos reservatórios demasiado baixos ou altos, alterações nos parâmetros de qualidade da água, entre outros.



Reservatório elevado da Figueira © Cristiano Gregório (2014)

4. Auditoria de perdas à rede de distribuição de água ao concelho de Portimão

4.1 INTRODUÇÃO

De forma a quantificar as perdas de água existentes no concelho de Portimão, realizou-se uma auditoria de perdas.

Pretende-se assim, avaliar a dimensão do problema das perdas de água com que a EMARP se depara, quantificando o nível de perdas de água na rede de distribuição de água ao concelho de Portimão. Para tal, é aplicado o balanço hídrico ao sistema de distribuição e são calculados os indicadores de desempenho relativos a perdas, tendo em conta a fiabilidade e exatidão dos dados recolhidos.

4.2 BALANÇO HÍDRICO

O recurso ao balanço hídrico é indispensável, quando se pretende avaliar o volume de água perdida no sistema de distribuição de água a Portimão. Ao recorrer ao balanço hídrico, a EMARP consegue perceber de forma eficaz o fluxo da água no interior do sistema de distribuição, desde a sua entrada no sistema até à sua saída, distinguindo-se os consumos autorizados, não autorizados, erros de medição e volume de perdas reais.

Na Figura 4.1 apresentam-se as componentes do balanço hídrico aplicado ao sistema de distribuição de água a Portimão, referente ao período de 1 ano, por ser suficientemente alargado para permitir anular o efeito das estimativas e ser ao mesmo tempo suficientemente curto, para permitir avaliar, a variação dos resultados ao longo do tempo.

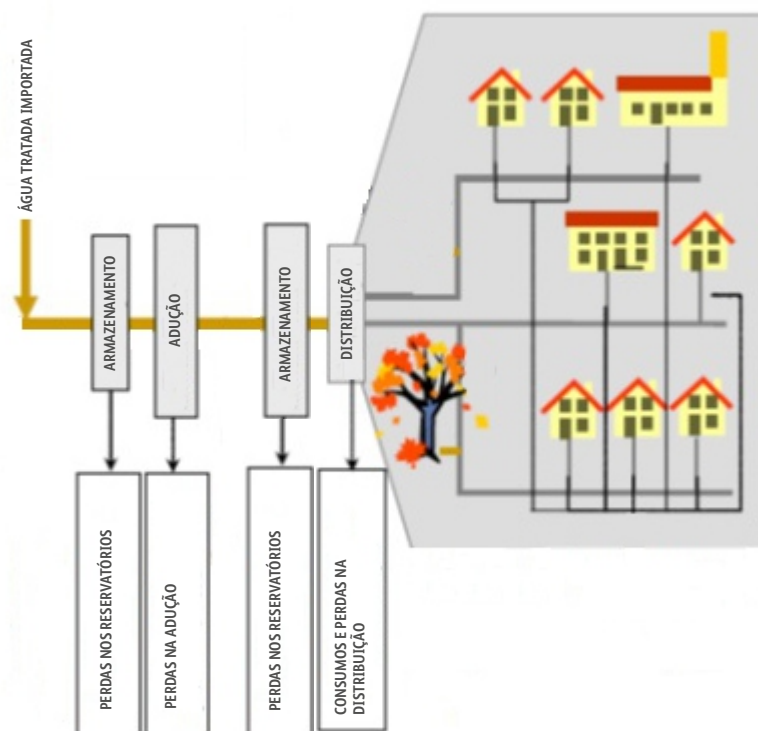


Figura 4.1 - Componentes do balanço hídrico. Adaptado de ALEGRE, et al., (2005)

Quadro 4.1 - Parcelas do Balanço Hídrico.

Água entrada no sistema (m ³ /ano)	Consumo autorizado (m ³ /ano)	Consumo autorizado faturado (m ³ /ano)	Consumo faturado medido (m ³ /ano)	Água faturada (m ³ /ano)
			Consumo faturado não medido (m ³ /ano)	
		Consumo autorizado não faturado (m ³ /ano)	Consumo não faturado medido (m ³ /ano)	Água não faturada (perdas comerciais) (m ³ /ano)
			Consumo não faturado não medido (m ³ /ano)	
	Perdas de água (m ³ /ano)	Perdas aparentes (m ³ /ano)	Uso não autorizado (m ³ /ano)	
			Perdas de água por erros de medição (m ³ /ano)	
		Perdas reais (m ³ /ano)	Fugas nas condutas de adução e/ou distribuição (m ³ /ano)	
			Fugas e extravasamentos nos reservatórios de adução e/ou distribuição (m ³ /ano)	
			Fugas nos ramais (a montante do ponto de medição) (m ³ /ano)	

De seguida são sistematizadas as definições dos termos presentes na Figura 4.1 e no Quadro 4.1.

- **Água captada** : volume de água bruta captada a partir de um furo e introduzida no sistema de distribuição, no caso de anomalia com a conduta adutora das AdA.
- **Água tratada, importada**: volume anual de água tratada que é comprada à AdA.
- **Água fornecida à adução**: volume anual de água conduzida até aos reservatórios de armazenamento.
- **Água fornecida para distribuição**: volume de água tratada, importada e captada, que aflui ao sistema de distribuição de água.

- **Água entrada no sistema:** volume de água, captada e comprada, entrada no sistema de distribuição de água, utilizada no cálculo do balanço hídrico.

- **Consumo autorizado:** volume de água anual, faturada e não faturada, medida e não medida. O consumo não faturado e não medido, é aplicado exclusivamente ao serviço de combate a incêndios.

- **Perdas de água:** volume anual de água, correspondente à diferença entre a água entrada no sistema de distribuição e o consumo autorizado. Incluem as perdas reais e as perdas aparentes.

- **Perdas reais:** volume de água correspondente às perdas físicas até ao contador do cliente. Englobam as perdas através de todos os tipos de fissuras, roturas e extravasamentos.

- **Fugas nas condutas de adução e/ou distribuição:** volume de água perdido sob a forma de fugas ou roturas na rede de distribuição e adução entre reservatórios.

- **Fugas e extravasamentos nos reservatórios:** volume de água perdida em reservatórios, através de fugas e roturas e extravasamentos por transbordo da capacidade de armazenamento.

- **Fugas nos ramais de ligação:** volume de água perdida, entre a ligação do ramal domiciliário à conduta de distribuição e a secção do contador predial.

- **Perdas aparentes:** volume de água anual, correspondente a consumos não autorizados e a erros de medição.

- **Uso não autorizado:** volume correspondente aos usos ilícitos, dos quais se destacam, ligações clandestinas à rede de distribuição, instalação de “by-pass” ao contador de água e danificação do contador.

- **Erros de medição:** volume de água associado a qualquer tipo de erro de medição, como erros derivados de avarias e desgaste dos contadores, bem como os erros nas leituras dos mesmos.

- **Água não faturada:** volume de água correspondente à diferença entre a água entrada no sistema de distribuição e a água que realmente foi cobrada aos utilizadores.

De forma a avaliar a percentagem de perdas de água na rede de distribuição ao concelho de Portimão, procedeu-se ao cálculo de balanços hídricos anuais, para os anos 2011, 2012 e 2013. Foi escolhido este período de tempo, com o objetivo de comparar os diferentes valores obtidos, de forma a perceber a evolução das perdas de água existentes no concelho de Portimão.

A exatidão dos resultados dependem da exatidão e da fiabilidade dos dados utilizados no balanço hídrico (ALEGRE, et al., 2005, pág.56). A exatidão contabiliza o erro relativo ao conjunto de processos de aquisição e processamento do dado, incluindo o erro decorrente de eventual extrapolação entre medidas pontuais e o valor global fornecido.

A IWA, International Water Association, recomenda a classificação em bandas, Quadro 4.2, para a classificação da exatidão dos dados. (ALEGRE, et al., 2005, pág.56).

Quadro 4.2- Bandas de exatidão dos dados. © ALEGRE, et al., (2013)

Banda de exatidão dos dados	Erro associado ao dado fornecido
0-5%	Inferior ou igual a $\pm 5\%$
5-20%	Superior a $\pm 5\%$, mas melhor que ou igual a $\pm 20\%$
20-50%	Superior a $\pm 20\%$, mas melhor que ou igual a $\pm 50\%$
50-100%	Superior a $\pm 50\%$, mas melhor que ou igual a $\pm 100\%$
100-300%	Superior a $\pm 100\%$, mas melhor que ou igual a $\pm 300\%$
> 300%	Superior a $\pm 300\%$

O Guia de avaliação da qualidade dos serviços de águas e resíduos prestados aos utilizadores, publicado pela ERSAR no ano de 2013, apresenta o modo de propagação da incerteza dos resultados, com base nas equações 4.1 e 4.2.

No caso da soma e subtração

$$|\Delta C| = \sqrt{(\Delta A)^2 + (\Delta B)^2} \quad (4.1)$$

Sendo,

ΔC , o erro absoluto de C

ΔA , o erro absoluto de A

ΔB , o erro absoluto de B

No caso da multiplicação e divisão

$$|\epsilon_c| = \sqrt{(\epsilon_A)^2 + (\epsilon_B)^2} \quad (4.2)$$

Sendo,

ϵ_c , o erro relativo de C

ϵ_A , o erro relativo de A

ϵ_B , o erro relativo de B

A fiabilidade da fonte de informação incide sobre a confiança na origem da informação recolhida e pode ser classificada de acordo com a banda de fiabilidade apresentada no Quadro 4.3.

Quadro 4.3 - Banda de fiabilidade da fonte de informação. © ALEGRE, et al., (2013)

Banda de fiabilidade da fonte de informação	Conceito associado
***	Dados baseados em medições exaustivas, registos fidedignos, procedimentos, investigações ou análises adequadamente documentadas e reconhecidas como o melhor método de cálculo.
**	Genericamente como a anterior, mas com algumas falhas não significativas nos dados, tais como parte da documentação estar em falta, os cálculos serem antigos, ou ter-se confiado em registos não confirmados, ou ainda terem-se incluído alguns dados por extrapolação.
*	Dados baseados em estimativas ou extrapolações a partir de uma amostra limitada.

Apresenta-se, em seguida, os passos adotados para o cálculo do balanço hídrico, relativos ao período de tempo escolhido e os respetivos resultados obtidos, de acordo com o Quadro 4.1. A exactidão dos resultados será obtida de acordo com as equações 4.1 e 4.2.

Passo 1: Descrição do sistema a auditar

No passo 1 definiram-se os limites do sistema a auditar e os dados complementares do balanço hídrico, necessários para o cálculo dos indicadores de desempenho relativos às perdas de água, para o período a auditar. Salienta-se que o trabalho desenvolvido dependerá da exactidão e da fiabilidade dos resultados obtidos.

Quadro 4.4 - Dados complementares do balanço hídrico, para o período auditado

		Valor	Exactidão (%)	Fiabilidade
Comprimento total da rede (km)	2011	400	6-20	**
	2012	511	6-20	**
	2013	518	6-20	**
Número total de ramais (nº)	2011	23147	6-20	**
	2012	23226	6-20	**
	2013	23285	6-20	**
Altura piezométrica média de serviço (m.c.a)	2011	30	21-50	*
	2012			
	2013			
Água bruta exportada (m³/ano)	2011	-	-	-
	2012	-	-	-
	2013	-	-	-
Comprimento médio dos ramais (m)	2011	3	6-20	**
	2012			
	2013			
Duração do período a que se refere o balanço hídrico (dias)	2011	365	0-5	***
	2012			
	2013			
Tempo de pressurização do sistema (horas/dia)	2011	24	0-5	***
	2012			
	2013			
Custos correntes (€/ano)	2011	4944632	0-5	***
	2012	4693448	0-5	***
	2013	4627776	0-5	***
Tarifa média para consumidores directos (€/m³)	2011	1.32	0-5	***
	2012	1.43	0-5	***
	2013	1.62	0-5	***
Custo unitário assumido pelas perdas reais (€/m³)	2011	0.50	0-5	***
	2012	0.51	0-5	***
	2013	0.52	0-5	***

Da análise do Quadro 4.4 constata-se, como referido no capítulo 3 que, a rede de distribuição de água a Portimão, tem-se expandido ao longo dos últimos anos, resultado do aumento de áreas urbanizáveis existentes no concelho. Da análise do comprimento total da rede, verifica-se que no espaço de 2 anos a mesma aumentou 118 km.

Com base nos dados de faturação, dividindo o total faturado pelo volume de água fornecido aos utilizadores finais, determinou-se a tarifa média aos consumidores diretos, para os diferentes anos. O custo unitário assumido para as perdas reais, foi determinado com base no preço de aquisição de água à entidade gestora Águas do Algarve, SA.

O erro máximo de 5% para os valores atrás referidos está relacionado com a fiabilidade da fonte de informação, nomeadamente registos de faturação. O comprimento médio dos ramais de ligação, foi estimado com base na distância entre as condutas distribuidoras e os demais edifícios, assim, foi-lhe atribuído uma exactidão de 6 a 20%. Tendo em conta que a totalidade da rede de distribuição não se encontra cadastrada, a exactidão do seu comprimento, assim como, o número de ramais, varia entre os 6 e os 20%. A pressão média de serviço, varia muito de local para local, pelo que com base na experiência dos técnicos da EMARP foi definido o valor de 30 m.c.a., pelo que o erro associado varia entre os 21 e os 50%. A fiabilidade dos dados foi classificada de acordo com o Quadro 4.3.

Passo 2: Determinação do volume de água entrado no sistema

Para contabilizar todo o volume de água que entrou no sistema de distribuição do concelho de Portimão, ao longo dos diferentes anos, contabilizou-se o volume de água comprado às Águas do Algarve, SA e o volume de água que foi captado e introduzida no sistema de distribuição, sendo ambos contabilizados com medidores de caudais em bom estado de funcionamento, pelo que o erro associado aos dados, varia entre 0 e 5%. Pela mesma razão e ainda pela existência de registos faturados fidedignos, adoptou-se a classificação “***” para a fiabilidade dos valores utilizados.

Quadro 4.5 - Água entrada no sistema de distribuição, durante o período auditado

		Valor	Exatidão (%)	Fiabilidade
Água captada (m ³ /ano)	2011	190	0-5	***
	2012	12845	0-5	***
	2013	0	-	-
Água tratada importada (m ³ /ano)	2011	6912900	0-5	***
	2012	6411260	0-5	***
	2013	6372177	0-5	***
Água entrada no sistema (m ³ /ano)	2011	6913090	0-5	***
	2012	6424105	0-5	***
	2013	6372177	0-5	***

A água captada nos anos 2011 e 2012 deveu-se a problemas na conduta adutora das AdA, tendo a EMARP que recorrer à captação subterrânea JCS 25, existente para o efeito, de forma a garantir as necessidades dos municípios.

Passo 3: Determinação do consumo autorizado faturado e da água não faturada

Para calcular o consumo autorizado faturado, ao longo dos 3 anos, foi necessário determinar o consumo faturado medido e o consumo faturado não medido. A EMARP não fatura volumes de água que não estejam quantificados, pelo que o consumo faturado não medido, é nulo. Relativamente à determinação do consumo faturado medido, procedeu-se à consulta das diversas faturas mensais, para os 3 anos distintos.

No Quadro 4.6, apresentam-se os diferentes volumes faturados medidos, consoantes os diferentes tipos de clientes. O erro associado aos dados está relacionado com a idade média dos contadores, que é de cerca de 10 anos.

Quadro 4.6 - Consumo Faturado Medido, ao longo do período auditado

		Valor	Exatidão (%)	Fiabilidade
Consumo doméstico (m³/ano)	2011	3120809	6-20	**
	2012	3044284	6-20	**
	2013	2967056	6-20	**
Consumo industrial e agrícola (m³/ano)	2011	1639734	6-20	**
	2012	1614108	6-20	**
	2013	1517452	6-20	**
Juntas de Freguesia (m³/ano)	2011	558097	6-20	**
	2012	468375	6-20	**
	2013	399059	6-20	**
Consumo próprio (m³/ano)	2011	21460	6-20	**
	2012	27675	6-20	**
	2013	24101	6-20	**
Instalações públicas, culturais e desportivas (m³/ano)	2011	145583	6-20	**
	2012	144909	6-20	**
	2013	115991	6-20	**
Outros consumos (m³/ano)	2011	3715	6-20	**
	2012	2400	6-20	**
	2013	5945	6-20	**
Consumo Faturado Medido (m³/ano)	2011	5489398	4-13	-
	2012	5301751	4-13	-
	2013	5029604	4-13	-

Verifica-se que no ano de 2011 foi faturado 79,41% da água entrada no sistema. No ano de 2012 houve um aumento considerável de água faturada face ao ano anterior, tendo o volume de água faturada ascendido aos 82,53% da água entrada no sistema. No ano de 2013 houve um retrocesso no consumo faturado medido, diminuindo o valor para 78,93% da água entrada no sistema.

O Quadro 4.7 sintetiza o consumo autorizado faturado ao longo dos 3 anos auditados.

Quadro 4.7 - Consumo autorizado faturado, para o período auditado

		Valor	Exatidão (%)	Fiabilidade
Consumo faturado não medido (m³/ano)	2011	0	-	-
	2012	0	-	-
	2013	0	-	-
Consumo faturado medido (m³/ano)	2011	5489398	4-13	-
	2012	5301751	4-13	-
	2013	5029604	4-13	-
Consumo Autorizado Faturado (m³/ano)	2011	5489398	4-13	-
	2012	5301751	4-13	-
	2013	5029604	4-13	-

Para determinar o volume de água não faturado, subtraiu-se o consumo autorizado faturado, ao volume de água entrada no sistema, para os diferentes anos auditados.

Quadro 4.8 - Volume de água não faturada, para os diferentes anos auditados

		Valor	Exatidão (%)	Fiabilidade
Água entrada no sistema (m ³ /ano)	2011	6913090	0-5	***
	2012	6424105	0-5	***
	2013	6372177	0-5	***
Água faturada (m ³ /ano)	2011	5489398	4-13	-
	2012	5301751	4-13	-
	2013	5029604	4-13	-
Água Não Faturada (m ³ /ano)	2011	1423692	15-56	-
	2012	1122354	19-68	-
	2013	1342573	14-54	-

Relativamente à água não faturada, verifica-se que no ano 2011, 20,6% da água entrada no sistema de distribuição de água a Portimão, não foi faturada. No entanto, este valor diminui consideravelmente no ano seguinte, onde apenas 17,5% do volume entrado no sistema não foi faturado. Por outro lado e como seria de esperar, face à análise anterior, no ano de 2013 não foi faturada 21,1% da água entrada no sistema, apresentando-se este ano, como o mais negativo, no que diz respeito a água não faturada.

Passo 4: Determinação do consumo autorizado não faturado e do consumo autorizado

Para determinar o consumo autorizado não faturado, é necessário considerar o consumo não faturado medido e o consumo não faturado não medido. A EMARP apenas não fatura o volume de água utilizado pelos serviços de bombeiros no combate a incêndios, pelo que o valor do consumo não faturado medido, é nulo.

Para quantificar o volume de água utilizado pelos bombeiros no combate aos incêndios, ao longo do período auditado, contactou-se os bombeiros voluntários de Portimão, com o objetivo de saber se procediam à quantificação do volume de água utilizado no combate a incêndios, por exemplo, se tinham registo do número de vezes que o autotanque foi utilizado e qual a capacidade do mesmo. Tal valor não foi possível obter, porque o registo deixou de existir há alguns anos. Considerou-se então o valor estimado, fornecido pelos bombeiros voluntários à EMARP, no ano de 2010, pelo que foi considerado um erro associado ao dado fornecido, a variar entre 6 a 20%.

Quadro 4.9 - Consumo não faturado não medido, para o período auditado

		Valor	Exatidão (%)	Fiabilidade
Consumo para serviço de combate a incêndios (m ³ / ano)	2011	50000	6-20	-
	2012			
	2013			
Consumo Não Faturado Não Medido (m ³ / ano)	2011	50000	6-20	-
	2012			
	2013			

Para determinar o consumo autorizado total, procedeu-se ao somatório entre consumo autorizado faturado com o consumo autorizado não faturado.

Quadro 4.10 - Consumo autorizado, ao longo do período auditado

		Valor	Exatidão (%)	Fiabilidade
Consumo autorizado faturado (m ³ /ano)	2011	5489398	4-13	-
	2012	5301751	4-13	-
	2013	5029604	4-13	-
Consumo autorizado não faturado (m ³ /ano)	2011	50000	6-20	-
	2012			
	2013			
Consumo Autorizado (m ³ /ano)	2011	5539398	4-13	-
	2012	5351751	4-13	-
	2013	5079604	4-13	-

Passo 5: Determinação das perdas de água

Para determinar as perdas de água existentes na rede de distribuição de água a Portimão, subtraiu-se o consumo autorizado, calculado no passo anterior, à água entrada no sistema.

Quadro 4.11 - Volume de água perdida, ao longo do período auditado

		Valor	Exatidão (%)	Fiabilidade
Água entrada no sistema (m ³ /ano)	2011	6913090	0-5	-
	2012	6424105	0-5	-
	2013	6372177	0-5	-
Consumo autorizado (m ³ /ano)	2011	5539398	4-13	-
	2012	5351751	4-13	-
	2013	5079604	4-13	-
Perdas de Água (m ³ /ano)	2011	1373692	16-58	-
	2012	1072354	20-71	-
	2013	1292573	16-56	-

Verifica-se que no ano de 2011, as perdas de água são de 1 373 693 m³, sob as diversas formas, e representam 19,9% da água entrada no sistema de distribuição de água a Portimão. Em termos percentuais, o ano de 2013 não foi muito diferente, onde 20,3% da água entrada no sistema perdeu-se. O ano de 2012 apresenta-se com o ano onde menor água foi perdida, sendo que os 1 072 354 m³, representam 16,7% do volume de água entrada no sistema.

Passo 6: Determinação do volume de perdas aparentes e perdas reais

Para determinar o volume de perdas aparentes, foi tido em consideração o volume de água perdido sob a forma de consumo não autorizado e ainda o volume perdido associado a erros de medição.

O consumo não autorizado, como referido anteriormente, relaciona-se com a utilização fraudulenta, quer de marcos quer de bocas de incêndio e de rega, violação ou manipulação de contadores e ainda ligações ilícitas. Dada a dificuldade em determinar o volume de água consumido de forma ilícita, apurou-se junto da EMARP a quantidade de ligações ilícitas e violações de contadores de água, detetadas ao longo dos 3 anos. De forma a quantificar o volume perdido por cada ilegalidade detetada, determinou-se o volume mensal ilegalmente consumido por habitação. Para tal adotou-se uma captação de água de 145 L (ERSAR 2013), dada a inexistência de outros valores, que permitiriam quantificar o volume consumido, exclusivamente pela população do município de Portimão. De forma a quantificar o número de habitantes por residência, recorreu-se aos Censos 2011, relacionando o número de residentes com o número de habitações, sendo o valor obtido relativamente baixo, pois são várias as residências ocupadas apenas sazonalmente. Relacionando por outro lado, a população residente, com a média anual de contadores ligados, obteve-se também um número reduzido de habitantes por residência, pois são várias as habitações de uso sazonal que mantêm o contador anualmente ligado. Assim, de forma a refletir uma maior aproximação à realidade dos munícipes de Portimão, foi adotado o valor de 3 habitantes por residência. Saliencia-se que o período de infração, no caso de visíveis ao leitor, não é superior a 30 dias, pois os leitores da EMARP deslocam-se mensalmente aos locais de leitura. Por sua vez, os erros de medição estão associados às perdas por subcontagem, por parte dos medidores de caudal, que com o decorrer do tempo vão perdendo precisão.

Tendo em conta a idade média dos contadores da EMARP, na ordem dos 10 anos, foi definido um erro de medição de 6 % dos valores faturados medidos, valor que se encontra nos catálogos dos contadores, para erros inerentes ao próprio equipamento.

O valor das ligações ilícitas e violações de contador, apresentam-se no Quadro que se segue.

Quadro 4.12 - Número de ligações ilícitas e violações de contadores de água detetadas ao longo do período auditado

		Valor	Exatidão (%)	Fiabilidade
Número anual de ligações ilícitas e violações de contadores de água, detetadas pelos técnicos (nº)	2011	11	0-5	*
	2012	3		
	2013	22		

Tendo em contada média de contadores ligados no último ano, cerca de 45 958 contadores, admitiu-se que o número de ligações ilícitas e violações de contadores detetadas é relativamente baixo, pelo que o seu valor foi majorado em 100% do detetado.

Quadro 4.13 - Uso não autorizado e estimativa do erro de medição, para o período auditado

		Valor	Exatidão (%)	Fiabilidade
Número anual de ligações ilícitas e violações de contadores de água, detetadas pelos técnicos (nº)	2011	22	51-100	*
	2012	6		
	2013	44		
Consumo estimado por cada ilegalidade detetada (m³ /ano)	2011	13	51-100	*
	2012	13		
	2013	13		
Uso não autorizado (m³ /ano)	2011	287	72-141	-
	2012	78		
	2013	574		
Estimativa do erro sistemático da micromedição (m³ /ano)	2011	329364	21-50	-
	2012	318105		
	2013	301776		
Total (m³/ano)	2011	329651	21-50	-
	2012	318183	21-50	-
	2013	302350	21-50	-

Dada a dificuldade em determinar o número de residentes por habitação, adotou-se um erro associado ao volume consumido ilegalmente por habitação, que varia entre os 51 e os 100%. O número de ligações ilícitas e violações de contadores, foi igualmente estimado, atribuindo-se um erro entre 51 e os 100%.

Tendo em conta que o Quadro 4.13 não contempla o uso fraudulento de marcos e bocas de incêndio, nem o uso fraudulento de bocas de rega, o cálculo total do volume de água perdido de forma aparente, foi calculado majorando o total obtido em 20%.

Quadro 4.14 - Perdas aparentes de água, para o período auditado

Perdas Aparentes (m ³ /ano)	2011	395581	21-50	-
	2012	381820	21-50	-
	2013	362821	21-50	-

Dada a metodologia de cálculo adotada, verifica-se que, percentualmente as perdas aparentes de água não variam muito ao longo do período auditado, sendo o ano de 2012 com o valor mais elevado, onde 5,94% da água entrada na rede de distribuição a Portimão, perdeu-se de forma aparente. Os anos de 2011 e 2013 apresentam resultados semelhantes, onde respetivamente os valores percentuais de perdas aparentes de água atingiram os 5,72% e os 5,69%.

O volume perdido sob a forma de perdas reais de água obteve-se subtraindo as perdas aparentes de água, às perdas totais de água, calculadas no passo 5.

Quadro 4.15 - Perdas reais de água, para o período auditado

		Valor	Exatidão (%)	Fiabilidade
Perdas de água (m ³ /ano)	2011	1373692	16-58	-
	2012	1072354	20-71	-
	2013	1292573	16-56	-
Perdas aparentes (m ³ /ano)	2011	395581	21-50	-
	2012	381820	21-50	-
	2013	362821	21-50	-
Perdas Reais (m ³ /ano)	2011	978111	24-84	-
	2012	690534	33-114	-
	2013	929752	23-80	-

As perdas reais de água na rede de distribuição ao concelho de Portimão, variam entre os 10,75%, para o ano de 2012, sendo este o ano onde se registou o menor valor, e os 14,59% para o ano de 2013. No ano 2011 as perdas reais de água contribuíram em 14,15% para o total de água não faturada.

Contudo, não foi possível calibrar o modelo de balanço hídrico, por não existirem medições de caudais mínimos noturnos, o que possibilitaria estimar o volume de água perdida, em fugas nas condutas de adução e distribuição. As fugas e extravasamentos nos reservatórios também não foram contabilizadas, por ausência de medições.

Apresenta-se nos Quadros D1, D2 e D3, o resumo, para os diferentes anos auditados, dos diversos componentes do balanço hídrico, realizado ao sistema de distribuição de água ao concelho de Portimão.

4.3 INDICADORES DE DESEMPENHO

Depois de realizado o balanço hídrico ao sistema de distribuição de água ao concelho de Portimão, procedeu-se ao cálculo dos indicadores de desempenho relativos às perdas de água.

Os indicadores de desempenho (ID) são instrumentos bastante importantes para as diversas entidades gestoras, pois funcionam como medidas de eficiência e eficácia das mesmas. Segundo *ALEGRE, et al., (,2004, pág.4)*, um indicador de desempenho é uma medida quantitativa de um aspeto particular do desempenho da entidade gestora ou do seu nível de serviço, sendo um instrumento de apoio à monitorização da eficiência e da eficácia da entidade gestora, simplificando uma avaliação que de outro modo seria mais complexa e subjetiva.

Pode-se assim dizer, que os ID quantificam a qualidade do serviço prestado aos utilizadores finais, possibilitando de forma simples, a comparação entre os objetivos que a EMARP se propõe a alcançar e os resultados realmente obtidos.

Com o objetivo de facilitar o reconhecimento da utilização dos ID, muitos membros da IWA promoveram a criação de linhas de apoio à adoção dos ID apropriados ao abastecimento de água e à recolha de informação necessária para a sua avaliação, do qual resultou a publicação "Performance indicators for water supply services" e ainda o software "SIGMA Lite".

No quadro que se segue apresentam-se os grupos de indicadores adotados na auditoria de perdas de água realizada à EMARP.

Quadro 4.16 - Grupo de ID adotados na auditoria ao SDA a Portimão

Grupo de ID	Código de identificação
Indicadores de Recursos Hídricos	Wr
Indicadores Operacionais	Op
Indicadores Económico-Financeiros	Fi

Os indicadores de desempenho adotados para a avaliação do sistema de distribuição de água a Portimão, foram calculados com base no Guia de indicadores de desempenho, para serviços de abastecimento de água, publicado pela ERSAR no ano de 2004.

A exatidão dos resultados que se apresentarão foi calculada de acordo com as equações 4.1 e 4.2.

Indicador de recursos hídricos

Do ponto de vista ambiental, importa avaliar a pressão que as perdas reais de água exercem sobre os recursos hídricos, ou seja, a utilização que se evitaria se não existissem fugas nem extravasamentos. Segundo *ALEGRE, et al., (2005, pág.65)*, de um ponto de vista ambiental, as perdas aparentes são pouco relevantes, já que na sua maior parte não correspondem a volumes de água efetivamente captados desnecessariamente.

O indicador **WR1-Ineficiência na utilização dos recursos hídricos**, quantifica a ineficiência na utilização dos recursos hídricos, relacionando as perdas reais de água, com o volume total de água, que entra no sistema de distribuição.

Os diferentes resultados para o indicador WR1 encontram-se no Quadro 4.17. A ficha relativa ao indicador WR1, incluindo o conceito, processamento, variáveis necessárias ao cálculo, encontra-se no Anexo E.

Quadro 4.17 - Resultados do indicador WR1 para o período auditado

			Valor	Exatidão (%)
Wr1	Ineficiência na utilização dos recursos hídricos (%)	2011	14,15	24-84
		2012	10,75	33-114
		2013	14,6	23-80

O ano de 2012 revelou-se como sendo o ano onde o nível de perdas reais de água foi mais reduzido, onde a EMARP apenas perdeu 10,75% de água através de fugas, roturas e extravasamentos. De acordo com ERSAR (2009, pág. 64), este resultado, assim como os restantes, correspondem a boa qualidade de serviço prestado aos utilizadores, pois encontra-se no intervalo de referência, [0 ; 15].

Indicadores Operacionais

De acordo com *ALEGRE, et al., (2005, pág.59)*, a percentagem de volume de água perdido, em relação ao volume de água entrado no sistema, é o indicador de desempenho operacional relativo a perdas, mais utilizado em todo o mundo, pois aparentemente é o indicador de cálculo e interpretação mais simples. No entanto, este indicador tem o inconveniente de não ter em linha de conta, nenhum dos fatores afetos às perdas reais. Esta situação leva a que a IWA não considere as perdas reais expressas como percentagem do volume entrado no sistema, como sendo um indicador de desempenho operacional apropriado.

Visto isto, utilizou-se os seguintes ID operacionais:

- Perdas de água por ramal (Op23)
- Perdas aparentes de água (Op25)
- Perdas reais de água (Op27)
- Índice infra-estrutural de perdas (Op29)
- Avarias em condutas (Op31)
- Avarias em ramais (Op32)
- Água não medida (Op39)

Tendo em conta que o sistema de distribuição de água a Portimão, contempla mais de 20 ramais por km de rede, foram utilizados os indicadores expressos por ramal.

As fichas relativas aos diversos indicadores de desempenho operacionais adotados, encontram-se no Anexo E.

O indicador **Op23-Perdas de água por ramal**, quantifica o volume de água perdido em cada ramal da rede de distribuição a Portimão, relacionando as perdas de água ao longo de cada ano, com o número de ramais existentes à data.

O Quadro 4.18 representa os valores obtidos para o indicador de desempenho Op23.

Quadro 4.18 - Resultados do indicador Op23, para o período auditado

			Valor	Exatidão (%)
Op23	Perdas de água por ramal (m³/ramal/ano)	2011	59,3	17-61
		2012	46,2	21-73
		2013	55,5	17-59

Relacionando o indicador Op23 com o Quadro 4.4, independentemente do número superior de ramais existentes nos anos 2012 e 2013, verifica-se que no ano de 2011 foram perdidos 1 372 617 m³ de água, através dos ramais existentes na rede de distribuição. Este valor, tendo em conta um consumo diário de 145 litros por habitante, daria para abastecer cerca de 25 935 habitantes, aproximadamente metade da população existente no concelho de Portimão, o que não pode deixar de ser tido em conta.

O indicador de desempenho **Op25-Perdas aparentes de água**, quantifica a percentagem de água que é perdida de forma ilícita ou, que não é contabilizada devido a erros de medição. Para tal, este indicador relaciona as perdas aparentes de água com a água entrada no sistema de distribuição de água, ao concelho de Portimão.

O Quadro 4.19 resume o valor obtido para o indicador Op25.

Quadro 4.19 - Resultados do indicador Op25, para o período auditado

			Valor	Exatidão (%)
Op25	Perdas aparentes (%)	2011	5,72	21-50
		2012	5,94	21-50
		2013	5,69	21-50

As perdas aparentes, percentualmente, não apresentam valores muito distintos. Tendo em conta os valores obtidos, aquando do cálculo do balanço hídrico, percebe-se que grande parte da água aparentemente perdida, é feita sob a forma de erros de medição, o que sugere uma idade média avançada do parque de contadores. De forma a quantificar economicamente o valor das perdas aparentes, conclui-se que ao longo dos 3 anos auditados, a EMARP deixou de faturar cerca de 1.656.000 €, tendo em conta a tarifa média aplicada aos consumidores finais, para os 3 anos distintos.

O indicador **Op27-Perdas reais por ramal**, permite que a EMARP quantifique água que diariamente é fisicamente perdida, nos ramais de distribuição existentes na rede.

Quadro 4.20 - Resultados do indicador Op27, para o período auditado

		Valor	Exatidão (%)
Op27	Perdas reais por ramal (l/ramal/dia)	2011	115,8
		2012	81,5
		2013	109,4

Os valores obtidos para as perdas reais por ramal, nos anos 2011 e 2013, indicam que o serviço prestado pela EMARP aos utilizadores, foi classificado como de qualidade mediana, de acordo com o estipulado por *ALEGRE, et al., (2013, pág.72)*, uma vez que o resultado obtido se encontra no intervalo]100 ; 150]. Por sua vez, o ano de 2012 apresenta resultados bastante satisfatórios, sendo boa a qualidade do serviço prestado aos utilizadores.

O indicador **Op29-índice infra-estrutural de fugas**, relaciona as perdas reais de água existentes no concelho de Portimão, com as perdas reais mínimas de referência. As perdas reais mínimas foram calculadas de acordo com *ALEGRE, et al., (2005, pág. 62)*, equação 4.3, e correspondem à melhor estimativa para as perdas reais inevitáveis em Litros/ramal/dia.

$$\left(18 \times \frac{L_m}{N_c} + 0.8 + 0.025 \times L_p\right) \times \frac{P}{10} \quad (4.3)$$

Sendo,

L_m , o comprimento da rede (km)

N_c , o número de ramais (-)

L_p , o comprimento médio dos ramais (m)

P , a pressão média de serviço (kPa)

Quadro 4.21 - Resultados do indicador Op29, para o período auditado

		Valor	Exatidão (%)
Op29	Índice infra-estrutural de fugas (-)	2011	3,7
		2012	2,4
		2013	3,3

Verifica-se que no ano de 2011, as perdas reais são cerca de 4 vezes superiores às perdas mínimas de referência, o que não pode deixar de ser tido em conta pela EMARP.

O indicador **Op31-Avarias em condutas**, relaciona o comprimento das condutas existentes na rede de distribuição ao concelho de Portimão, com o número de avarias existentes para os diferentes anos auditados. Obtém-se assim, o número de avarias nas condutas por cada 100 km.

Quadro 4.22 - Resultados do indicador Op31, para o período auditado

			Valor	Exatidão (%)
Op31	Avarias em condutas (nº/100 km/ano)	2011	44,5	6-21
		2012	38,1	6-21
		2013	24,1	6-21

Verifica-se que o ano de 2011 foi o ano em que ocorreram mais avarias por cada 100 km de condutas, atingindo o valor de quase 45 avarias por cada 100 km de condutas. Quer este resultado, quer o resultado alcançado no ano de 2012, são classificados como de qualidade mediana, de acordo com o estipulado por *ALEGRE, et al., (2013, pág.70)*, uma vez que o resultado obtido se encontra no intervalo]30 ; 60]. Por outro lado, e tendo em conta o número decrescente de avarias registadas ao longo do período auditado, o ano 2013, revelou-se como sendo o ano em que a EMARP prestou um serviço de boa qualidade aos utilizadores.

Ao determinar o indicador **Op32-Avarias em ramais**, melhorou-se a perceção do número de avarias nos ramais de distribuição existentes. Para tal, relacionou-se o número de ramais existentes à data de cada ano, com o número de avarias reportadas nos relatórios de atividades. O resultado, indica o número de avarias por cada 1000 ramais existentes.

Quadro 4.23 - Resultados do indicador Op32, para o período auditado

			Valor	Exatidão (%)
Op32	Avarias em ramais (nº/1000 ramais/ano)	2011	11,1	6-21
		2012	9,5	6-21
		2013	8,0	6-21

Verifica-se que o número de avarias nos ramais de ligação, tal como nas condutas, tem vindo a diminuir ao longo do tempo. Tal facto é explicado não só com o aumento do número de ramais existentes na rede de distribuição de água, mas também pelo facto de o número de intervenções nos ramais, ter diminuído ao longo do período auditado.

A Figura C.8, Anexo C, ilustra a evolução das intervenções realizadas nos ramais e condutas existentes na rede de distribuição de água, ao concelho de Portimão.

O indicador **Op39-Água não medida**, quantifica percentualmente a água que entrou na rede de distribuição de água ao concelho de Portimão e não foi faturada nem medida. Para tal, subtraiu-se a água faturada medida, à água entrada na rede de distribuição.

O Quadro 4.24 sintetiza os diferentes valores para o indicador de água não medida, para os diferentes anos auditados.

Quadro 4.24 - Resultados do indicador Op39, para o período auditado

		Valor	Exatidão (%)
Op39	Água não medida (%)	2011	20,6
		2012	17,5
		2013	21,1

Indicadores de desempenho económico-financeiros

Com o objetivo de analisar o desempenho económico-financeiro da EMARP são calculados os indicadores de água não faturada (*ALEGRE, et al., 2005, pág.57*), expressos em termos de volume e de custo. Explica-se de seguida, no que consistem estes dois indicadores de desempenho.

- **Indicador de água não faturada em termos de volume (Fi46)** - consiste na discriminação do volume entrado na rede de distribuição de água a Portimão, nas componentes faturado e não faturado. A componente não faturado, que inclui o consumo autorizado mas não faturado, é expresso em termos de percentagem, do volume total entrado na rede.
- **Indicador de água não faturada em termos de custo (Fi47)** - com o intuito de refletir em termos monetários, a quantidade de água não faturada pela EMARP, o indicador Fi47 (expresso em percentagem), é calculado, aplicando valores monetários aos volumes anuais de, consumo autorizado não faturado, perdas aparentes e perdas reais.

Um valor monetário adequado para as perdas aparentes e o consumo autorizado não faturado, poderá ser o preço médio de venda de água ao consumidor. Para as perdas reais, deverá utilizar-se o maior dos seguintes custos:

- Componente variável do custo da água importada;
- Custo marginal de longo prazo relativo às origens próprias da água.

Cada uma destas estimativas, e o seu total, deverão ser expressos como percentagem dos custos correntes anuais. A síntese possibilita que a entidade gestora estime o montante correto a investir para:

- Reduzir o consumo autorizado não faturado;
- Reduzir as perdas aparentes - através de melhoramentos na medição e a redução do consumo não autorizado;
- Reduzir as perdas reais, através da gestão de fugas.

As fichas relativas aos diversos indicadores de desempenho económico-financeiros, encontram-se no Anexo E.

O resultado do indicador de desempenho Fi46 encontra-se no quadro seguinte.

Quadro 4.25 - Resultados para o indicador Fi46, para o período auditado

			Valor	Exatidão (%)
Fi46	Água não faturada em termos de volume (%)	2011	20,6	15-56
		2012	17,5	19-68
		2013	21,1	15-54

Da análise do Quadro 4.25, constata-se que os valores obtidos para o indicador Fi46, são idênticos aos resultados do indicador desempenho Op39 - Água não medida. Tal deve-se ao facto de a EMARP, já referido aquando do cálculo do balanço hídrico, não faturar nenhum volume de água não medido, pelo que a água não faturada, em termos de volume, toma o mesmo valor que a água não medida. Visto isto, verifica-se que no ano de 2012, o valor de água não faturada, em termos de volume, encontra-se dentro do intervalo de referência, [0 ; 20], de acordo com *ALEGRE, et al., (2013, pág.68)*, sendo o serviço prestado pela EMARP aos utilizadores, classificado como sendo de boa qualidade. Por sua vez, os valores obtidos para os anos de 2011 e 2013 encontram-se dentro do intervalo classificado como de qualidade mediana,]20 ; 30].

A água não faturada representou para a EMARP um total não faturado de aproximadamente 3.199.200 €, para o período auditado. O ano 2013, onde percentualmente a EMARP deixou de faturar mais água, contribuiu para o total com 1.152.241€. No caso de ter sido faturado, este valor permitiria realizar diversas intervenções na rede de distribuição. Para além de melhoramentos, substituições de materiais danificados, substituição de contadores, qualificação de pessoal, como

também, controlo ativo de perdas, e diminuição da tarifa cobrada ao utilizador final.

Por sua vez, os diferentes valores para o indicador Fi47 apresentam-se de seguida.

Quadro 4.26 - Resultados para o indicador Fi47, para o período auditado

			Valor	Exatidão (%)
Fi47	Água não faturada em termos de custo (%)	2011	20,5	16-59
		2012	19,1	18-54
		2013	23,1	16-46

4.4 AVALIAÇÃO GLOBAL DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA A PORTIMÃO

A avaliação da dimensão do problema, foi concluída com uma avaliação global do sistema de distribuição de água ao concelho de Portimão. Para avaliar corretamente o problema, foram tidos em consideração, os resultados obtidos nos 3 anos auditados, de forma a proceder a comparações e perceber a evolução do problema em análise.

Da análise do Quadro 4.4 verifica-se que a rede de distribuição de água a Portimão, aumentou 118 km durante o período em análise. Tal facto é justificado com a construção de novos ramais de ligação ao longo do período auditado e também com o facto de à data da primeira auditoria, a EMARP ainda se encontrar a desenvolver o cadastro da rede em SIG. No ano 2013, o valor foi determinado através de todo o comprimento levantado, acrescido com o comprimento de rede viária, onde se sabe que existem condutas.

A diminuição dos custos correntes, está relacionada sobretudo com a diminuição de intervenções mais onerosas, reparação de ramais e condutas. O ligeiro aumento do custo unitário assumido para as perdas reais, é consequência do aumento do custo de aquisição da água à empresa Águas do Algarve, SA.

Ao analisar os Quadros 4.5 e 4.6, verifica-se que ocorreu uma diminuição gradual do volume de água entrada no sistema, ao longo do período em análise, acompanhado de uma diminuição do volume de água faturada. No entanto, salienta-se que a diminuição do volume faturado, não representa um problema, na medida em que percentualmente, verificou-se uma melhoria significativa entre 2011 e 2012, relativamente a água não faturada, passando de 20,6 % de perdas de água em 2011, para 17,5 % em 2012. Relativamente ao facto de haver um retrocesso no ano de 2013, relacionado com a água não faturada, justifica-se, não com o número de intervenções na rede, o que sugere roturas, mas sim, com a dimensão e duração da reparação de algumas roturas, com as quais a EMARP se deparou, responsáveis por grande parte da água perdida em 2013.

A substituição de contadores de água, que tem vindo a ser feita pela EMARP, traduz-se num valor aceitável de perdas aparentes de água. Importa referir que relativamente ao uso indevido de água, a entidade gestora depara-se com um grau de

incerteza elevado, devido à dificuldade em quantificar exatamente o volume perdido de forma ilícita.

Depois de realizada a análise de resultados dos diferentes balanços hídricos, procedeu-se à comparação dos valores obtidos para os demais indicadores de desempenho, adotados para o sistema em questão. Os indicadores de desempenho, como referido anteriormente, permitem avaliar de forma mais concreta o estado de evolução do sistema de distribuição em análise. Assim, verifica-se que o indicador de água não faturada em termos de volume apresenta, no ano de 2011 e 2013, resultados semelhantes. Salienta-se no entanto, o excelente resultado alcançado no ano 2012, onde o valor de água não faturada é classificado pela ERSAR (2013) como sendo um resultado demonstrativo da boa qualidade de serviço prestado aos utilizadores, por parte da EMARP. Importa também referir que o indicador de ineficiência na utilização dos recursos hídricos, apresenta bons resultados ao longo do período auditado, sendo a maioria dos resultados, inferiores ao valor máximo recomendado pela ERSAR (15%).

Relativamente ao indicador de perdas reais por ramal, assim como grande parte dos restantes, o ano de 2012 apresenta-se como sendo o ano com o melhor resultado alcançado, onde o valor obtido é classificado pela ERSAR (2013) como representativo da boa qualidade prestada aos utilizadores, sendo os outros anos classificados com qualidade mediana. Tendo em conta, como ilustra a Figura C.7, que o número de intervenções realizadas nos ramais de ligação no ano de 2012 (220 intervenções) é inferior às intervenções levadas a cabo pela EMARP no ano 2011 (256 intervenções), o que sugere a existência de um menor número de roturas, o valor é justificável. Por outro lado, no ano de 2013 foram realizadas 187 intervenções nos ramais de ligação, valor menor ao verificado em 2012, mas onde se verificou melhores resultados. Tal facto é justificável, quer por intervenções mais demoradas por parte da entidade gestora, quer por uma maior demora na localização das roturas, o que se reflete num volume superior de perdas.

Analisando o indicador de perdas aparentes de água, constata-se que o mesmo, embora apresentando um valor reduzido, manteve-se constante ao longo do período auditado, o que poderá sugerir alguma dificuldade por parte da EMARP em controlar este tipo de perdas de água. Tal situação deve-se não só ao uso fraudulento da água, mas em grande parte à idade média dos contadores, que com o decorrer dos anos perdem capacidade de precisão. No entanto, a EMARP tendo esta situação presente, ao longo do período auditado, substituiu 3 669 contadores, dando prioridade aos de idade mais avançada.

Relativamente aos indicadores de água não medida e de água não faturada em termos de volume, verifica-se que estes apresentam resultados idênticos, para os diferentes anos auditados. O seu igual valor verifica-se, pois toda a água que é faturada pela EMARP é medida, e toda a água medida é faturada. Assim, toda a água que entra no sistema de distribuição de água a Portimão, à exceção da utilizada pelos bombeiros no combate a incêndios e da perdida, é faturada pela EMARP.





5.1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Através da modelação computacional, é possível avaliar o desempenho hidráulico do sistema de distribuição de água da Urbanização Monte Canelas, nomeadamente, verificar a evolução ao longo do tempo, das pressões nos nós e das velocidades do escoamento nos troços, comparando-os com a legislação em vigor. O recurso à modelação computacional, permite ainda simular diversos cenários de projeto, tais como a expansão de uma rede já existente, avaliar a qualidade da água fornecida à rede de distribuição, apoio à gestão de energia, apoio à gestão de pressões e controlo de perdas de água. Para construir o modelo de simulação hidráulica, utilizar-se-à o programa de simulação computacional EPANET 2.0, desenvolvido pela U.S. Environmental Protection Agency (USEPA), dos Estados Unidos da América, disponibilizado de forma gratuita.

Na impossibilidade da modelação do sistema de distribuição a Portimão, é desenvolvido o modelo hidráulico para um estudo de caso, situado na Freguesia de Mexilhoeira Grande, correspondente à rede de distribuição de água abastecida pelo reservatório semi enterrado de Monte Canelas. O reservatório de Monte Canelas recebe água proveniente do reservatório elevado da Grande Reserva de Chão das Donas, através de uma estação elevatória. Quando o reservatório de Monte Canelas está a ser abastecido, a rede de distribuição também é abastecida diretamente pelo reservatório elevado da Grande Reserva. Em alternativa, a distribuição é realizada por gravidade a partir do reservatório de Monte Canelas. Na Figura C.2, é possível perceber o enquadramento da Urbanização Monte Canelas, (Anexo C).

A zona em análise, com uma extensão de tubagens de 9,5 km, abastece 224 pontos de moradias unifamiliares.

5.2 DESCRIÇÃO DO SISTEMA DA URBANIZAÇÃO MONTE CANELAS

5.2.1 Reservatório de Monte Canelas

A rede de distribuição em análise é abastecida pelo reservatório de Monte Canelas, Figura 5.1, com as características apresentadas no Quadro 5.1.



Figura 5.1 - Reservatório semi enterrado de Monte Canelas © Cristiano Gregório (2014)

Quadro 5.1 - Características do reservatório de Monte Canelas

Reservatório	Nº de células	Volume	Cota (m)	
		(m ³)	Base	Nível Máximo de Armazenamento
Monte Canelas	1	750	98,0	101,5

5.2.2 Estação elevatória

A bomba instalada na estação elevatória, localizada entre o reservatório elevado da Grande Reserva e o reservatório semi enterrado de Monte Canelas, é uma bomba centrífuga e tem a curva característica representada na Figura 5.2.

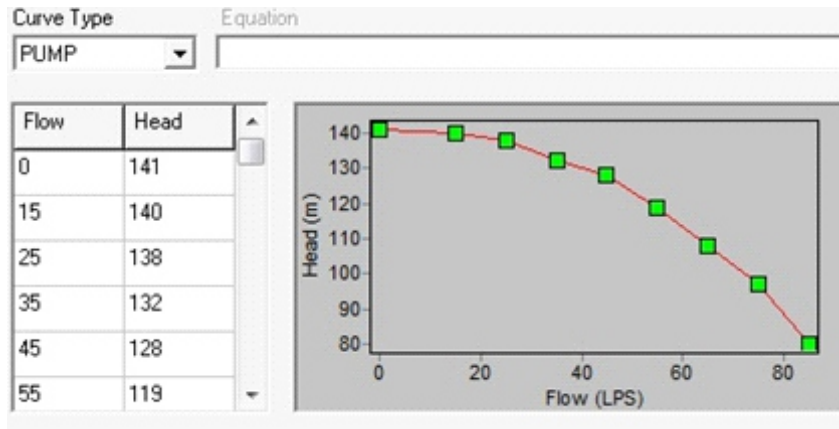


Figura 5.2 - Curva característica da bomba

As regras de funcionamento da bomba são apresentadas na Figura 5.3. A bomba funciona durante o período noturno, período onde o custo de energia é mais reduzido, repondo o nível máximo de água no interior do reservatório semi enterrado de Monte Canelas. O funcionamento no período diurno, faz-se exclusivamente para repor o nível de água no valor previamente definido, nos períodos em que é previsto um aumento de consumo, nomeadamente no período do jantar. Durante o seu período de funcionamento, a bomba abastece simultaneamente o reservatório de Monte Canelas e todos os pontos com consumo.

RMC Turnos p/ Rsv. Monte Canelas						
	Início	Fim	Nível Arranque	Nível Paragem	Desfasagem	Nº Grupos
Turno 1	2 : 0	7 : 0	2.80 m	3.20 m	0.00 m	1
Turno 2	7 : 0	13 : 0	1.55 m	1.60 m	0.00 m	1
Turno 3	13 : 0	17 : 50	1.60 m	1.70 m	0.00 m	1
Turno 4	17 : 50	18 : 0	1.70 m	2.10 m	0.00 m	1
Turno 5	18 : 0	20 : 30	1.50 m	1.60 m	0.00 m	1
Turno 6	20 : 30	2 : 0	1.50 m	1.70 m	0.00 m	1

Figura 5.3 - Períodos de funcionamento, arranque/paragem da bomba

5.2.3 Rede de distribuição

A rede de distribuição de água é maioritariamente constituída por condutas em PVC (8,33 km), sendo os restantes 1,16 km, correspondentes à conduta adutora/distribuidora, em FB, como se verifica na Figura 5.4.



Figura 5.4 - Rede de distribuição de água à urbanização Monte Canelas. Material da tubagem. Legenda: Preto - FB; Azul - PVC

5.3 CRIAÇÃO DO MODELO HIDRÁULICO

5.3.1 Dados de entrada no modelo

Com a implementação do modelo de simulação hidráulica da rede de distribuição de água à urbanização Monte Canelas, pretende-se representar e analisar o comportamento hidráulico da rede, durante a semana de 6 a 13 de outubro de 2014.

De forma a construir o modelo, foi necessário obter a seguinte informação:

- Localização dos componentes do sistema de distribuição de água ao Monte Canelas, isto é, reservatório, condutas, válvulas e bomba;
- Características do reservatório, nomeadamente a cota de soleira, volume de armazenamento, nível máximo de armazenamento, entre outras características;
- Características das condutas, nomeadamente comprimento, diâmetro e material;
- Curva característica da bomba;
- Cota dos nós;
- Solicitações do sistema, isto é, registos de consumos e de caudal à saída do reservatório;
- Critérios de operação do sistema a modelar.

Para a obtenção de informação relativa aos componentes físicos do sistema, nos pontos iniciais acima referidos, teve um importante papel, o recurso ao Sistema de Informação Geográfico (SIG), onde toda a informação cadastrada se encontra disponível. Assim, foi possível converter a rede em estudo, para o modelo EPANET.

5.3.2 Distribuição dos consumos pelos nós

As solicitações do sistema de distribuição de água, caracterizam-se pelos consumos de água e pelas perdas físicas de água que ocorrem nas condutas e nos restantes componentes do sistema. Para a estimativa do consumo foi registado diariamente, durante uma semana, com recurso à telegestão, o caudal saído do reservatório de Monte Canelas. Assim, percebeu-se, devido à existência de um medidor de nível de água no interior do reservatório, qual o volume de água fornecido à população abastecida pelo reservatório, como ilustra a Figura 5.5.

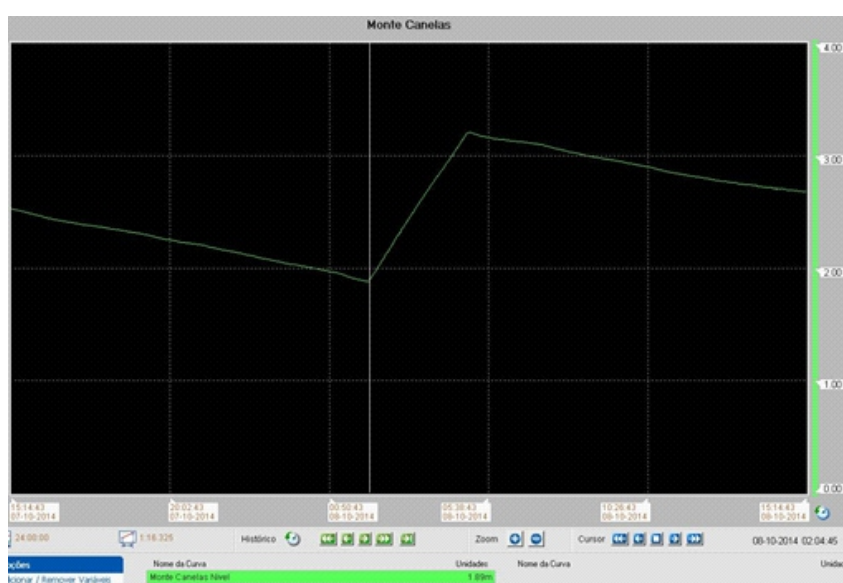


Figura 5.5 - Variação do nível de água no interior do reservatório do Monte Canelas, entre as 15:15h do dia 7 de outubro e as 15:15h do dia 8 de outubro.

Salienta-se que durante o abastecimento do reservatório, o fornecimento de água à rede de distribuição é assegurado pela bomba, sendo o seu valor calculado, com base na diferença entre o registado no medidor de caudal a jusante da bomba e o valor entrado no reservatório.

Os consumos na rede de distribuição foram concentrados nos nós da rede. Assim, e considerando que o consumo se faz de forma uniforme ao longo de toda a rede de distribuição, tendo em conta que o aglomerado urbano é relativamente homogéneo, o consumo-base atribuído a cada nó, é calculado através do produto, entre o semi-comprimento de cada conduta concorrente ao nó e o consumo médio por metro de conduta. Para que o modelo reflita, o mais real possível, a variação de consumos ao longo da semana, teve-se em consideração a variação temporal dos consumos registados.

Foi criado um padrão de consumo semanal, que possibilita simular o diferente consumo para cada hora do dia, ao longo das 168 horas em análise. A Figura 5.6 apresenta a variação horária dos consumos relativos ao período em estudo e os respetivos fatores multiplicativos.

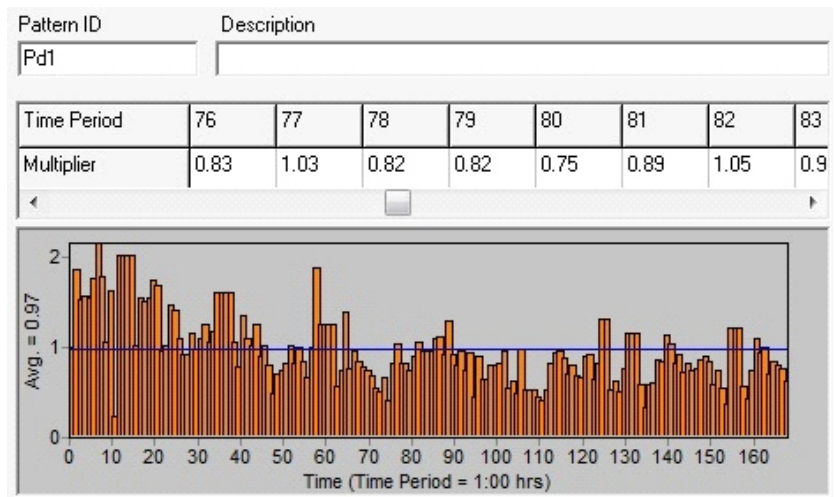


Figura 5.6 - Padrão temporal de consumo semanal.

5.4 RESULTADO DA SIMULAÇÃO HIDRÁULICA PARA OS CONSUMOS REGISTRADOS

5.4.1 Pressão de serviço

Na análise da simulação hidráulica, teve-se em consideração diversos parâmetros legais estabelecidos pelo Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais-Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de agosto. Assim, a pressão de serviço, ao nível do solo, deverá estar compreendida entre os 14 m.c.a. e os 60 m.c.a. Para definir os intervalos de pressões devolvidos pelo EPANET, teve-se em consideração a seguinte expressão:

$$H = 10 + 4n \quad (5.1)$$

Onde,

H é a pressão mínima (m.c.a.)

n, o número de pisos acima do solo

A Figura 5.7 representa a distribuição de pressões na hora de menor consumo, 05:00h do dia 12 de outubro (domingo).

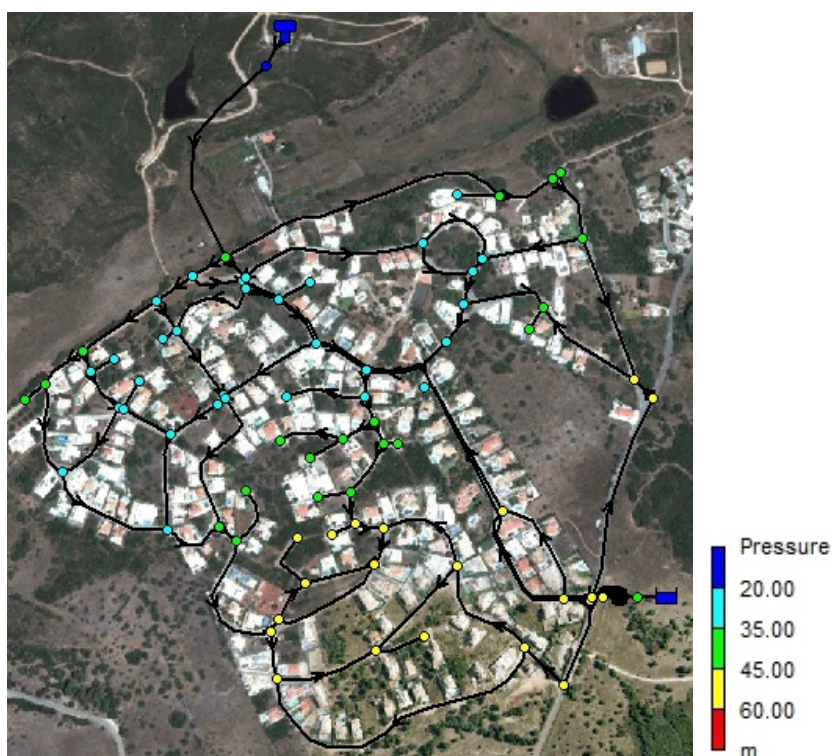


Figura 5.7 - Diagrama das pressões na hora de menor consumo

Na hora de menor consumo, altura do dia em que a população é abastecida pelo reservatório de Monte Canelas, e onde são esperadas as pressões mais elevadas, verifica-se que as mesmas não ultrapassam os 60 m.c.a., nas zonas de cota mais baixa. No Quadro 5.2, apresentam-se as pressões mais elevadas registadas na rede, para a hora de menor consumo.

Quadro 5.2 Pressões máximas. Hora de menor consumo

Nó	Cota (m)	Pressão (m.c.a)
98	45	56,08
29	45	56,08
30	45	56,08
332	46,3	54,78
6	45	56,08

Na Figura 5.8 apresenta-se para a hora de maior consumo, 21:15h do dia 06 de outubro (segunda feira), a distribuição de pressões devolvida pelo EPANET.

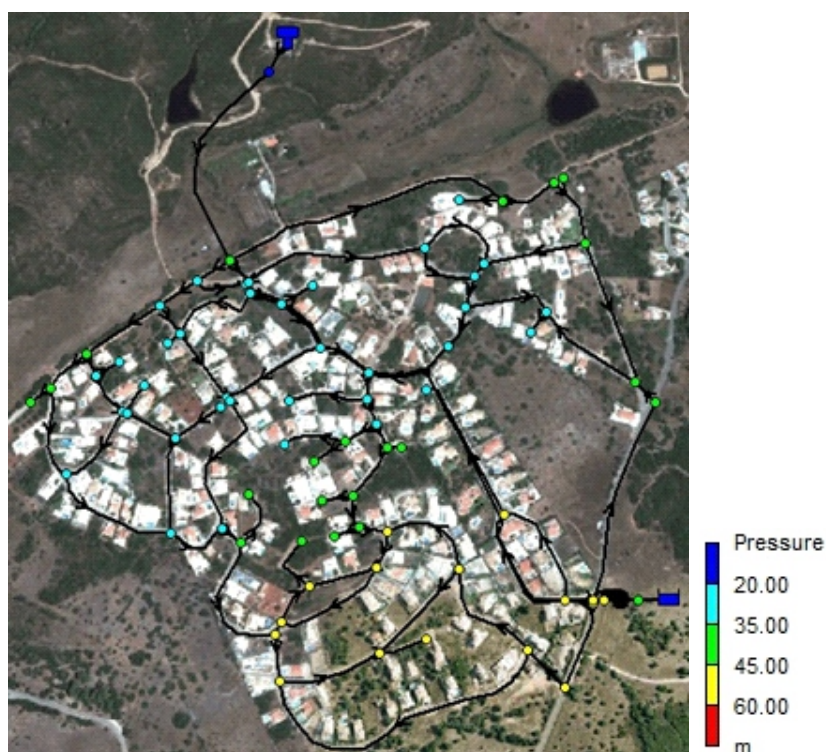


Figura 5.8 - Diagrama das pressões na hora de maior consumo

Da análise da Figura 5.8, verifica-se que na hora de maior consumo, período do dia onde se esperam as pressões mais reduzidas na rede de distribuição, as mesmas não são inferiores a 20 m.c.a. O Quadro 5.3 resume as pressões mínimas registadas na hora de maior consumo.

Quadro 5.3 Pressões mínimas. Hora de maior consumo

Nó	Cota (m)	Pressão (m.c.a)
52	74,5	24,79
53	75	24,29
64	73,2	26,07
70	74,1	25,17
85	73,1	26,15
122	74,5	24,77
118	75	24,28
132	74,9	24,4

Pretendeu-se também, como se verifica na Figura 5.9., analisar a dispersão de pressões, na altura do dia em que o abastecimento à população é feito a partir da bomba, ou seja, quando o reservatório está a encher. Neste caso, tendo em conta as condições de funcionamento da bomba e o caudal reduzido, fornecido ao longo do dia, o arranque da bomba faz-se às 02:15h, período do dia em que o custo de energia é mais reduzido.

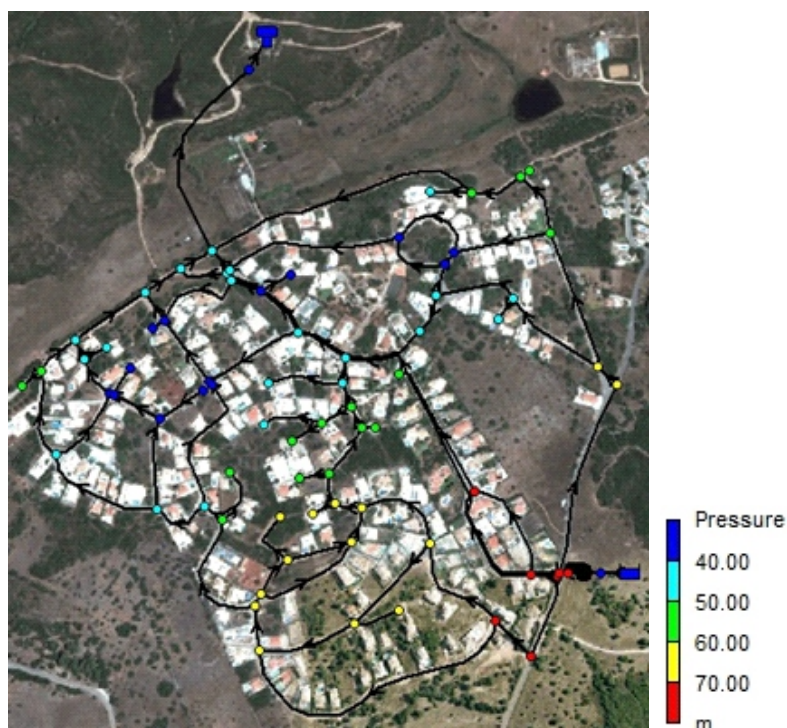


Figura 5.9 - Diagrama de pressões na hora de funcionamento da bomba

Verifica-se que na hora em que o abastecimento à população é feito com recurso à bomba, são vários os pontos da rede de distribuição, nomeadamente, nos pontos de cota mais baixa, onde se verificam pressões superiores ao máximo estipulado pelo Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de agosto, sendo que o valor máximo registado

é de 81.08 m.c.a, no primeiro nó a jusante da bomba.

Na Figura F.1, representa-se a evolução semanal da pressão no nó de cota mais baixa (45 m), (Anexo F).

Dada análise da Figura F.1, tendo em conta que o início da simulação se faz às 15.15h, verifica-se que no período de funcionamento da bomba (02:15h), registam-se as pressões mais elevadas na rede. Verifica-se também, que no nó de cota inferior, situado nas proximidades da bomba, a pressão mínima registada não é inferior a 54 m.c.a., sendo a máxima registada 81.08 m.c.a., às 02:15h de sábado, oscilação próxima da variação máxima (30 m.c.a.) estipulada pelo Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de agosto.

Na Figura F.2 apresenta-se a variação semanal da pressão no nó de cota mais elevada (75 m).

Da análise da Figura F.2, verifica-se que a pressão semanal varia entre os 24.29 m.c.a., de segunda feira e os 40.44 m.c.a registados às 02:15h de sábado, no horário de arranque da bomba.

5.4.2 Velocidade de escoamento

De forma a analisar a velocidade de escoamento no interior da rede de distribuição, importa conhecer o diâmetro das tubagens que a compõem. Observando a Figura 5.10, verifica-se que a conduta adutora/distribuidora é constituída por tubagens com 200 mm de diâmetro, assim como um pequeno troço da rede, cerca de 83 m. Os restantes troços da rede, são constituídos por diâmetros compreendidos entre os 90 e os 160 mm.

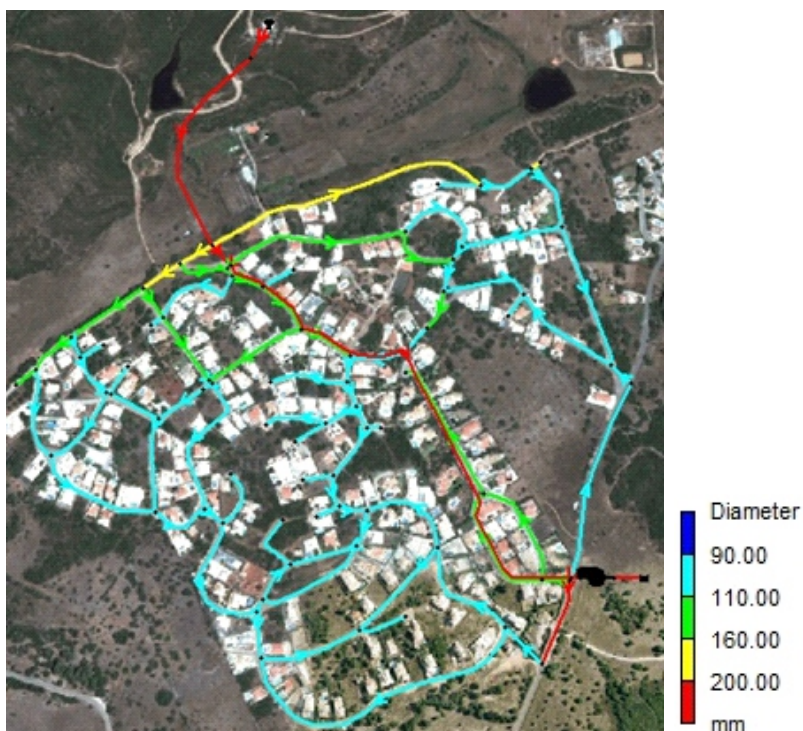


Figura 5.10 - Diagrama da rede de distribuição e os respectivos diâmetros da tubagem

Para que o intervalo de velocidades de escoamento, regulamento pelo Decreto Regulamentar nº.23/95, de 23 de agosto, seja cumprido, este deve estar compreendido entre um mínimo de 0,3 m/s e um máximo calculado de acordo com a seguinte equação:

$$V = 0.127 \times D^{0.4} \quad (5.2)$$

Onde,

V, é a velocidade limite de escoamento (m/s)

D, o diâmetro interno da tubagem (mm)

Assim, tendo em conta a equação 5.2, o limite de velocidade máxima no interior da rede de distribuição à urbanização Monte Canelas é apresentado no Quadro 5.4.

Quadro 5.4 - Velocidades máximas, em função do diâmetro da tubagem

Diâmetros (mm)	Velocidade máxima (m/s)
90	0,77
110	0,83
160	0,97
200	1,06

Para a hora de menor consumo, obteve-se o diagrama de velocidades, que se apresenta em seguida.

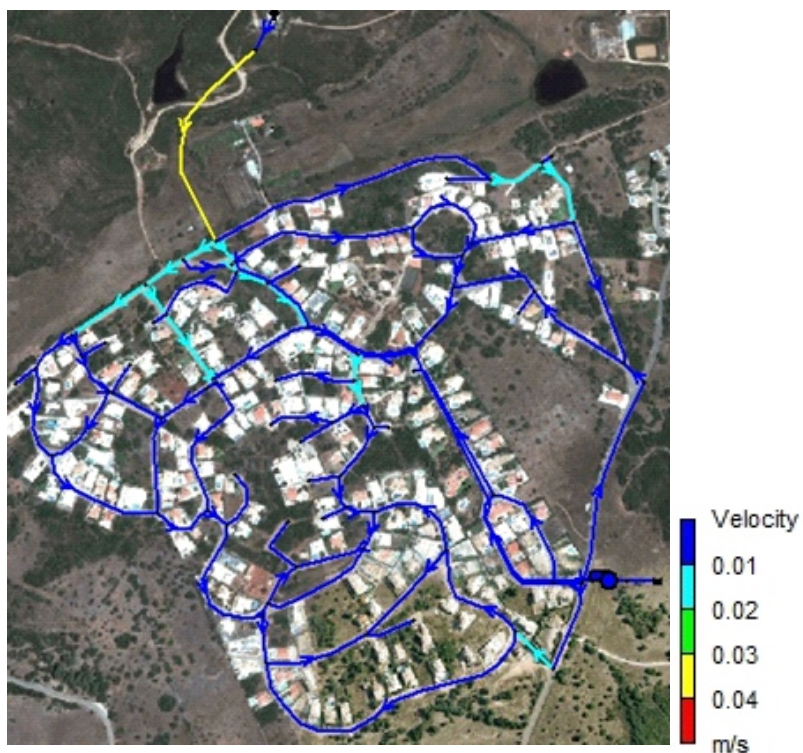


Figura 5.11 - Diagrama de velocidades de escoamento. Hora de menor consumo.

Como é possível constatar pela escala de velocidades, a velocidade verificada na hora de menor consumo, apresenta valores muito baixos, somente explicados pelo baixo consumo de água, cerca de 1 L/s, verificado àquela hora do dia (05:15h).

Por outro lado, na hora de maior consumo (21:15h), obteve-se o diagrama de velocidades que se apresenta em seguida.

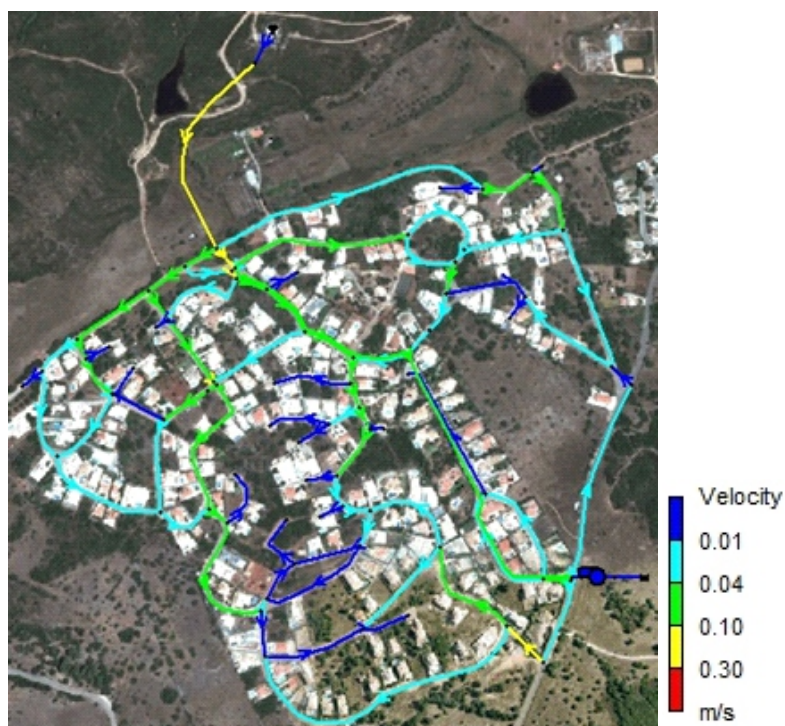


Figura 5.12 - Diagrama de velocidades de escoamento. Hora de maior consumo

Analisando a Figura 5.12, verifica-se que mesmo na hora de maior consumo, onde os caudais escoados são superiores, cerca de 6,40 L/s, a velocidade máxima de escoamento não excede os 0,20 m/s, sendo que a mesma, se verifica na conduta adutora/distribuidora que sai do reservatório do Monte Canelas.

Pretende-se com a Figura F.3 ilustrar a variação semanal da velocidade no interior de uma das condutas com diâmetro 90 mm.

Da análise da Figura F.3, verifica-se como referido anteriormente, que a rede de distribuição de água à urbanização Monte Canelas, apresenta velocidades de escoamento quase nulas, à exceção da verificada exclusivamente na hora de funcionamento da bomba, período onde o caudal no interior das condutas é mais elevado.

Na Figura F.4 ilustra-se a variação da velocidade de escoamento, no interior de uma das condutas da rede de distribuição de diâmetro 110 mm. Assim como o verificado na Figura F.3, a velocidade registada no interior de uma das condutas de diâmetro 110 mm, é, em grande parte do dia próxima de 0 m/s.

Nas Figuras F.5 e F.6 apresentam-se as variações da velocidade no interior de uma das conduta de diâmetro 160 mm e 200 mm, respetivamente.

5.5 CONCLUSÕES

Para uma correta simulação da rede de distribuição de água, seria necessário recorrer à calibração do modelo computacional. Para que o modelo reflita da melhor forma o sistema real, torna-se necessário definir pontos estratégicos de medição de caudais e pressão. Para tal, seria necessário verificar “in situ”, o caudal saído do reservatório semi enterrado de Monte Canelas, com recurso a medidores de caudal e dataloggers, o caudal escoado pela bomba, registar os níveis de pressão a jusante da bomba e ainda, em vários pontos críticos da rede, nomeadamente, nos nós de cota mais baixa, assim como nos nós de cota superior. A calibração do modelo não foi realizada, pois a entidade gestora não dispõe de dataloggers. Seria importante no futuro, depois de calibrado o modelo, compará-lo com os dados de faturação, de forma a perceber, caso se verifique, qual volume de água perdido na Urbanização Monte Canelas.

Com recurso ao modelo de simulação do EPANET, pôde-se concluir, que as velocidades de escoamento são muito reduzidas. No troço da conduta de diâmetro 200 mm, onde se verificam os maiores caudais, a velocidade no período diurno, não ultrapassa os 0,2 m/s, o que poderá indicar o sobredimensionamento da rede em questão, relacionado com a ocupação sazonal da urbanização em estudo. A exceção, tal como para os restantes casos, verifica-se exclusivamente no período de funcionamento da bomba, onde os caudais no interior da conduta são superiores.

Relativamente às pressões de serviço, importantes no que a perdas de água diz respeito, as mesmas, para os períodos avaliados, apresentam resultados muito satisfatórios, onde não se verificaram pressões fora dos limites regulamentares. A exceção, verifica-se aquando do arranque da bomba, onde nos pontos de cota mais baixo foram registadas pressões de cerca de 81 m.c.a., valor muito superior ao estipulado pelo Decreto Regulamentar n.º.23/95, de 23 de agosto, sendo importante verificar o estado das tubagens. Tendo em conta a idade da rede de distribuição em questão, onde parte da conduta saída do reservatório semi enterrado remonta aos anos 80, é expectável que apresente alguma deterioração, sendo esta uma zona suscetível à ocorrência de fugas e roturas de água.



6. Plano de ação para controlo ativo de perdas no sistema de distribuição de água ao concelho de Portimão

Depois de avaliada a dimensão das perdas de água no sistema público de distribuição de água ao concelho de Portimão, através da aplicação de uma auditoria e tendo em conta, que importa melhorar os resultados alcançados no último ano auditado, que apesar de não estarem distantes da meta prevista pelo PNUEA, regrediram em relação a 2012, propõe-se que a EMARP adote uma estratégia de controlo ativo de perdas de água. Face ao potencial que a EMARP dispõe para o efeito, nomeadamente, o conhecimento avançado das características das suas infra-estruturas, o controlo ativo de perdas é fundamental para a redução do nível de perdas de água e, além de garantir resultados a curto prazo, fornece informações importantes sobre o estado de funcionamento do sistema de distribuição de água e identifica, as zonas com maior necessidade de investimento.

Pretende-se com este plano de ação, controlar as perdas reais e as perdas aparentes de água.

6.1 CONTROLO DAS PERDAS REAIS DE ÁGUA

Para garantir a redução das perdas reais de água no sistema público de distribuição de água ao concelho de Portimão, propõem-se as seguintes ações:

- Controlo de pressões;
- Detecção e localização de perdas reais de água;
- Redução do tempo de reparação;

6.1.1 Controlo de pressões

A avaliação do sistema de pressões existentes na rede de distribuição de água ao concelho de Portimão, com base em registos de pressão e caudal de simulação computacional, depois de corretamente calibrados, permite controlar as pressões existentes na rede de distribuição, assim como o tempo de duração das pressões máximas, tendo como referência as pressões mínimas regulamentares. A criação de zonas de gestão de pressões na rede de distribuição de água, caracterizadas por determinadas gamas de pressão, que podem ser coincidentes ou derivadas das zonas de medição e controlo, tendo em conta as pressões mínimas e máximas da zona em questão, a sua extensão e a frequência de roturas, é a melhor forma de controlar a pressão num sistema de distribuição de água. A instalação de válvulas redutoras de pressão, dimensionadas para o caudal previsto para a zona em análise, pode controlar as perdas de água, pois permite definir a pressão pretendida a jusante da sua instalação.

Tendo em conta que a diminuição do volume de água perdida está diretamente relacionada com a redução de pressão, de acordo com a equação 2, a utilização de válvulas redutoras de pressão, é uma solução para diminuir a pressão na rede de distribuição e conseqüentemente, diminuir o volume perdido nas condutas e nos ramais de ligação. Por outro lado, permitirá diminuir a pressão na rede de distribuição nas horas de menor consumo, nomeadamente no período noturno, onde a pressão é mais elevada, reduzindo assim a frequência de ocorrência de fugas e roturas.

A redução de pressão na rede pública de distribuição de água, tem ainda, o efeito da redução de pressão na rede predial de água, com a conseqüente redução do consumo.

6.1.2 Detecção e localização de perdas reais de água

Propõe-se que a EMARP procure, localize e repare as roturas não visíveis de água, através de campanhas de deteção e localização de roturas/fugas, recorrendo aos aparelhos de localização acústica, que já possui, nomeadamente o correlador acústico e o geofone. Desta forma, a EMARP poderá reduzir o tempo de duração da rotura/fuga. Assim, quanto maior for a frequência das campanhas de deteção e localização de perdas de água, maior será a redução do volume de água perdida.

Para o efeito, numa fase inicial, a deteção e localização das roturas/fugas, pode ser realizada apenas em áreas onde com base na experiência dos técnicos, a frequência de roturas seja elevada, a pressão seja elevada, a rede de distribuição seja mais antiga, ou ainda, em áreas com grande intensidade de tráfego. Depois de definidas as áreas de atuação, procede-se à deteção e localização de roturas/fugas, através dos equipamentos disponíveis para o efeito.

A deteção e localização das roturas/fugas não visíveis, pode ser muito facilitada com recurso aos registos de caudal e de pressão nas Zonas de Medição e Controlo (ZMC's), a criar, recorrendo ao método dos caudais mínimos noturnos.

6.1.3 Redução do tempo de reparação

O tempo de reparação deve ser reduzido ao mínimo valor possível, por ser de extrema importância, para que a EMARP reduza o volume de água perdido através de roturas/fugas. Apesar de depender de vários fatores, tais como, o conhecimento do traçado da tubagem, profundidade da tubagem, pavimentação da rua, existência ou não de tráfego local, entre outros, devem ser criados protocolos, que permitam maior eficiência e execução. De forma geral, atualmente, o tempo de reparação é da ordem das 24 horas.

6.1.4 Gestão do sistema de distribuição

Com a gestão do sistema de distribuição de água à cidade de Portimão, pretende-se que seja criada uma plataforma digital, onde esteja disponível toda a informação relativa à rede de distribuição de água. Para tal a EMARP deve continuar a apostar na manutenção de um cadastro atualizado da rede de distribuição, procedendo ao

levantamento de todos os elementos ainda não cadastrados, pois este é essencial para um perfeito controlo do sistema de distribuição em causa.

Com a plataforma digital pretende-se registar e aceder facilmente aos dados que se seguem.

- Traçado da rede de distribuição;
- Comprimento dos troços;
- Diâmetro dos troços;
- Material da tubagem e respectivo coeficiente de rugosidade;
- Idade dos diferentes elementos constituintes da rede de distribuição;
- Registo de pressões;
- Registo de caudais entrados e saídos dos diferentes reservatórios;
- Registo de caudais entrados nas diferentes zonas de medição e controlo;
- Registos de manutenção/alteração/substituição dos diferentes elementos constituintes da rede de distribuição.

O recurso a software de modelação matemática, que simule o comportamento hidráulico do sistema de distribuição, é também uma ferramenta bastante útil, pois auxilia no dimensionamento de ampliações da rede de distribuição, prevendo o comportamento atual da mesma e qual a sua resposta a futuras intervenções.

De forma a melhor perceber quais os benefícios a alcançar com uma aposta na redução de perdas reais de água, a aquisição de softwares de análise custo-benefício, permitiriam simular as perdas de água para as futuras condições da rede, estimar o volume de água economizado e avaliar o período de retorno do investimento em causa. Existem no mercado diversos softwares para o efeito, o PRESSMAN – Pressure Management Program, por exemplo, desenvolvido pela Watertight Solutions Ltd, avalia as perdas reais para cada setor da rede, simula as perdas reais para as novas condições de pressão, estima o volume de água recuperado e calcula a respetiva relação custo/benefício.

6.2 CONTROLO DAS PERDAS APARENTES DE ÁGUA

Para a redução das perdas aparentes de água é importante melhorar o cadastro comercial, a gestão do parque de contadores, combater as ligações ilícitas e violações dos contadores bem como apostar na macromedição, sendo que esta, tem um papel importante no controlo geral das perdas de água, pois a sua incorrecta utilização tem influência direta em vários indicadores de perdas de água. É assim fundamental para a correta monitorização e gestão do sistema de distribuição de água, pois só perante dados fidedignos é que é possível que a EMARP, elabore uma correta estratégia de combate às perdas de água.

De forma a melhorar a gestão do parque de contadores e consequentemente diminuir os erros de medição, devem ser tidos em conta os seguintes aspetos:

- Instalação dos contadores segundo as indicações do fabricante, em local de boa visibilidade e de fácil acesso;
- Dimensionamento correto dos medidores de caudal, pois, contadores destinados a registar hipotéticos aumentos de consumo, não registam consumos inferiores ao mínimo especificado pelo fabricante;
- Aposta na continuação da substituição dos contadores, dando prioridade aos mais antigos e aos que se encontrem em pior estado de conservação;
- Instalação de redutores de caudais em contadores que apresentem dificuldades em registar caudais relativamente baixos.

De maneira a diminuir o consumo não autorizado de água, nomeadamente as violações do contador, a aposta da EMARP deve passar pela:

- Instalação de contadores por telemetria, onde qualquer violação do contador emitirá um alerta;
- Rotatividade dos leitores, evitando possíveis omissões de situações ilícitas;

-
- Aumento da frequência de leituras, nomeadamente aos maiores consumidores;
 - Promover ações de sensibilização junto dos munícipes de Portimão, sensibilizando-os para a importância de denunciar casos conhecidos;
 - Denúncia de casos identificados.

6.3 PROPOSTA DA METODOLOGIA A APLICAR NO DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE AÇÃO DE CONTROLO ATIVO DE PERDAS DE ÁGUA

A metodologia aqui proposta para desenvolver um Plano de Ação de Controlo Ativo de Perdas de Água pela EMARP, é composta por três fases de ação: a fase preparatória, que prepara as condições para que o plano de ação possa ser desenvolvido, a fase inicial, onde se procede à criação de zonas de medição e controlo e a fase de atuação, que põe em prática os métodos a aplicar.

FASE PREPARATÓRIA: Pretende definir uma estratégia de atuação, de acordo com o desempenho actual do sistema. Devem ser consideradas as seguintes tarefas:

- Caracterizar o sistema: número de ramais, comprimento de condutas, número de clientes, volume de água fornecido à rede de distribuição;
- Avaliar o nível atual de perdas de água;
- Determinar os custos/benefícios relacionados com a redução de perdas de água;
- Identificar o equipamento disponível (ex: aparelhos acústicos) para a localização de fugas/roturas;
- Definir objetivos a alcançar com a aposta no controlo ativo de perdas de água.

FASE INICIAL: Pretende criar Zonas de Medição e Controlo, devendo tomar em conta o número de ramais de ligação (1 000-3 000) e a variação de pressões no seu interior, o que inicialmente poderá ser avaliado com base na topografia do local, e prevendo a sua divisão em sub zonas.

Para tal devem ser consideradas as seguintes tarefas:

- Definir as ZMC's;
- Simular o comportamento hidráulico no seu interior;

- Aquisição do equipamento necessário: válvulas, medidores de caudal e dataloggers;
- Realizar obras e instalar os aparelhos de medição e registo;
- Verificar a estanquidade de cada ZMC

Posteriormente será necessário controlar as pressões, para tal é necessário:

- Avaliar os níveis de pressão na fronteira e interior das ZMC's;
- Determinar os níveis de perdas de água e a frequência de roturas;
- Avaliar as necessidades das diferentes ZMC's, nomeadamente no que diz respeito à instalação de válvulas redutoras ou sobreprensoras.

FASE DE ATUAÇÃO: De forma a detetar e controlar as perdas reais de água, a EMARP deverá recorrer inicialmente ao método dos caudais mínimos noturnos, realizado no interior das sub zonas, de forma limitar a área em análise. Quando a relação entre o caudal mínimo noturno e o caudal médio diário, para uma dada sub-zona, for superior a 0.3, deve ser iniciada uma localização exata do local da fuga/rotura e posterior reparação.

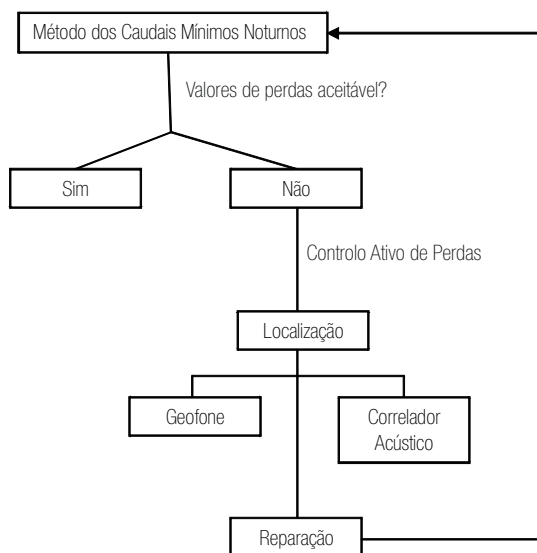


Figura 6.1 - Etapas da fase de atuação do plano de ação de controlo ativo de perdas de água

Depois de proceder à reparação das anomalias detetadas, a EMARP deve determinar o novo volume de perdas de água e os benefícios alcançados, com a campanha de deteção e localização de fugas/roturas.

6.4 BENEFÍCIOS ASSOCIADOS À REDUÇÃO DE PERDAS DE ÁGUA

São vários os benefícios que a EMARP alcançaria com a aposta numa política de redução de perdas de água. Com a redução das perdas físicas, a EMARP pode assim diminuir a água comprada às Águas do Algarve, SA, continuando a abastecer o mesmo número de clientes, além de diminuir os gastos em energia elétrica necessária ao bombeamento de água.

Ao diminuir as perdas aparentes de água, o volume faturado aumentará e consequentemente a receita será superior.

Tendo em conta o crescente número de habitantes que se tem verificado no concelho de Portimão, o aumento da eficiência do sistema de distribuição de água, contribuirá para dar resposta a um maior número de pessoas, sem que seja necessário adquirir a totalidade da água necessária.



Com a realização desta dissertação, cujo tema representa uma preocupação para as demais entidades gestoras do setor, pretendeu-se apresentar um estudo bibliográfico sobre o controlo de perdas de água em sistemas de distribuição de água, assim como, quantificar o volume perdido pela entidade gestora de água do concelho de Portimão, a EMARP, EM.

A temática de redução de perdas de água em sistemas de distribuição de água, possui grande quantidade de material bibliográfico disponível, continuando no entanto, a ser um problema significativo para as diferentes entidades gestoras.

Tendo em conta que o controlo de perdas de água é essencial para o uso eficiente da mesma, é fundamental que as entidades gestoras adotem uma política que conduza a usos eficazes de um recurso natural tão precioso como a água. Ao não controlar as perdas de água, as entidades gestoras, no geral, e a EMARP em particular, estão, a desperdiçar um recurso natural essencial à vida, a colocar a saúde pública em risco, devido à probabilidade de contaminação, ao mesmo tempo que passa para o consumidor final uma imagem negativa, desincentivando-o a utilizá-la de forma racional.

Para que a redução de perdas de água seja alcançada, é importante que se adote uma estratégia de gestão de perdas reais, passando pela gestão da pressão na rede, pela qualidade e rapidez das reparações de fugas e roturas, pelo controlo ativo de perdas e também pela reabilitação e substituição de infraestruturas e acessórios.

O balanço hídrico realizado ao sistema de distribuição de água ao concelho de Portimão, assim como a adoção de diversos indicadores de desempenho, permitiram quantificar globalmente os níveis económicos associados às perdas de água. Apesar dos bons resultados percentuais alcançados, nomeadamente no ano 2012 e no que a perdas reais diz respeito, importa refletir sobre o valor económico das mesmas, representando, ao longo dos três anos auditados, um prejuízo de cerca de 1.324.700 € para a EMARP.

Relativamente às perdas aparentes, estas apesar de apresentarem um valor percentual, anual, na ordem dos 6% da água entrada no sistema, e cerca de 30% da água perdida ao longo dos três anos auditados, em termos económicos o valor ascende

aos perto de 1.656.000 €, o que demonstra bem a importância com que as mesmas devem ser encaradas. Importa salientar que para o cálculo do uso não autorizado da água foram, utilizados valores estimados, recomendando-se que se façam medições e melhores levantamentos da atual situação, que demonstrem o melhor valor para a água consumida de forma ilícita, com o intuito simultâneo de diminuir o valor alcançado.

Ao contabilizar toda a água não faturada pela EMARP, ao longo dos três anos auditados, o valor económico da água não faturada ascende aos cerca de 3.199.200 €. Analisando este valor e comparando-o com o custo de aquisição de diversos materiais constituintes da rede de distribuição de água, percebe-se a dimensão do problema e o que poderia ser feito com tamanho montante.

Tendo em conta o sistema de telegestão já implementado na EMARP e essencialmente o atual elevado grau de conhecimento que a EMARP tem sobre a rede de distribuição de água ao concelho de Portimão, através de um cadastro fidedigno das diferentes infra estruturas que compõem a rede, é fundamental que proceda à criação de Zonas de Medição e Controlo, implementando contadores e dataloggers na fronteira de cada subsistema. Desta forma é possível detetar as perdas reais existentes em cada subzona. Para tal, a modelação hidráulica assume um papel relevante, pois permite simular diferentes cenários de abastecimento, minimizando o impacto das alterações efetuadas à rede de distribuição.

Posto isto, conclui-se que a EMARP apresenta níveis de perda de água bastante inferiores à média nacional. No entanto, face ao conhecimento avançado que possui sobre as infra estruturas das quais é responsável, apostar num controlo ativo de perdas de água é o passo que deve seguir.



ALEGRE, H.; ALEIXO, C.; ALEXANDRE, C.; ALVES, D.; ANDRADE, I.; BATISTA, J.M.; CARDOSO, A.; CARVALHO, E.; COSTA, A.; CUNHA, A.; DUARTE, P.; FERREIRA, R.; FRANCO, M.J.; FREIXIAL, P.; GONÇALVES, P.; LOBO, F.; LOPES, R.; MAÇÃS, F.; MATOS, R.; MIRA, F.; MOINANTE, M.J.; NEVES, E.B.; NUNES, M.; PEREIRA, C.; RAMOS, L.; RAMOS, R.; RODRIGUES, C.; RODRIGUES, R.; RUIVO, F.; SILVA, J.; SIMAS, L. (2013). Série Guias Técnicos 19 – “Guia de avaliação da qualidade dos serviços de águas e resíduos prestados aos utilizadores - 2ª geração do sistema de avaliação - 2ª edição revista e actualizada”. Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos, Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa.

ALEGRE, H.; ALMEIDA, M. C.; COELHO, S. T.; VIEIRA, P. (2005). Série Guias Técnicos 3 - “Controlo de Perdas de Água em Sistemas Públicos de Adução e Distribuição”. Instituto Regulador de Águas e Resíduos, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Instituto da Água, Lisboa.

ALEGRE, H.; BATISTA, J. M.; HIRNER, W.; PARENA, R. (2004). Série Guias Técnicos 1 - “Indicadores de Desempenho Para Serviços de Abastecimento de Água”. Instituto Regulador de Águas e Resíduos, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.

ALEGRE, H.; COVAS, D. (2010). Série Guias Técnicos 16 - “Gestão Patrimonial de Infraestruturas de Abastecimento de Água”. Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Lisboa.

ALMEIDA, M. C.; RIBEIRO, P.; VIEIRA, P. (2006). Série Guias Técnicos 8 - “Uso Eficiente da Água no Setor Urbano”. Instituto Regulador de Águas e Resíduos, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Instituto da Água, Lisboa.

BOVO, A.; FERREIRA, A. C. S.; PAULO, P. F.; PEREIRA, L. G.; TOMISAKA, A. K. (2008). Guias Práticos - Técnicas de operação em sistemas de abastecimento de água - “Controlo e Redução de Perdas Aparentes - Processo Comercial”. Projeto COM + ÁGUA, Programa de Modernização do Setor Saneamento, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Ministério das Cidades, Governo Federal, São Paulo.

CARDOSO, A. (2013). “Redução de Perdas Reais em Sistemas de Abastecimento de Água Através do Controlo Avançado de Pressão-Aplicação a um Subsistema da Cidade do Porto”. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, Faculdade de Engenharia - Universidade do Porto.

CENSOS 2011. Resultados definitivos - Algarve.

COSTA, A. (2007). "Controlo de Perdas de Água no Sistema Público de Distribuição do Concelho de Vila Real". Dissertação de Mestrado em Engenharia e Planeamento Municipal, Universidade de Trás-os-montes e Alto Douro.

EMARP, E. M.; "Relatório de contas 2011". Empresa Municipal de Águas e Resíduos de Portimão (EMARP).

EMARP, E. M.; "Relatório de contas 2012". Empresa Municipal de Águas e Resíduos de Portimão (EMARP).

EMARP, E. M.; "Relatório de contas 2013". Empresa Municipal de Águas e Resíduos de Portimão (EMARP).

EMARP, E. M. (2011). Auditoria à Entidade Gestora - "Avaliação da Qualidade dos Serviços de águas e Resíduos Prestados aos Utilizadores". Entidade Reguladora de Serviços de Águas e Resíduos.

EMARP, E. M. (2012). Auditoria à Entidade Gestora - "Avaliação da Qualidade dos Serviços de águas e Resíduos Prestados aos Utilizadores". Entidade Reguladora de Serviços de Águas e Resíduos.

EMARP, E. M. (2013). Auditoria à Entidade Gestora - "Avaliação da Qualidade dos Serviços de águas e Resíduos Prestados aos Utilizadores". Entidade Reguladora de Serviços de Águas e Resíduos.

EMARP, E.M. (2011). Regulamento de Serviços.

ERSAR (2013). Nota à imprensa. "Água não Faturada nos Sistemas de Abastecimento Corresponde a 167 Milhões de Euros Anuais". Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR).

ERSAR (2009). Relatório Anual do Setor de Águas e Resíduos em Portugal. Volume 3- "Avaliação da Qualidade do Serviço Prestado aos Utilizadores. Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR).

ERSAR (2012). Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal. Volume 3- "Avaliação da Qualidade do Serviço Prestado aos Utilizadores. Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR).

FARLEY, M. (2001). "Leakage management and control – A Best Practice Training Manual". World Health Organization, Geneve, Suíça.

Farley, M.; Istandar, A.; Md.Ghazali, Z. B.; Singh, S.; Wyeth, G. (2008). The Manager's Non-Revenue Water Handbook – A Guide to Understanding Water Losses. Niels van Dijk, Vivian Raksakulthai, Elizabeth Kirkwood (United States Agency for International Development (USAID)), Bangucoque, Tailândia.

LACERDA, F.; LIMA, D. S.; MARTINS, J. P. (2011). "Controlo de Perdas Reais em Sistemas de Abastecimento- Substituição de Conduitas sem Abertura de Vala". 6ª Jornada de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente, Faculdade de Engenharia - Universidade do Porto.

MALHEIRO, R. (2011). "Controlo de Perdas Aparentes em Sistemas de Abastecimento de Água com Utilização de Telecontagem". Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia - Universidade do Porto.

MARTINS, A. M. (2008). Relatório de estágio profissional realizado na empresa EMARP, E. M.

MARTINS, C. (2009). "Balanço Hídrico e Indicadores de Desempenho no Subsistema de Abastecimento de Água de São João de Lobrigos - Santa Maria de Penaguião". Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

OLIVEIRA, F. (2013). "Redução de Perdas Reais em Sistemas de Abastecimento de Água-Otimização das pressões numa grande rede de distribuição de água – aplicação ao caso do Porto". Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia - Universidade do Porto.

OLIVEIRA, M. (2013). "Otimização de Rotas de Leitura de Contadores Como Parte Integrante do Processo de Redução de Perdas Aparentes em Sistemas de Abastecimento de Água-Aplicação do Estudo à Cidade do Porto". Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, Faculdade de Engenharia - Universidade do Porto.

PEAASAR II, Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais II. (2007). Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Lisboa.

PIMPÃO, T. (2012). “Contribuição para a Minimização das Perdas de Água no Subsistema em Baixa da Nazaré”. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, Instituto Politécnico de Beja - Escola Superior Agrária.

PNUEA, Programa Nacional para o uso Eficiente da Água. (2012). Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território, Agência Portuguesa do Ambiente, Lisboa.

ROSA, F. (1996). “Captações, tratamento e distribuição de água no concelho de Portimão, problemas-possíveis soluções”. Projeto de investigação aplicada em construção. Universidade do Algarve, Escola Superior de Engenharia.

SIQUEIRA, N. (2014). “Redução de Perdas em Sistemas de Distribuição de Água: Estudo de Caso Derivação Sacomã”. Monografia de Graduação em Engenharia Ambiental e Urbana, Universidade Federal do ABC.

SOUSA, V. D. “A necessidade de reinvenção do paradigma de desenvolvimento rural- uma reflexão a partir do caso algarvio”. VI Congresso Português de Sociologia – Mundos Sociais: Saberes e Práticas. Universidade Nova de Lisboa - Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, 2008.

VICENTI, L. (2012). “Componentes do Balanço Hídrico para Avaliação de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água”. Dissertação de Mestrado em Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Legislação:

Decreto Regulamentar nº 23/95 de agosto. Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, Lisboa.

Diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2000

Lei nº 25/2005, de 29 de dezembro. Lei da Água.

Portaria nº 21/2007, de 5 de janeiro. Ministério da Economia e da Inovação, Lisboa.

Decreto-Lei nº 306/2007, de 27 de agosto. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.

Decreto-Lei nº 194/2009, de 20 de agosto. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.

Decreto-Lei nº 71/2011 de junho.

Decreto-Lei nº 130/2012, de 22 de junho. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território.

Sítios visitados na internet:

Águas do Algarve, S.A. (AdA, S.A.); www.aguasdoalgarve.pt

Câmara Municipal de Portimão; www.cm-portimão.pt

Empresa Municipal de Águas e Resíduos de Portimão (EMARP, E. M.); www.emarp.pt

Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos (ERSAR); www.ersar.pt

Instituto Nacional de Estatística (INE); www.ine.pt

Junta de Freguesia de Alvor; www.jf-alvor.pt

Junta de Freguesia de Portimão; www.jf-portimão.pt

Junta de Freguesia de Mexilhoeira Grande; www.freguesiamexigrande.pt

Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC); www.lnec.pt

