U.PORTO

FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA UNIVERSIDADE DO PORTO

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE 2020/2021

MODELAÇÃO E GESTÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA – CASO DO MUNICÍPIO DE LOUSADA

PEDRO DANIEL DE SOUSA BARBOSA

Dissertação submetida para obtenção do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

Presidente do Júri: Cidália Maria de Sousa Botelho
(Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Química da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

_____

Orientador académico: Joaquim Manuel Veloso Poças Martins
(Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

Orientador na empresa: José Gonçalves da Silva
(Técnico Superior Responsável pela Exploração de Redes)

setembro, 2021

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE 2020/2021

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

Tel. +351-22-508 1884

Fax +351-22-508 1449

✉ mjmota@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

https://www.fe.up.pt

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente - 2020/2021 - Departamento de Engenharia Química, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2021*.

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

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

Aos meus pais e irmãos.

Nós esquecemo-nos que o ciclo da água e o ciclo da vida são, na verdade, um só.

Jacques Yves Cousteau

AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que contribuíram para a concretização desta etapa, expresso aqui os meus sentidos agradecimentos:

À Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), ao Professor Doutor Joaquim Poças Martins, meu orientador, agradeço pela disponibilidade, por toda a sabedoria partilhada, pelas reuniões efetuadas ao longo do semestre e pela apreciação do trabalho desenvolvido. O resultado final aqui apresentado não seria o mesmo sem o seu contributo. Um agradecimento ao Professor Doutor Francisco Piqueiro, que prontamente me auxiliou e transmitiu conhecimentos relevantes.

À Câmara Municipal de Lousada, entidade que disponibilizou informações cruciais para a resolução do trabalho. Ao Eng.º José Gonçalves, pelo acompanhamento na empresa, pelo tempo despendido, pelo esclarecimento de dúvidas e partilha de experiência, e pela simpatia com que sempre fui recebido. Ao Eng.º Ricardo Real, responsável pelos projetos no tratamento de águas em Lousada, pela ajuda na integração da empresa e apoio concedido.

À Corporação de Bombeiros Voluntários de Lousada, por colaborarem e concederem dados úteis para a realização da dissertação.

À família, namorada e amigos, pelo incansável apoio e força transmitida.

A todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, no percurso e conclusão do trabalho.

RESUMO

O sistema de distribuição de água de Lousada apresenta alguns problemas de funcionamento e a entidade gestora responsável pelo serviço pretende gerir de modo mais eficiente este recurso. Na presente dissertação, pretende-se efetuar um estudo e diagnóstico que sirva de base à implementação de medidas de controlo de perdas de água e melhoria das existentes, para assegurar um aperfeiçoamento do serviço aos clientes. A análise foi realizada a partir da caraterização do sistema, do balanço hídrico e de indicadores de desempenho para o ano de 2020. O objetivo delineado pela Câmara de Lousada consiste em reduzir a água não faturada para 15 % até ao final do ano de 2022. A estratégia implementada focou-se integralmente nas perdas de água totais, com medidas adequadas à redução de perdas reais e outras para diminuição das perdas aparentes. A delimitação da estratégia e o estabelecimento de prioridades nas medidas a adotar são baseadas no seu custo associado e no contributo que estas podem ter no volume de perdas de água pretendido para o sistema de abastecimento de água.

A investigação efetuada pretende demonstrar a influência da gestão da pressão e celeridade na localização e reparação de fugas no volume de perdas reais. A monitorização do caudal mínimo noturno comprovou a eficácia da campanha adotada. Durante o período de estudo, foram sendo concebidas zonas de medição e controlo para auxiliar o controlo de perdas reais. A validação das ZMC criadas, através da verificação da pressão no interior, por exemplo, não foi possível, uma vez que a construção dos acessórios necessários para as definir só terminou no final da realização desta dissertação. Por outro lado, analisou-se a periodicidade ótima de renovação do parque de contadores no concelho e fez-se referência à importância do controlo de consumos ilícitos, incluindo uma pesquisa de possíveis usos não autorizados a serem investigados pela entidade gestora. Verificou-se ainda a variação no volume de água entrada no sistema em relação ao ano transato e de que modo esta pode estar relacionada com as medidas implementadas. Por fim, procedeu-se à avaliação global do sistema em baixa em Lousada.

Os objetivos deste trabalho foram atingidos com sucesso, com um diagnóstico aprofundado do sistema, que promove a otimização da abordagem utilizada para diminuir a água não faturada na rede de distribuição de Lousada. As vantagens decorrentes da melhoria do serviço prestado são o ponto de partida para a missão contínua de corresponder aos desafios do abastecimento de água em Portugal.

PALAVRAS-CHAVE: abastecimento de água, balanço hídrico, água não faturada, medidas de controlo de perdas de água, análise custo-benefício.

ABSTRACT

The water distribution system in Lousada has some operating problems and the management entity responsible for the service wants to manages this resource more efficiently. In this dissertation, it is intended to carry out a study and diagnosis that will serve as a basis for the implementation of measures to control water losses and improve existing ones, to ensure an improvement in customer service. The analysis was carried out based on the characterization of the system, the water balance and the performance indicators for the year 2020. The objective outlined by the municipal council of Lousada is to reduce unbilled water to 15% by the end of 2022. An implemented strategy focused entirely on total water losses, with measures to reduce actual losses and others to reduce apparent losses. The definition of the strategy and the establishment of priorities in the measures to be adopted are based on their associated cost and on the contribution that these may have on the volume of water losses intended for the water supply system.

The research carried out aims to demonstrate the influence of pressure management and speed in locating and repairing leaks on the volume of actual losses. Monitoring the minimum night flow proved the effectiveness of the adopted campaign. During the study period, measurement and control zones were designed to help control real losses. The validation of the created ZMCs, by checking the pressure inside, for example, was not possible, since the construction of the accessories needed to define them only ended at the end of this dissertation. On the other hand, an analysis was made of the water meter optimal replacement period in the municipe and reference was made to the importance of controlling illegal consumption, including a search for possible unauthorized uses to be investigated by the management entity. It was also verified the variation in the volume of water entering the system in relation to the previous year and how this can be related to the implemented measures. Finally, an overall assessment of the system in Lousada was carried out.

The objectives of this work were successfully achieved, with an in-depth diagnosis of the system, which promotes the optimization of the approach used to reduce unbilled water in the Lousada distribution network. The advantages arising from the improvement of the service provided are the starting point for the continuous mission of meeting the challenges of water supply in Portugal.

KEYWORDS: water supply, water balance, unbilled water, water loss control measures, cost-benefit analysis.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS i

RESUMO iii

ABSTRACT v

ÍNDICE DE FIGURAS xii

ÍNDICE DE TABELAS xv

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS xvii

1. **INTRODUÇÃO** **1**

1.1. ENQUADRAMENTO TEMÁTICO 1

1.2. OBJETIVOS GERAIS 2

1.3. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO 2

2. **SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA** **5**

2.1. PROVENIÊNCIA DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO 5

2.2. CARATERIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 6

2.2.1. ENTIDADES GESTORAS 7

2.2.2. ENTIDADE REGULADORA 11

2.3. CARATERIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA 11

2.3.1. RESERVATÓRIOS 12

2.3.2. CONDUTAS E TIPO DE TRAÇADO 12

2.3.3. BOMBAS 13

2.3.4. VÁLVULAS 13

2.3.5. DESCARGAS DE FUNDO 14

2.3.6. HIDRANTES DE COMBATE A INCÊNDIO 14

2.3.7. VENTOSAS 14

2.4. CATEGORIZAÇÃO DE MÉTODOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 14

2.5. DIMENSIONAMENTO 15

2.5.1. CAUDAIS 15

2.5.2. PRESSÕES 16

2.5.3. VELOCIDADES E DIÂMETROS 16

2.6. GESTÃO DA ÁGUA 16

2.6.1. PROGRESSOS NO SETOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 17

2.6.2. BALANÇO HÍDRICO 18
2.6.2.1. Método de Cálculo *Top-Down* 20
2.6.2.2. Método de Cálculo *Bottom-Up* 20
2.6.2.3. Caudal Mínimo Noturno e Caudal Autorizado Noturno 20
2.6.3. PERDAS DE ÁGUA 21
2.6.3.1. Perdas Reais 21
2.6.3.2. Perdas Aparentes 22
2.6.3.3. Redução de Perdas Aparentes 22
2.6.3.4. Redução de Perdas Reais 25
2.6.3.5. Localização de fugas 26
2.6.3.6. Controlo de Pressões 29
2.6.3.7. Vantagens da Gestão da Pressão 31
2.6.4. INDICADORES DE PERDAS 32
2.6.5. FATURA DA ÁGUA 34
2.6.6. CONTADORES 35
2.6.6.1. Tipo de Contadores 35
2.6.6.2. Classe Metrológica 36
2.7. AVALIAÇÃO DAS ENTIDADES GESTORAS A NÍVEL MUNDIAL 38
2.8. AVALIAÇÃO DAS ENTIDADES GESTORAS EM BAIXA A NÍVEL NACIONAL 39
2.8.1. ADESÃO AO SERVIÇO NAS ENTIDADES GESTORAS EM BAIXA 39
2.8.2. REABILITAÇÃO DE CONDUTAS NAS ENTIDADES GESTORAS EM BAIXA 39
2.8.3. ACESSIBILIDADE ECONÓMICA DE SERVIÇO NAS ENTIDADES GESTORAS EM BAIXA 40
2.8.4. ÁGUA NÃO FATURADA NAS ENTIDADES GESTORAS EM BAIXA 41
2.8.5. REALIDADE DO VALE DO SOUSA 42
3. **ÂMBITO E OBJETIVOS 45**
3.1. ÂMBITO 45
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 45
4. **CASO DE ESTUDO 47**
4.1. CARATERIZAÇÃO DO SISTEMA 47
4.1.1. ÁGUAS DO DOURO E PAIVA, S. A. (ADDP) 47
4.1.2. CÂMARA MUNICIPAL DE LOUSADA 49
4.2. BALANÇO HÍDRICO NO MUNICÍPIO DE LOUSADA 52
4.2.1. BALANÇO HÍDRICO EM VALOR ECONÓMICO 56

4.2.2. Análise do Balanço Hídrico 58
4.2.3. Comparação do desempenho com anos anteriores 59
4.2.4. Determinação de Indicadores de Perdas de água 60
4.2.5. Meta para 2022 61
4.3. Estratégia para controlo de perdas 63
4.3.1. Estratégias para controlo de perdas já implementadas em 2020 no concelho 63
4.3.2. Estratégia delineada para controlo de perdas de água 64
4.3.3. Divisão da rede em Zonas de Medição e Controlo 65
4.3.4. Gestão de Pressão com instalação de VRP 67
4.3.5. Renovação do Parque de Contadores 67
4.3.6. Ações de Fiscalização no Concelho 68
5. **ANÁLISE DE RESULTADOS 69**
5.1. Considerações Gerais 69
5.2. Perfil de consumo de água em 2021 69
5.3. Análise do Consumo mínimo Noturno 71
5.3.1. Variação do Consumo Mínimo Noturno em 2021 71
5.3.2. Identificação de Fugas pelo Consumo Mínimo Noturno 72
5.3.3. Análise Custo-benefício da reparação de roturas 74
5.4. Regulação das Válvulas Redutoras de Pressão 77
5.5. Comparação do volume de perdas reais de 2020 e 2021 80
5.6. Substituição de Contadores no concelho 80
5.6.1. Plano de renovação do parque de Contadores em vigor em Lousada 81
5.6.2. Periodicidade ótima de substituição de contadores 83
5.7. Controlo de Consumos Ilícitos 86
5.7.1. Ações preventivas à execução de ilícitos 87
5.7.2. Metodologia utilizada para identificar possíveis usos não autorizados 88
5.7.3. Evolução do número de desistências definitivas nos contratos de água em Lousada 89
5.7.4. Avaliação dos contratos suspensos em Lousada 89
5.7.5. Consumos irregulares de Clientes em Lousada 90
5.7.6. Análise custo-benefício da execução de ações de fiscalização 94
5.8. Volume de Água entrada no sistema e faturada em 2021 94
5.9. Avaliação Global do Sistema em Baixa de Lousada 96

6. **CONCLUSÕES.....99**

7. **DIFICULDADES E PROPOSTAS DE TRABALHO.....101**

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - EVOLUÇÃO DO TIPO DE ORIGENS DE ÁGUA UTILIZADAS (ERSAR, 2020B). 5
FIGURA 2 - ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA (ERSAR.PT, 2021). 6
FIGURA 3 - IDENTIFICAÇÃO DOS CONCELHOS ABASTECIDOS PELAS ENTIDADES GESTORAS EM ALTA EM 2019 (ERSAR, 2020B). 8
FIGURA 4 - DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DAS ENTIDADES GESTORAS A OPERAR EM BAIXA EM 2019 (ERSAR, 2020A). 9
FIGURA 5- REDE RAMIFICADA (À ESQUERDA), REDE MALHADA (À DIREITA) E REDE MISTA (EM BAIXO, AO CENTRO). 12
FIGURA 6 - BALANÇO HÍDRICO PELO IWA (ALEGRE ET AL., 2005). 19
FIGURA 7 - CAUDAIS MÍNIMOS NOTURNOS DE UM RESERVATÓRIO EM DIFERENTES DIAS DE DEZEMBRO DE 2020. 20
FIGURA 8 - REDUÇÃO DE PERDAS APARENTES. ADAPTADO DE BARROS (2015). 23
FIGURA 9 - OS QUATRO PILARES PARA UMA ESTRATÉGIA DE SUCESSO NO COMBATE A PERDAS REAIS. ADAPTADO DE FARLEY ET AL. (2008). 25
FIGURA 10 - CORRELADOR ACÚSTICO AQUASCAN 610 27
FIGURA 11 - GEOFONE DXMIC. MOSTRADOR À DIREITA COM O RUÍDO EM DB. 27
FIGURA 12 - VARETA ELETRÓNICA DE ESCUTA TMIC (HIDROMELHORAS, 2021). 28
FIGURA 13 - RESULTADOS DE UM STEP TEST (AQUASAVE, 2021). 28
FIGURA 14 - EXEMPLO DE TRÊS ZMC, ESTANDO A ZMC 2 SUBDIVIDIDA EM DUAS SUBZONAS (ALEGRE ET AL., 2005). 30
FIGURA 15 - NÍVEL ECONÓMICO DE PERDAS REAIS (ALEGRE ET AL., 2005). 34
FIGURA 16 - CURVA DE ERROS PARA CONTADOR DE 1,5 $m3$/H PARA VÁRIAS CLASSES METROLÓGICAS SEGUNDO ISO 4064 (SOUSA, 2011). 37
FIGURA 17 - NÍVEL DE CONFIANÇA DOS CONSUMIDORES NOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE VÁRIOS PAÍSES. 38
FIGURA 18 - DISTRIBUIÇÃO DA QUALIDADE DE SERVIÇO NA REABILITAÇÃO DE CONDUTAS NAS ENTIDADES GESTORAS EM BAIXA (ERSAR, 2020A). 40
FIGURA 19 - COMPARAÇÃO DA ÁGUA NÃO FATURADA NAS ENTIDADES GESTORAS COM PIOR DESEMPENHO NACIONAL. 41
FIGURA 20 - COMPARAÇÃO DA ÁGUA NÃO FATURADA NAS ENTIDADES GESTORAS COM MELHOR DESEMPENHO NACIONAL. 42
FIGURA 21 - COMPARAÇÃO DA ÁGUA NÃO FATURADA NOS CONCELHOS DO VALE DO SOUSA. 43
FIGURA 22 - REPRESENTAÇÃO GEOGRÁFICA DOS MUNICÍPIOS COM CAPITAL SOCIAL NA ADDP, ADAPTADO DE ADDP.PT (2021). 47
FIGURA 23 - SISTEMA DE ABASTECIMENTO DA ADDP E MUNICÍPIOS CLIENTES, ADAPTADO DE ADDP.PT (2021). 49
FIGURA 24 - DIVISÃO DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM LOUSADA EM SISTEMAS, ADAPTADO DE CM-LOUSADA.PT (2021). 50
FIGURA 25 - REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DE LOUSADA. 51
FIGURA 26- DISTRIBUIÇÃO DE CONTADORES POR IDADE EM 2020 EM LOUSADA. 55
FIGURA 27 - EVOLUÇÃO DA AES, ANF E AF EM LOUSADA ATÉ 2020. 60
FIGURA 28 - ESTRATÉGIA PARA REDUÇÃO DA ANF EM LOUSADA. 64
FIGURA 29 - CONTADOR MECÂNICO DE TURBINA MONOJATO À ESQUERDA E CONTADOR ESTÁTICO ELETROMAGNÉTICO À DIREITA. 65
FIGURA 30 - DIVISÃO DO CONCELHO DE LOUSADA EM ZMC 66
FIGURA 31 - LIMITE DO CONCELHO DE LOUSADA A AMARELO E LOCALIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO DE LODARES. 69
FIGURA 32 -VARIAÇÃO DE CONSUMO NO RESERVATÓRIO DE LODARES AO LONGO DE UM DIA DE 2021. 70

FIGURA 33 - VARIAÇÃO DO CAUDAL NO RESERVATÓRIO DE LODARES AO LONGO DE UMA SEMANA DE 2021. 70
FIGURA 34 - VARIAÇÃO DO CMN TOTAL EM LOUSADA DE 1 DE JANEIRO ATÉ 31 DE JUNHO DE 2021. 71
FIGURA 35 - IDENTIFICAÇÃO DE FUGA PELO CONSUMO MÍNIMO NOTURNO NO RESERVATÓRIO DE MÓS ATÉ AO MOMENTO DO REPARO DA CONDUTA. 72
FIGURA 36 - LOCALIZAÇÃO DE FUGAS DETETADAS PELA ANÁLISE DO CMN EM 2021 ATÉ FINAL DE JUNHO. 73
FIGURA 37 - LOCALIZAÇÃO DA FUGA Nº8 E Nº10 COM UMA CRUZ VERMELHA, RELATIVAS A 2021 NO CONCELHO DE LOUSADA. 74
FIGURA 38 - VOLUME DE ÁGUA PERDIDO EM $m3$ E TEMPO DE REPARAÇÃO EM HORAS DAS FUGAS Nº8 E Nº10. 75
FIGURA 39 - HISTÓRICO DE INTERVENÇÕES NA ESTRADA N207. COM SINALIZADOR AMARELO APARECE A FUGA Nº10 E OS 4 MARCADORES AZUIS SÃO RELATIVOS A FUGAS DETETADAS EM 2020..... 75
FIGURA 40 – VRP LOCALIZADA PERTO DA QUINTA DOS INGLESES, A VERMELHO NA FOTO DO LADO DIREITO. 78
FIGURA 41 - VÁLVULA REDUTORA DE PRESSÃO INSTALADA PERTO DA QUINTA DOS INGLESES COM PRESSÃO À ENTRADA (MONTANTE) E SAÍDA (JUSANTE). 79
FIGURA 42 - VRP EXISTENTES COM MARCADORES A VERDE E VRP A INSTALAR ATÉ AO FINAL DE 2021 COM MARCADORES VERMELHOS. 79
FIGURA 43 - DISTRIBUIÇÃO DE IDADE DOS CONTADORES NO CONCELHO NO FINAL DE JUNHO DE 2021..... 81
FIGURA 44 - DEMONSTRAÇÃO, EM EXCEL, DOS DADOS NECESSÁRIOS PARA CALCULAR PERIODICIDADE ÓTIMA DE SUBSTITUIÇÃO DE CADA CONTADOR. 84
FIGURA 45 - RELAÇÃO ENTRE A IDADE ÓTIMA DE RENOVAÇÃO DE CADA CONTADOR E O SEU PREJUÍZO ECONÓMICO EM ERROS DE MEDIÇÃO, PARA CLIENTES DOMÉSTICOS. 85
FIGURA 46 - TAMPONAMENTO (A AZUL) DE UM CONTADOR DE ÁGUA EM LOUSADA. 88
FIGURA 47 - EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE DESISTÊNCIAS DEFINITIVAS EM LOUSADA ENTRE JULHO DE 2020 E JUNHO DE 2021. 89
FIGURA 48 - EVOLUÇÃO DO CONSUMO DO CLIENTE A DESDE JULHO DE 2020 A JUNHO DE 2021..... 91
FIGURA 49 - EVOLUÇÃO DO CONSUMO DO CLIENTE B DESDE JULHO DE 2020 A JUNHO DE 2021..... 92
FIGURA 50- EVOLUÇÃO DO CONSUMO DO CLIENTE C DESDE JULHO DE 2020 A JUNHO DE 2021. 93
FIGURA 51 - EVOLUÇÃO DO CONSUMO DO CLIENTE D DESDE JULHO DE 2020 A JUNHO DE 2021. 93
FIGURA 52 - PERCENTAGEM DE ÁGUA FATURADA NO ANO DE 2020 E 2021. 95

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - MODELOS DE GESTÃO QUE COMPÕE OS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM PORTUGAL, ADAPTADO DE ERSAR (2020A). 7
TABELA 2 - ESTÁGIOS DE AVALIAÇÃO DAS EMPRESAS DE ÁGUA, ADAPTADO DE POÇAS MARTINS (2008). . 10
TABELA 3 - CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE INFRAESTRUTURAL ILI, ADAPTADO DE LEAKSSUITLIBRARY.COM, 2020. 33
TABELA 4 - CLASSES METROLÓGICAS DE CONTADORES SEGUNDO ISO 4064. 36
TABELA 5 - ADESÃO AO SERVIÇO NAS ENTIDADES GESTORAS EM BAIXA, ADAPTADO DE (ERSAR, 2020A).39
TABELA 6 - ACESSIBILIDADE ECONÓMICA NAS ENTIDADES GESTORAS EM BAIXA. 40
TABELA 7 - COBERTURA DOS GASTOS NOS CONCELHOS DO VALE DO SOUSA E VALORES DE REFERÊNCIA.44
TABELA 8 - ACESSIBILIDADE ECONÓMICA NOS CONCELHOS DO VALE DO SOUSA E VALORES DE REFERÊNCIA. 44
TABELA 9 - ALGUNS INDICADORES DE DESEMPENHO RELATIVOS AO SERVIÇO DE ADDP E COMPARAÇÃO COM MÉDIA CONTINENTAL, ADAPTADO DE ERSAR (2020A). 48
TABELA 10 - RESULTADOS DO BALANÇO HÍDRICO DE LOUSADA EM $m3$/ANO E %, EM 2020. 52
TABELA 11 - CONSUMOS MÍNIMOS NOTURNOS (CMN) DE CADA RESERVATÓRIO DO CONCELHO DE LOUSADA EM 2020. 53
TABELA 12 - CONSUMO AUTORIZADO NOTURNO PARA OS VÁRIOS TIPOS DE CLIENTES EM LOUSADA. 53
TABELA 13 - CONSUMO AUTORIZADO NÃO FATURADO E NÃO MEDIDO EM LOUSADA. 54
TABELA 14 - VOLUME DE ÁGUA NÃO MEDIDO UTILIZADO EM COMBATE A INCÊNDIO EM LOUSADA. 54
TABELA 15 - DESVIO NA LEITURA POR ERRO DE MEDIÇÃO EM CADA ESCALÃO DE CONSUMO NOS CONTADORES PARA O MÊS DE MAIO. 56
TABELA 16 - BALANÇO HÍDRICO DE LOUSADA EM VALOR ECONÓMICO (€), SEM IVA, PARA 2020. 57
TABELA 17 - VALOR PERDIDO POR ERRO DE MEDIÇÃO EM CADA ESCALÃO DE CONSUMO NOS CONTADORES PARA O MÊS DE MAIO. 58
TABELA 18 - INDICADORES DE DESEMPENHO RELATIVOS A PERDAS DE ÁGUA EM LOUSADA PARA 2020. ... 61
TABELA 19 - BALANÇO HÍDRICO DE LOUSADA PRETENDIDO PARA O ANO 2022 EM VOLUME ($m3$), PERCENTAGEM (%) E VALOR ECONÓMICO (€). 62
TABELA 20 - INTERVALOS MÁXIMOS PARA VERIFICAÇÕES PERIÓDICAS DE CONTADORES DE ÁGUA, RECOMENDAÇÃO ERSAR Nº07/2018. 67
TABELA 21 - CUSTO DE REPARAÇÃO DE CONDUTAS EM LOUSADA EM 2021. 76
TABELA 22 - POUPANÇA GERADA NUMA SITUAÇÃO HIPOTÉTICA EM QUE AS FUGAS Nº8 E Nº10 OCORRIDAS EM 2021, TAMBÉM ACONTECERAM NO INÍCIO DE 2020. 77
TABELA 23 - DIFERENÇA NO VOLUME DE PERDAS REAIS ENTRE 2020 E 1 DE JANEIRO A 30 DE ABRIL DE 2021. 80
TABELA 24 - DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE CONTADORES NO CONCELHO POR DIÂMETRO EM JUNHO DE 2021. 81
TABELA 25 - PLANO DE SUBSTITUIÇÃO DE CONTADORES PARA 2021 E INVESTIMENTO EFETUADO. 82
TABELA 26 - ERROS DE MEDIÇÃO EM VOLUME ($m3$/MÊS) E EM PREJUÍZO ECONÓMICO (€/MÊS) PARA 2021. 83
TABELA 27 - DISTRIBUIÇÃO DA PERIODICIDADE ÓTIMA DE SUBSTITUIÇÃO DE CONTADORES POR DIÂMETRO EM LOUSADA. 86
TABELA 28 -ESTADO DOS CONTADORES PARA JUNHO DE 2021 EM LOUSADA. 90
TABELA 29 - NÚMERO DE CLIENTES DISTRIBUÍDOS POR CLASSES DE CONSUMO MÉDIO MENSAL FATURADO INFERIOR A 3 $m3$. 90
TABELA 30 - DIFERENÇA ENTRE VOLUME DE ÁGUA ENTRADA NO SISTEMA EM 2020 E 2021 PARA O MESMO PERÍODO. 95
TABELA 31 - COMPARAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO DO 1º SEMESTRE DE 2020 E 2021. 96

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

D – Diâmetro interno da tubagem [mm]

H – Pressão mínima [KPa]

L_i – comprimento dos trechos com distribuição de percurso

L_m – comprimento da rede [km]

L_p – comprimento da conduta em terreno privado [m]

n – Número de pisos acima do solo, incluindo rés-do-chão

N_c – Número de conexões de serviço

P – Pressão média de serviço [m]

q – Caudal unitário de percurso

Q_p – Caudal de ponta

U_{max} – Velocidade limite [m/s]

CmN – Consumo Mínimo Noturno

AdDP – Águas do Douro e Paiva

APA- Agência Portuguesa do Ambiente

ANF - Água Não Faturada

CAN – Consumo Autorizado Noturno

CARL – *Current Annual Real Losses*

CND – Consumo Noturno Doméstico

CNND – Consumo Noturno Não Doméstico

CGC – Consumo de Grandes Clientes

EG – Entidade Gestora

ERSAR – Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos

ETA – Estação de Tratamento de Água

FAO – *Food and Agriculture Organization*

FND – Fator noite-dia

ILI – *Infrastructure Leakage Index*

IRAR – Instituto Regulador de Águas e Resíduos

IWA – *Internacional Water Association*

NEP – Nível Económico de Perdas

PEAASAR – Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais

PVC – Policloreto de Vinila

RASARP – Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos

SAA – Sistemas de Abastecimento de Água

UARL – *Unavoidable Annual Real Losses*

ZMC – Zona de Medição e Controlo

1

INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO TEMÁTICO

O acesso dos cidadãos à água potável, quer para consumo humano quer para outras finalidades, constitui um direito, pois trata-se de um bem essencial que deve ser garantido a todos. Este recurso é indispensável à vida e à manutenção dos ecossistemas, sendo necessário o correto ordenamento no seu uso e a promoção de uma elevada eficiência, com vista a uma gestão sustentável do mesmo.

A água está no centro do objetivo 6 da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável estabelecido pelas Nações Unidas, que defende o acesso universal e equitativo à água potável. Este recurso natural é necessário para garantir um desenvolvimento socioeconómico, na produção de energia e alimentos, na construção e manutenção de ecossistemas saudáveis e para a sobrevivência da espécie humana. Mesmo na adaptação às alterações climáticas, a água desempenha um papel significativo e serve como elo crucial entre a sociedade e o meio ambiente (unric.org, 2019).

O que se continua a verificar é o aumento da procura de água, largamente associada ao crescimento demográfico, a uma mudança nos padrões de consumo e a um défice na gestão dos recursos hídricos, onde prevalecem desperdícios e perdas de água. Vários locais do mundo sofrem condições de escassez, associados a limitações do acesso à água disponível, quer pela falta de eficiência quer pela iniquidade na distribuição de água.

O Banco Mundial prevê que, em 2050, a disponibilidade de água nas cidades pode diminuir até dois terços, no seguimento do agravamento das alterações climáticas e da competição pela geração de energia e agricultura (WEF, 2017).

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (em inglês, a sigla FAO) estima que o consumo anual de água no mundo seja maioritariamente na agricultura, cerca de 69 %, em atividades como irrigação, pecuária e aquicultura. A indústria e as residências utilizam respetivamente os 19 % e 12 % restantes (ONU News, 2019). A agricultura pode constituir uma fonte a um número alargado de residentes urbanos, mas para suportar a produção pecuária e de alimentos os agricultores necessitam de acesso a uma grande quantidade de água. A interação entre cidades e zona rural tem de ser bem gerida para criar benefícios mútuos, onde podem ser implementadas medidas como o reuso de água a partir de efluentes criados nas zonas urbanas ou industriais.

Segundo Almeida (2017), para que o objetivo de abastecer água potável a uma parte significativa da população mundial fosse alcançado, seria necessário um esforço mútuo e aqueles que possuem o poder de tomar decisões tem de dar prioridade ao abastecimento de água, caso contrário o caminho

a percorrer pode ser árduo e corre o sério risco de poder ter retrocessos, especialmente se a atual situação financeira mundial se mantiver ou se agravar.

O desenvolvimento da sociedade portuguesa está vinculado à garantia de serviços como o abastecimento público de água. Na sociedade moderna, estes sistemas revestem-se de uma complexidade crescente, a qual deriva da necessidade de melhoria contínua do serviço prestado, em termos de eficácia, a um preço socialmente justo. Os sistemas de distribuição providenciam água suficiente para uma determinada população, em quantidade e qualidade desejadas. Na prestação desse serviço de qualidade aos utentes, procura-se que vá além da qualidade, em sentido estrito, da água distribuída, contemplando igualmente aspetos de natureza social e ambiental, numa perspetiva de melhoria contínua e de máxima valorização económica.

Uma grande dificuldade associada à gestão de um sistema de abastecimento de água é a água não faturada, que representa a diferença entre o volume de água que entra no sistema e o volume de água que é cobrado e pago pelos consumidores (água faturada).

O Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal (RASARP) referente ao ano de 2019, revela que as entidades gestoras em baixa em Portugal Continental não faturaram, em média, cerca de 28,8 % da água que entrou no sistema. Este indicador demonstra a necessidade de atuar neste setor, pela falta de sustentabilidade do recurso e prejuízos económicos para as entidades, sendo que existe potencial de melhoria que pode ser alcançado com a alteração de procedimentos de faturação, estratégias para redução de perdas de água, entre outras medidas que devem ser equacionadas para cada caso de estudo. A redução da água não faturada implica ainda a possibilidade de uma redução no volume de água que entra no sistema, permitindo garantir a conservação da mesma, e a continuidade e excelência do serviço do abastecimento à população.

1.2. OBJETIVOS GERAIS

A presente dissertação tem como propósito aprofundar o conhecimento relacionado com o sistema de distribuição de água e o aperfeiçoamento da sua operacionalidade. Neste estudo, procura-se analisar o abastecimento de água de Lousada nos seus vários componentes, acompanhar a estratégia adotada pela entidade gestora e avaliar os efeitos das medidas já implementadas no concelho com a meta de reduzir a água não faturada para 15 % até ao final de 2022.

1.3. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho encontra-se estruturado em 7 capítulos, sendo que neste capítulo inicial, intitulado "Introdução", procede-se a um enquadramento teórico do tema, à apresentação dos objetivos gerais e a uma breve exposição da estrutura do relatório, para uma melhor compreensão do mesmo.

No capítulo 2 apresentam-se conceitos subjacentes aos sistemas de abastecimento de água potável (SAA), abordando as entidades gestoras e entidade reguladora que dele fazem parte. O cerne do capítulo, tem especial enfase na etapa de distribuição, incluindo uma breve revisão da literatura na fase de dimensionamento e na gestão da água. Neste capítulo ainda está incluída uma avaliação das entidades gestoras em baixa, responsáveis pela distribuição de água aos consumidores, a nível nacional.

No capítulo 3 encontra-se o âmbito do estudo e os objetivos específicos que fizeram parte desta dissertação.

No capítulo 4 é realizada a caraterização do sistema em alta que fornece a quase totalidade do volume de água que entra em Lousada e a caraterização do sistema de distribuição de água de Lousada. O balanço hídrico do município é um dos primeiros passos executados e serve como base para todo o estudo posterior. Foi apresentada uma estratégia para redução de água não faturada e as medidas adotadas que impulsionarão os resultados pretendidos até ao final de 2022.

O capítulo 5 assenta numa análise dos resultados das medidas já impostas pela entidade gestora em 2021. É realizado um estudo do benefício da monitorização do caudal mínimo noturno e da reparação de roturas em condutas. A gestão de pressões em válvulas redutoras de pressão foi também alvo de investigação, participando ativamente no controlo das perdas reais. No contexto das perdas aparentes, foi averiguado um estudo para substituição de contadores e foi realizada uma pesquisa de possíveis usos ilícitos para auxiliar as futuras ações de fiscalização que estão previstas este ano. Por fim, é efetuada uma avaliação global do sistema de distribuição, para compreender a evolução já registada e os reajustes que devem ser executados para atingir a meta final pretendida.

O capítulo 6 aborda as conclusões retiradas do trabalho e uma revisão crítica do mesmo.

No capítulo 7 demonstram-se as dificuldades encontradas e um conjunto de recomendações de trabalhos futuros.

2

SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

2.1. PROVENIÊNCIA DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

De facto, a água superficial continua a ser a fonte mais utilizada para a produção de água destinada ao consumo humano. A figura 1 evidencia que a percentagem total de água subterrânea utilizada em 2019 foi de 30,75 % (31,82 % em 2018) e a de água superficial de 69,25 % (68,18 % em 2018), comprovando uma tendência constante dos últimos anos, de que mais de dois terços da água que os portugueses bebem é de origem superficial (ERSAR, 2020b).

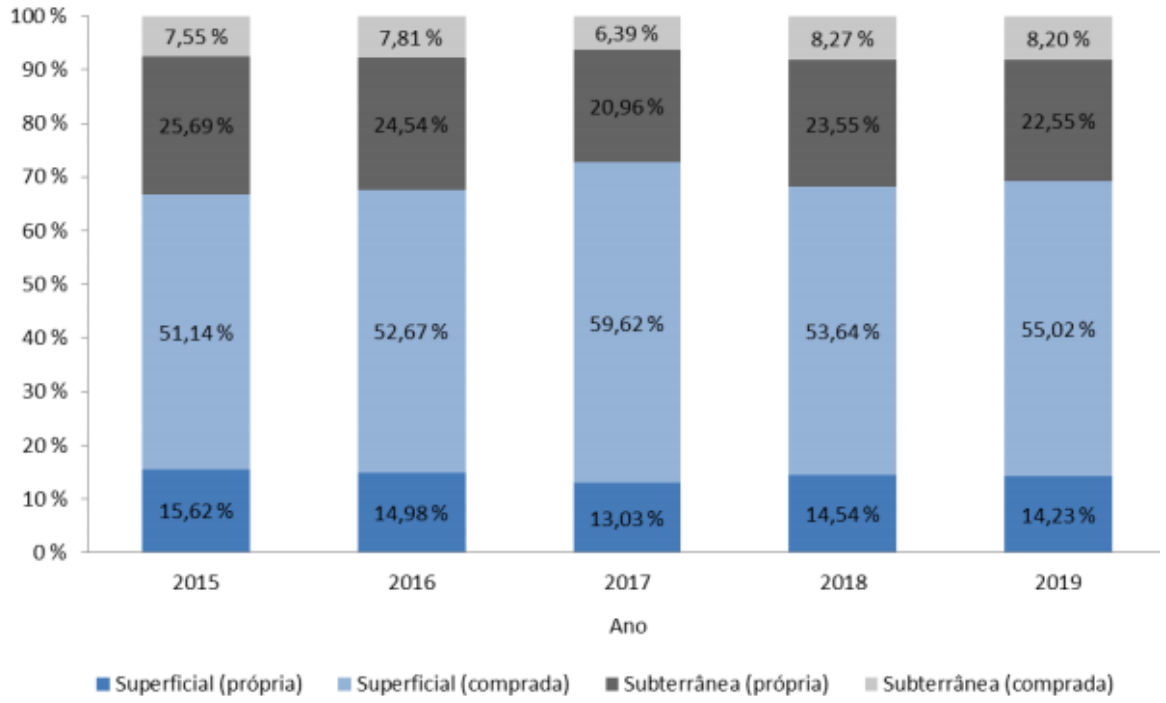


Figura 1 - Evolução do tipo de origens de água utilizadas (ERSAR, 2020b).

O principal problema da utilização da água superficial destinada ao consumo humano advêm da elevada carga orgânica e microbiológica que se verifica, devido à falta de tratamento ou tratamento deficiente dos efluentes urbanos e industriais, comparativamente às águas subterrâneas. No entanto,

estas substâncias são passíveis de serem controlados de forma eficiente nas Estações de Tratamento de Água, desde que devidamente afinadas e adequadas às respetivas origens. Na maioria dos casos, a desinfeção é a última etapa no tratamento de um ETA, podendo ainda contar com operações como a gradagem, que remove resíduos de maior dimensão, decantação para separar as partículas suspensas na água e filtração que retém as pequenas partículas sólidas.

2.2. CARATERIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A figura 2 apresenta um sistema de abastecimento de água, que é constituído por um conjunto de equipamentos e instalações, que tem por objetivo assegurar o fornecimento de água a todos os consumidores da rede. Cada uma das etapas deste sistema estão interligadas, com uma função específica, e são elas:

- **Captação** – Instalação onde se faz a extração de água bruta superficial ou subterrânea;
- **Tratamento** – Garante níveis de qualidade (físicos, químicos e bacteriológicos) necessários para consumo, ocorrendo em Estações de Tratamento de Água;
- **Elevação** – Água vai ser elevada para altitudes superiores, vencendo barreiras orográficas;
- **Transporte** – Conjunto de condutas que transportam água da zona de captação para os reservatórios;
- **Armazenamento** – Ocorre em reservatórios e garante a continuidade do abastecimento;
- **Distribuição** – A rede de distribuição é constituída por um conjunto de condutas, que transportam água até aos ramais de ligação, assegurando o abastecimento de água predial ou outro tipo de consumidor;
- **Utilização** – Os consumidores utilizam a água nos mais diversos fins (doméstico, público, industrial, entre outros);

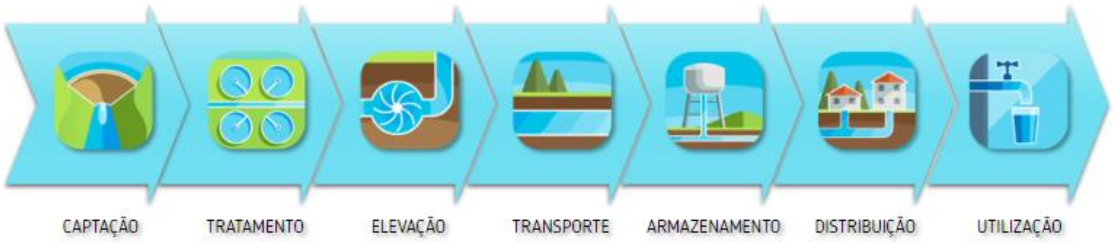


Figura 2 - Abastecimento público de água (ersar.pt, 2021).

O abastecimento de água divide-se em sistemas a operar em alta e sistemas a operar em baixa. Os sistemas em alta são os componentes encarregues da captação, tratamento e transporte, incluindo elevação e eventual armazenamento. Os sistemas em baixa estão relacionados com as redes de distribuição de água, ramais de ligação entre rede pública e consumidor, e eventualmente armazenamento a montante da rede (APA, 2021). De facto, ambos os sistemas podem dispor de uma componente de armazenamento.

2.2.1. ENTIDADES GESTORAS

O setor da água em Portugal é composto por um conjunto de entidades públicas e privadas responsáveis pela gestão e regulação de serviços de captação e abastecimento de água às populações.

2.2.1.1. Modelos de gestão

Na tabela 1, apresenta-se os três modelos de gestão por parte das entidades gestoras no abastecimento de água e a sua distribuição por sistemas em alta e em baixa.

Tabela 1 - Modelos de gestão que compõe os sistemas de abastecimento de água em Portugal, adaptado de ERSAR (2020a).

Modelos de gestão	**Submodelo de gestão**	**Abastecimento de Água**		
		Alta	**Baixa**	**Total**
Gestão concessionada	Concessões multimunicipais	6	1	6
	Concessões municipais	5	27	28
Gestão delegada	Delegações estatais	1	1	1
	Parcerias Estado/municípios	1	2	3
	Empresas municipais ou intermunicipais	1	23	24
	Juntas de freguesia	0	48	48
Gestão direta	Associações de municípios	0	0	0
	Serviços municipalizados ou intermunicipalizados	2	20	20
	Serviços municipais	2	185	185

A gestão direta compete a um serviço municipal, municipalizado ou intermunicipalizado, cujo objetivo é o da rentabilidade operacional do negócio atendendo à vertente ambiental. A diferença entre os serviços municipais e municipalizados está relacionada com o grau de autonomia administrativa e financeira, que é maior no serviço municipalizado já que tem um orçamento próprio (Duarte L., 2019). Este tipo de gestão é o mais recorrente no abastecimento em baixa, como se verifica na tabela 1.

Outro modelo de gestão passa pela concessão, enquanto forma de gestão pública indireta, em que o município pode atribuir a gestão do sistema a uma empresa privada ou a uma associação de utilizadores por contrato de concessão, previsto no Código de Contratos Públicos, aprovado pelo decreto-lei nº18/2008, de 29 de janeiro (Duarte L., 2019).

Os serviços de abastecimento de água de município podem ainda ser delegados a empresas do sector empresarial local, que vão gerir os mesmos, ou a empresas constituídas em parceria com o Estado. A delegação é efetuada através da celebração de contrato de gestão delegada com a empresa delegatária.

2.2.1.2. Entidades Gestoras em Alta

Em relação às entidades gestoras a operar em alta, apresentam-se os dados do grupo de entidades cujo objetivo principal é captar, tratar e vender a água tratada a outras entidades gestoras responsáveis pela distribuição em baixa. Em 2019, foram dez as entidades gestoras em alta responsáveis pelo fornecimento de água às entidades gestoras em baixa de 212 concelhos. A área geográfica servida pelas dez entidades gestoras a operar em alta é ilustrada na figura 3 (ERSAR, 2020b).

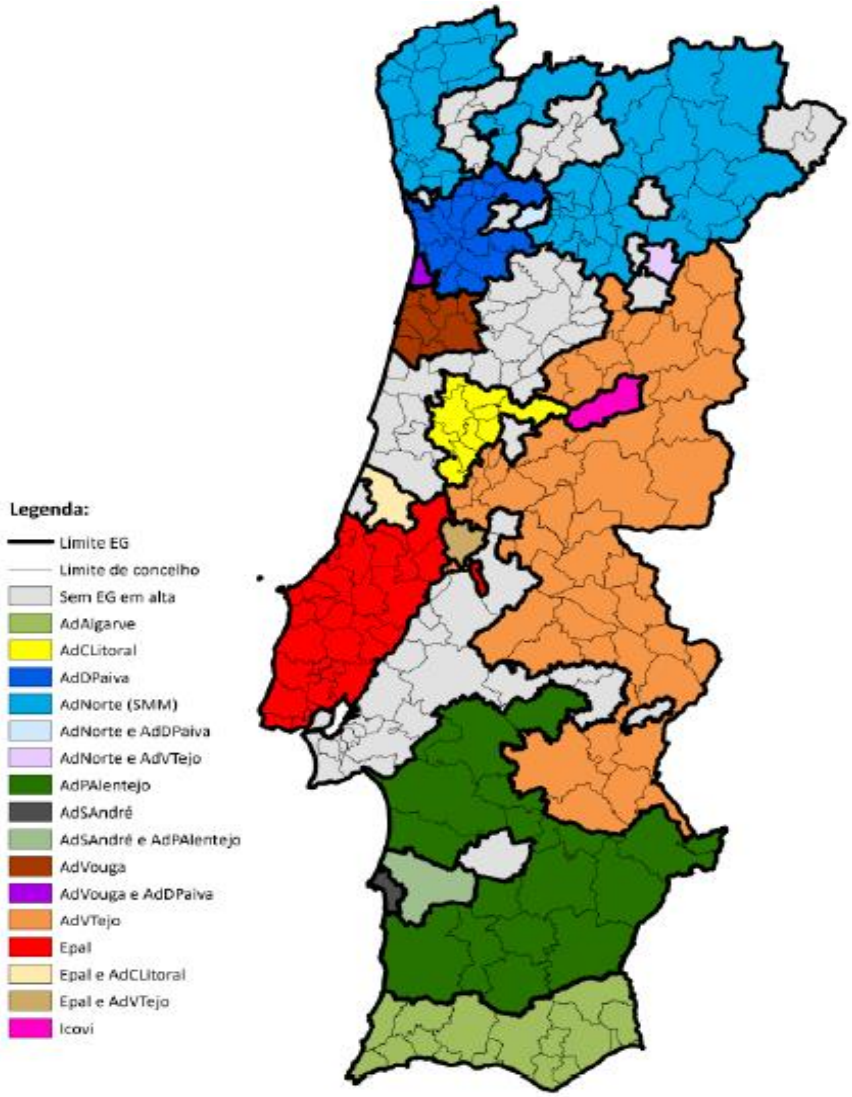


Figura 3 - Identificação dos concelhos abastecidos pelas entidades gestoras em alta em 2019 (ERSAR, 2020b).

2.2.1.3. Entidades Gestoras em Baixa

Relativamente ao abastecimento de água em baixa, ele é operado por 307 entidades gestoras, na sua maioria com uma área de intervenção igual ou menor ao da área municipal. A Figura 4 apresenta a distribuição geográfica das entidades gestoras do serviço de abastecimento público de água em baixa em 2019 (ERSAR2020a).

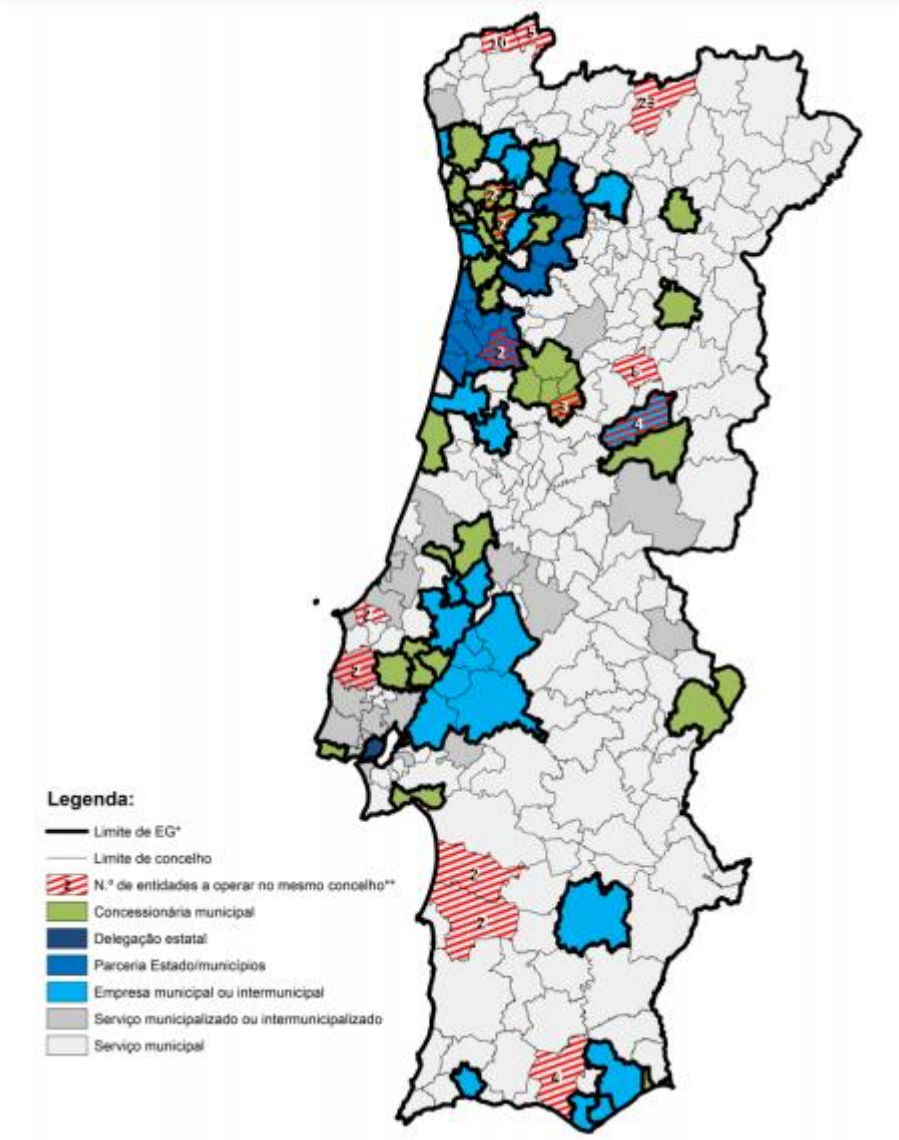


Figura 4 - Distribuição geográfica das entidades gestoras a operar em baixa em 2019 (ERSAR, 2020a).

2.2.1.4. Desempenho das Entidades Gestoras

Atualmente, as interrupções no fornecimento de água e falhas no que diz respeito à qualidade do serviço são cada vez menos toleradas, obrigando a um maior controlo do setor, com a comparação de indicadores de desempenho e de tarifas entre as empresas (Poças Martins, 2008).

Uma Entidade Gestora de abastecimento de água poder-se-á encontrar entre quatro níveis de qualidade de gestão, tendo em conta a sua capacidade de resolver o trabalho ao longo do tempo, o uso das técnicas mais apropriadas disponíveis, na preocupação de servir o produto com o máximo de qualidade, entre outros. Os estágios deste processo são: pré-eficácia, eficácia, eficiência e excelência. A tabela 2 relaciona os estágios de evolução, alguns indicadores qualitativos e os níveis de perdas.

Tabela 2 - Estágios de avaliação das empresas de água, adaptado de Poças Martins (2008).

Estágios de Gestão	Tempo de decisão	Indicadores de gestão	Atendimento e disponibilidade	Perda de água	Emergências	Informatização
Pré-eficácia	Meses	Calculados anualmente	Inexistência de atendimento telefónico permanente e de piquetes de informação	>50 %	Muito frequentes, de resolução tardia (em condições excecionais à noite e fins-de-semana)	Faturação e salários
Eficácia	Semanas	Controlado algumas vezes por ano	Atendimento telefónico permanente e piquetes de informação	30 a 50 %	Frequentes, com resolução à noite e fins-de-semana	Faturação, contratação, serviços administrativos e reclamações
Eficiência	Dias	Controlado ao mês	Idem + Central de Comando + telemetria	15 a 30 %	Pouco frequentes, com resolução à noite e aos fins-de-semana	Idem + telemetria, cadastro digitalizado, modelação das redes
Excelência	Horas	Controlado em tempo real	Idem + telegestão + capacidade de mobilização generalizada, com planos de contingência	<15 %	Raras, resolvidas quase sempre sem que a generalidade dos clientes se dê conta	Integração geral das aplicações informáticas, com produção de indicadores de gestão em tempo real

Poças Martins (2008), analisa pormenorizadamente cada estágio com um conjunto de observações, que estão expostas de seguida.

No estágio de pré eficácia, as empresas de água apresentam as maiores dificuldades, com níveis de atendimento deficitários, interrupções frequentes no sistema, falhas de qualidade de água e insuficiências de controlo.

No estágio de eficácia, as empresas cumprem, de forma aceitável, os seus objetivos principais com utilização excessiva de recursos. Com o intuito de satisfazer as suas necessidades económicas, a

empresa procura aumentar as tarifas a um nível superior ao pretendido ou tem de recorrer a subsídios ou transferências.

Para atingir um estado de eficiência, a empresa tem um longo caminho pela frente e deve procurar prestar os seus serviços com economia, através da redução de perdas, de eficiência energética e da utilização de menos pessoal para desempenhar as atividades que lhe competem.

A excelência é o nível de desempenho que todas as empresas de água almejam. Inúmeras são as preocupações numa empresa de água de excelência, destacando-se a responsabilidade social, a inovação, reabilitação, preocupação permanente com os clientes, garantir o bem-estar dos funcionários ou até a certificação e sustentabilidade das operações.

As Entidades Gestoras são colocadas em enorme pressão por parte da Entidade Reguladora, devido à responsabilidade para otimizar o nível de qualidade da água, assegurando o cumprimento das exigências legais e aumentando o grau de satisfação dos consumidores.

2.2.2. Entidade Reguladora

Como refere Almeida (2017), a Entidade Reguladora é um organismo autónomo, com a responsabilidade na regulação sectorial, multissectorial, regional ou nacional, com autonomia administrativa quanto às suas decisões.

Criado em 1997 pelo Decreto-lei nº 230/97, de 30 de agosto, o Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR), assumiu a responsabilidade de entidade reguladora desses serviços em Portugal. Em 2009, na procura de sustentar um acompanhamento rigoroso e coordenado da aplicação da legislação para garantir níveis de excelência, refletindo-se também na crescente melhoria da fiabilidade dos resultados analíticos, foi aprovado um diploma que transforma o IRAR na Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR), realizando a supervisão dos setores de abastecimento de água pública, aplicando, por exemplo, ações de fiscalização junto das Entidades Gestoras.

A ERSAR intervém em todas as entidades gestoras de sistemas de abastecimento de água para consumo humano em Portugal Continental. Neste grupo estão incluídos os serviços municipais, os serviços municipalizados e intermunicipalizados, as empresas municipais e intermunicipais e os sistemas concessionados municipais e multimunicipais de abastecimento público de água. Na intervenção da ERSAR incluem-se ainda as juntas de freguesia e as entidades gestoras de sistemas de abastecimento particulares (estabelecimentos de natureza comercial, industrial ou de serviços, desde que recorram a origens próprias de água para consumo humano) (ERSAR, 2020b).

A missão da ERSAR é a de assegurar a proteção dos utilizadores dos serviços de águas e resíduos, avaliando o cumprimento da continuidade e qualidade dos serviços públicos prestados e procedendo a um controlo dos preços praticados (ERSAR, 2020a).

2.3. Caraterização de um Sistema de Distribuição de Água

Um sistema de distribuição de água faz parte da rede de abastecimento de água e é uma infraestrutura complexa que distribui água entre uma ou mais fontes e os consumidores. Para a distribuição até ao consumidor ser eficiente têm de ser garantidos níveis de quantidade, qualidade e pressão desejadas para um fornecimento sustentável a longo termo. A infraestrutura do sistema de distribuição consiste

em condutas, bombas, válvulas, reservatórios, medidores e acessórios que conectam o fornecimento de água dos tanques às torneiras dos consumidores.

2.3.1. RESERVATÓRIOS

Os reservatórios garantem a capacidade de armazenamento para atender às flutuações na demanda, podem servir como reserva para uso de combate a incêndio e necessidades de emergência, para estabilizar as pressões no sistema de distribuição, para fornecer flexibilidade no bombeamento, para fornecer água durante falhas da bomba e para misturar diferentes fontes de água. O controlo de qualidade nestes tanques de armazenamento tem de ser executado para evitar a contaminação deliberada dos sistemas de distribuição. Um reservatório pode não ser suficiente para abastecer toda uma área populacional, portanto podem existir mais reservatórios num sistema maior de distribuição de água.

2.3.2. CONDUTAS E TIPO DE TRAÇADO

Vilas-Boas (2008) distingue dois tipos principais de condutas numa rede de distribuição de água: as principais (sempre que possível instaladas na proximidade de edifícios, com maiores consumos associados, podendo requerer a necessidade de proteção contra incêndio) e as secundárias (com menor exigência de consumos). Após a definição do traçado das condutas principais, condicionado por aspetos económicos e técnicos, como a natureza do solo a escavar, é possível definir as ramificações que irão constituir a rede secundária. Um dos principais tipos de traçados encontrados são as redes ramificadas (menor investimento inicial, contudo e pelo facto do escoamento ser unidirecional, podem-se originar zonas estagnadas e problemas em situações de avaria numa conduta, obrigando à interrupção do abastecimento para jusante da mesma). Outro tipo de traçado são as redes malhadas (com um primeiro investimento superior ao das redes ramificadas, no entanto satisfazem as dificuldades dessa configuração, compensando com um bom funcionamento da rede). Neste último tipo de redes, o escoamento bidirecional permite percursos alternativos e em casos de avarias nas condutas, é possível isolar uma determinada zona da rede de distribuição sem que todos os consumidores sejam afetados. Podem ainda ser consideras as redes mistas, que são uma junção das duas configurações anteriores. Os diferentes tipos de ramificações estão representados na figura 5.

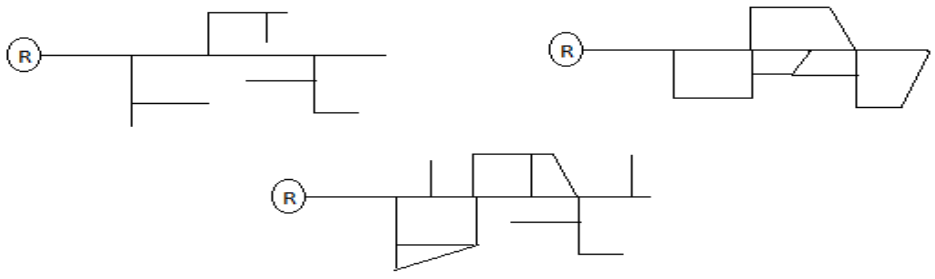


Figura 5- Rede ramificada (à esquerda), rede malhada (à direita) e rede mista (em baixo, ao centro).

As tubagens podem ser constituídas por diferentes tipos de materiais que vão desde o ferro fundido dúctil, betão, polímeros sintéticos de plástico como o policloreto de vinila (PVC), plástico reforçado ou o aço galvanizado.

2.3.3. BOMBAS

As bombas são dispositivos que fornecem energia ao escoamento, transportando para um fluído energia cinética, energia de pressão ou ambas. As bombas podem ser necessárias, por exemplo, quando a topografia do local exige que se transporte água a pontos elevados.

Dependendo do modo como é transferida a energia ao fluido as bombas podem-se classificar de diferentes formas, destacando-se as bombas cinéticas (centrífugas, periféricas e especiais) e as bombas de deslocamento direto. Atualmente, existe um predomínio na produção e uso das bombas centrífugas em sistemas públicos de abastecimento de água em todo o mundo (Novara, 2016).

Nas bombas centrífugas, uma roda ou propulsor que se move dentro de um corpo ou caixa, vai imprimir no fluído um aumento de pressão por força centrífuga, que vai resultar num fluxo de bombeamento desde a entrada até à saída (Martins J. V., 2009). As principais vantagens deste tipo de bomba são a sua construção simples, os baixos custos de manutenção e a elevada durabilidade (Saleem *et al.*, 2020).

As bombas são caraterizadas pela sua curva caraterística, que relaciona a altura de elevação e o caudal bombeado. Com a curva caraterística da bomba definida, é possível selecionar o tipo de bomba determinada pelos fabricantes, que satisfaça a capacidade requerida em determinado sistema.

Mesmo que o equipamento tenha sido bem projetado, instalado e operado, ele estará sujeito a desgastes físicos e mecânicos ao longo do tempo e pode ser necessário proceder à manutenção do mesmo, garantindo o prolongamento do correto funcionamento e do ciclo de vida da bomba.

2.3.4. VÁLVULAS

Na operação de abastecimento de água, por vezes pode-se pretender alterar o caudal, a pressão ou interromper o escoamento em determinadas áreas de um sistema. As válvulas são órgãos vitais que desempenham estas funções. Diferentes tipos de válvulas podem ser encontrados numa rede de distribuição, nas quais se destacam:

- **Válvula de Seccionamento**

A válvula de seccionamento, como o próprio nome indica, facilita o isolamento de um determinado setor da rede. Este tipo de válvulas está localizado em sítios estratégicos da rede para proceder à manutenção e reparo de algum componente, sendo que as áreas isoladas causam o mínimo de transtorno para outras áreas de serviço (Vilas-Boas, 2008).

- **Válvula Redutora de Pressão**

A válvula redutora de pressão tem como principal função limitar a pressão a jusante. Genericamente, uma válvula redutora de pressão (VRP) funciona de três maneiras possíveis (Ramos *et al.*, 2004):

- Sempre que a pressão a jusante for demasiado elevada, a válvula reduz o valor de pressão a jusante, ao provocar uma perda de carga localizada no sistema. Este é designado por estado ativo da válvula;
- Se a pressão a montante for inferior à carga definida na VRP, a mesma vai abrir completamente, mantendo a montante e a jusante a mesma pressão, designado por estado passivo com a válvula aberta;
- Se a pressão a jusante for superior à pressão a montante, a válvula fecha totalmente e bloqueia a inversão de escoamento, atuando como uma válvula de retenção. Este é designado por estado passivo da válvula fechada.

- **Válvula de Retenção**

Este tipo de válvula tem como função permitir o fluxo do escoamento apenas numa direção, impedindo-o na direção contrária. Como previsto no Decreto 23/95, as válvulas de retenção devem instalar-se nas tubagens de compressão ou de aspiração das instalações elevatórias no sentido do escoamento pretendido, e na rede de distribuição ou nos reservatórios quando é necessário em termos de operação.

2.3.5. DESCARGAS DE FUNDO

O Decreto 23/95 que aprova o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, refere que o principal objetivo das descargas de fundo é o esvaziamento dos trechos de condutas entre válvulas de seccionamento, para proceder a operações de limpeza, desinfeção ou reparação. São importantes para eliminar partículas que tendem a depositar-se nas secções de menor cota ou em pontos intermédios de condutas com o mesmo sentido de inclinação em comprimentos considerados relativamente elevados.

2.3.6. HIDRANTES DE COMBATE A INCÊNDIO

Como previsto no Decreto 23/95 consideram-se hidrantes as bocas de incêndio e os marcos de água. Estes devem ser utilizados exclusivamente pelas corporações de bombeiros e serviços municipais. A localização destes componentes cabe à entidade gestora, após aconselhamento das corporações de bombeiros locais, devendo localizar-se junto do lancil dos passeios que marginam as vias públicas, sempre que possível em locais de fácil acesso como os cruzamentos e bifurcações.

2.3.7. VENTOSAS

As ventosas tem como finalidade a admissão de ar quando ocorrem depressões e expulsão de ar nas condutas em pontos altos. Devem estar localizadas a montante ou a jusante de válvulas de seccionamento consoante se encontrem em troços ascendentes ou descendentes, respetivamente. O diâmetro mínimo de uma ventosa é de 20 mm, não devendo ser inferior a um oitavo do diâmetro da conduta onde é instalada.

2.4. CATEGORIZAÇÃO DE MÉTODOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Podem ser distinguidos três métodos de abastecimento de água, que são classificados como: gravitacional, bombagem direta ou combinação de gravitacional com bombagem (Trifunovic, 2006).

- **Gravitacional**

Este método de abastecimento depende da topografia local da área servida e assegura a distribuição de água sem utilização de uma bomba. A fonte que serve como reservatório tem de estar localizada a uma maior elevação do que a área de distribuição. As vantagens deste método de abastecimento são: operações mais simples, custos de manutenção mais reduzidos, inexistência de custos de energia, a utilização de menos componentes mecânicos e menores flutuações de pressão. As limitações estão associadas à menor flexibilidade de extensões na rede devido ao alcance fixo de pressão, os diâmetros tem de ser maiores em ordem a minimizar a pressão e a entrada de ar pode reduzir a capacidade de demanda (Trifunovic, 2006).

- **Bombagem Direta**

No método de bombagem direta, todo o consumo é bombado diretamente ao sistema. A vantagem mais significativa é a possibilidade de alcançar qualquer pressão requerida no sistema, desde que a bomba tenha potência suficiente. As principais limitações associadas a este método são a dependência na potência da bomba, a conveniência de tomar precauções na operação automática da bomba ou a necessidade de existência de fontes alternativas de bombagem (Trifunovic, 2006).

- **Combinação de gravitacional com bombagem**

Este esquema combinado inclui reservatórios e estações elevatórias, sendo comum em áreas montanhosas. Como possui abastecimento gravitacional, a capacidade de bombagem não é tão elevada como no método da bombagem direta. A bombagem é útil nos casos em não existe pressão suficiente para elevar a água a pontos com cotas mais elevadas (Trifunovic, 2006).

2.5. DIMENSIONAMENTO

Para efetuar o dimensionamento do sistema de abastecimento de água procura-se abastecer um aglomerado populacional, prevendo futuras construções, sendo que os dois parâmetros fundamentais a garantir são os caudais e as pressões. O caudal volumétrico assegura que um determinado volume de água chega aos consumidores satisfazendo as suas necessidades, e a pressão é um fator que deve ser cuidadosamente gerido, já que pressões exageradas ou insuficientes podem causar problemas na rede de distribuição de água, como irá ser explorado em capítulos posteriores.

2.5.1. CAUDAIS

É essencial compreender que o consumo de água não é constante, apresentando variações ao longo do dia. No período noturno, o consumo é praticamente inexistente e durante o dia são atingidos dois picos horários, um aproximadamente entre as 10 e as 12 horas da manhã e o outro entre as 18 e as 20 horas. Durante a semana são igualmente verificadas diferenças de consumo, com maior relevância no fim-de-semana. Ao longo do ano, apresentam-se grandes variações no consumo para cada estação do ano, que é caracterizada por alterações meteorológicas (Correia, 2016).

Os caudais a considerar nos sistemas de distribuição de água, conforme refere o Decreto Regulamentar 23/95, são os caudais de ponta, que correspondem aos "*caudais diários médios anuais previstos no início da exploração do sistema e no ano de horizonte de projeto, afetados de um fator de ponta instantâneo, a que se adicionam os caudais de fugas e perdas*".

A distribuição destes caudais ao longo da rede é definida atribuindo um caudal unitário de percurso, q, a cada conduta. No caso da ocupação urbanística da rede ser uniforme em toda a área de projeto, justifica-se a consideração de uma distribuição uniforme do caudal em toda a rede. O caudal unitário de percurso, q, é determinado a partir da divisão do caudal de ponta, Q_p, pelo somatório dos comprimentos dos trechos com distribuição de percurso, L_i (Vilas-Boas, 2008).

$$q = \frac{Q_p}{\Sigma L_i} \quad (1)$$

2.5.2. PRESSÕES

O Decreto Regulamentar nº 23/95 impõe as pressões de serviço a serem respeitadas no dimensionamento hidráulico, tendo em conta a minimização de custos. A pressão máxima, estática ou de serviço, não deve ultrapassar os 600 kPa medidos ao nível do solo. Não são aceitáveis flutuações significativas de pressão em cada nó do sistema, com um limite máximo de variação ao longo do dia de 300 kPa. A pressão para o caudal de ponta num dispositivo de utilização predial, na rede pública e ao nível do arruamento, recomenda-se que seja superior a 100 kPa, o que corresponde a:

$$H = 100 + 40\,n \quad (2)$$

Onde H é a pressão mínima em kPa e n o número de pisos acima do solo, incluindo o piso de rés-do-chão.

A gestão de pressões em sistemas de distribuição de água é uma das soluções mais importantes no combate às perdas de água. Desta forma, é essencial que na fase de dimensionamento tenha-se em conta a gestão das pressões, implementando patamares de pressão, para desvincular a associação dos consumos de ponta, que normalmente estão associados a decréscimos de pressão na rede, ou então aos acréscimos de pressão em horários de menor consumo (Lopes, 2013).

2.5.3. VELOCIDADES E DIÂMETROS

O Decreto Regulamentar 23/95 define também a velocidade de escoamento máxima para o caudal de ponta no horizonte de projeto, que pode ser calculado pela expressão 3:

$$U_{max} < 0{,}127\ D^{0,4} \quad (3)$$

Onde V é a velocidade limite (m/s) e D o diâmetro interno da tubagem (mm).

No início de exploração do sistema, a velocidade de escoamento para o caudal de ponta não deve ser inferior a 0,30 m/s e nas condutas onde tal não seja possível, devem existir dispositivos para descarga periódica.

2.6. GESTÃO DA ÁGUA

Na problemática relacionada com a gestão da água, um dos focos passa por encarar o direito à água como direito básico do Homem. A realidade é inequívoca, em muitos locais do planeta, o acesso à água com as condições mínimas de potabilidade continua a ser uma miragem.

No futuro, as investigações contínuas e o planeamento para distribuir este recurso vão requerer mudanças para atingir metas mais desejáveis e sustentáveis. A tomada de decisão é um problema político e social, todos devem trabalhar cooperativamente para identificar e desenvolver estratégias no sentido de valorizar o recurso água. A aceitação social e política será importante para as estratégias de gestão a implementar verificarem-se, e assim o mundo lidar da melhor forma à escassez hídrica. Há ainda uma necessidade de desenvolver sistemas de monitorização para providenciar informação necessária para a gestão da água e monitorizar o progresso de acordo com as metas definidas.

Atualmente, o planeamento e ordenamento dos recursos hídricos em Portugal é realizado com recurso a planos especiais de ordenamento presentes em diretivas e leis, para valorização dos recursos hídricos, destacando-se nesse efeito o Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento

de Águas Residuais (PENSAAR 2020), como um contributo para a evolução do setor de abastecimento de água a médio e longo prazo.

2.6.1. PROGRESSOS NO SETOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A partir da década de 1930, o Governo Português começou a financiar de forma recorrente o processo de infraestruturação do país com SAA através de políticas especificamente desenhadas para esse fim. A história do planeamento do setor é a seguinte (Gouveia, 2015):

- Plano de Abastecimento de Águas às Sedes dos Concelhos (1944-1960);
- Plano de Abastecimento de Água às Populações Rurais (1960-1972);
- Plano de Desenvolvimento Regional (1986-1993);
- Plano de Desenvolvimento Regional (1994-1999)
- Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais - PEAASAR I (2000-2006);
- Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais II - PEAASAR II (2007-2013);
- PENSAAR 2020 (2014-2020);
- GT PENSAARP 2030 (2021-2030).

Nos últimos anos, o setor do abastecimento de água tem conquistado vários progressos resultantes de uma sólida interação de fatores tecnológicos, económicos, institucionais e políticos. Na atualidade, Portugal possui infraestruturas de abastecimento de água consolidadas, com cobertura quase total do País (Gouveia, 2015). Estes avanços foram sobretudo resultado do PEAASAR I, do PEAASAR II e do PENSAAR 2020.

O PEAASAR I (2000-2006) foi aprovado em 2000 definindo uma estratégia para a estruturação de todo o setor de abastecimento de água de Portugal, tendo como prioridade a realização de um diagnóstico aprofundado ao setor e definição de um enquadramento para assegurar a coerência das medidas a orientar aos vários intervenientes envolvidos. Este plano foi articulado com o 3º Quadro Comunitário de Apoio, onde foram definidas prioridades de utilização de fundos comunitários a Portugal nesta área. Um dos objetivos principais deste plano foi o de servir 90 % a 95 % da população nacional com sistemas públicos de abastecimento de água (Gouveia, 2015). Os progressos foram sendo realizados e na continuidade deste trabalho, surgiu o PEASAAR II, durante o período 2007-2013, quando surgiu um novo ciclo de fundos comunitários (APA, 2020a). O cumprimento do objetivo de servir 90 % a 95 % da população nacional com SAA apenas se verificou no final de 2009, quando já vigorava o PEAASAR II (Gouveia, 2015).

O PEAASAR II (2007-2013) trouxe algumas medidas importantes como a expansão e conclusão dos sistemas em alta, continuação das infraestruturas das redes em baixa e o reforço e alargamento da regulação e fiscalização. A implementação do PEAASAR II levou a avanços significativos no atendimento às populações, uma melhoria do serviço prestado pelas entidades gestoras e da sua produtividade no setor (APA, 2020a).

Em 2013 foi elaborado o plano " PENSAAR 2020 – Uma nova estratégia para o sector de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais" pelo despacho nº 9304/2013, de 02 de julho, do Secretário de Estado do Ambiente e do Ordenamento do Território. O PENSAAR 2020 definiu cinco objetivos estratégicos após balanço do PEAASAR II:

- Proteção do ambiente e melhoria da qualidade das massas de água;
- Melhoria dos serviços prestados por parte das Entidades Gestoras;
- Otimização e gestão eficiente dos recursos;
- Sustentabilidade social e económico-financeira;
- Condições básicas e transversais.

Para cada um dos objetivos foram propostos indicadores de avaliação da qualidade do serviço para avaliar o seu progresso através da monitorização anual ao longo do período de vigência do plano. No PENSAAR 2020 a estratégia passou por focar na gestão dos ativos, no seu funcionamento e qualidade de serviço prestado, em detrimento da realização de infraestruturas para aumento da cobertura (APA, 2020b). A avaliação da execução do Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais, PENSAAR 2020, demonstra progressos significativos, em particular ao nível da cobertura da população e da qualidade do serviço prestado.

Para dar continuidade ao trabalho realizado surge o Plano Estratégico para o Abastecimento de Água e Gestão de Águas Residuais e Pluviais, para o período 2021-2030 (PENSAARP 2030), que vai ser o instrumento norteador das políticas do ciclo urbano da água e da sua articulação com as restantes políticas setoriais relevantes. Como define o Despacho nº 5316//2020, entre os objetivos deste plano destacam-se o cumprimento normativo legal aplicável ao setor, a avaliação do desempenho no âmbito do PENSAAR 2020, a definição de linhas de intervenção no setor e a definição das necessidades de investimento a realizar para ultrapassar problemas ainda verificados. O que se revela ainda preocupante e deve ser alvo de foco neste plano é a redução da água não faturada, os custos com energia nas estações elevatórias tendo em vista a recuperação dos gastos e uma gestão eficiente de ativos, o aumento da adesão ao serviço que está interligado à necessidade de uma maior equidade nacional, a valorização do recurso e o aumento da disponibilidade de informação e partilha de conhecimento. Todos estes pontos são essenciais para a evolução nacional e um melhor desempenho das entidades gestoras, promovendo a competitividade e o equilíbrio correto na dinamização deste serviço.

2.6.2. Balanço Hídrico

No setor de abastecimento de água, a missão é de uma gestão sustentável, orientada na eficiência e racionalização do recurso, com minimização da água não faturada, em especial das perdas de água, que são um problema corrente nas entidades gestoras. Uma das ferramentas usadas antes de implementar uma estratégia de combate às perdas de água será a de estabelecer um balanço hídrico, preconizado pela Associação Internacional da Água (IWA), que é essencial para caraterizar adequadamente a situação e determinar os diferentes tipos de perdas no sistema, como representado na figura 6.

Idealmente o volume de água que entra no sistema deve-se aproximar do consumo autorizado, para as perdas de água serem inexistentes. Na realidade, isso não acontece e os metros cúbicos de água faturados não igualam os que entram no sistema, e recorre-se frequentemente a estimativas para determinar outras parcelas que fazem parte do balanço hídrico como o consumo não autorizado (Poças Martins et al., 2014).

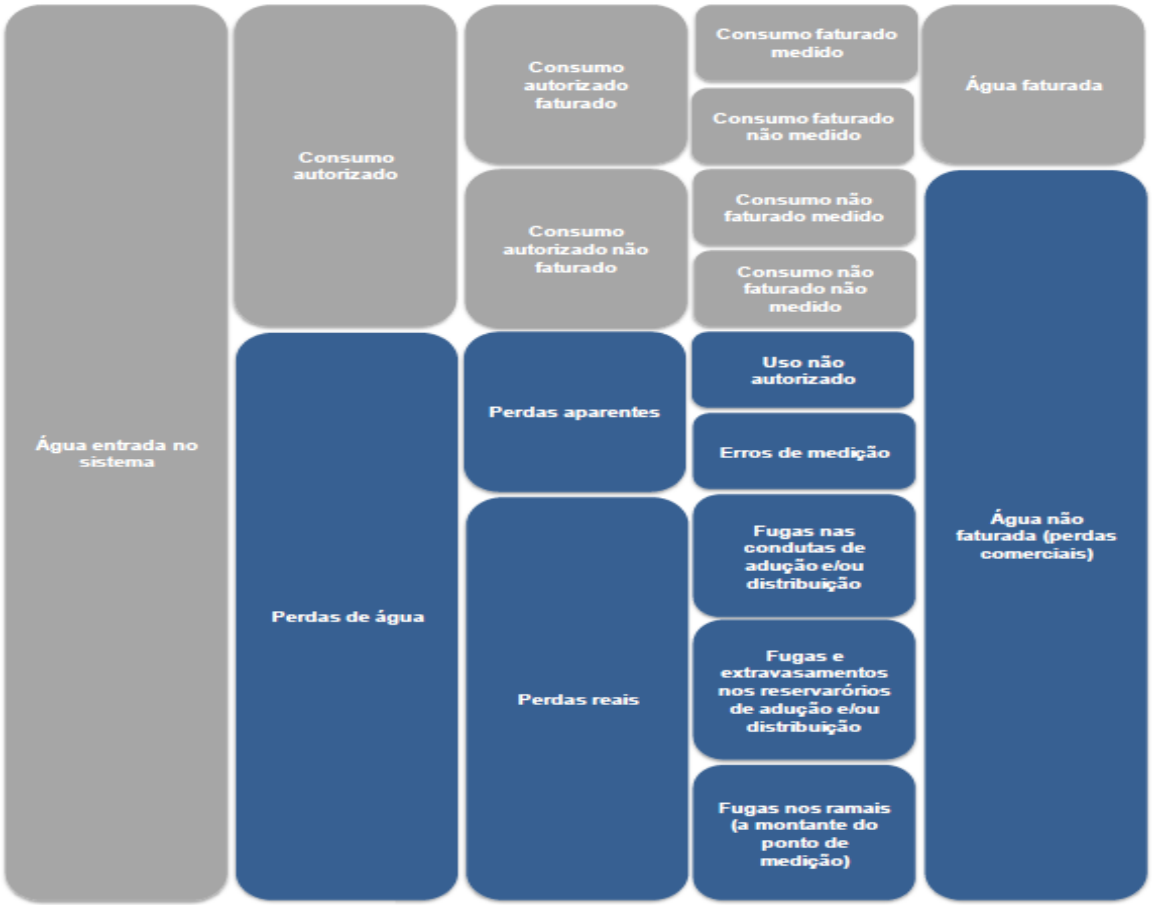


Figura 6 - Balanço Hídrico pelo IWA (Alegre *et al*., 2005).

A definição dos principais componente do balanço hídrico é descrita de seguida de acordo com Poças Martins et al. (2014):

A **água entrada no sistema** corresponde ao volume de água anual que entra no sistema de distribuição.

O **consumo autorizado** é a soma do volume de água fornecido a consumidores registados e a outros explicitamente autorizados, agrupando consumo autorizado faturado e não faturado.

A **água faturada** é o volume de água medida e não medida que é faturada a clientes do sistema.

As **perdas de água** correspondem à diferença entre o volume de entrada de água no sistema e o consumo autorizado, dividindo-se em dois tipos: perdas reais e perdas aparentes.

As **perdas reais** são as perdas físicas de água quando o sistema está pressurizado, que ocorrem até ao contador do cliente, cujo volume anual é função da frequência, do caudal e da duração média de cada fuga (Alegre *et al.*, 2005).

As **perdas aparentes** contabilizam todas as imprecisões associadas às medições de água produzida e consumida, além do consumo não autorizado, que pode ocorrer por furto ou uso ilícito. (Alegre *et al.*, 2005).

A **água não faturada** é a diferença entre o volume de água que entra no sistema e o volume de água faturada.

O balanço hídrico pode ser obtido através de duas abordagens diferentes, o método de cálculo *Top-Down* e o método de cálculo *Bottom-Up*.

2.6.2.1. Método de Cálculo *Top-Down*

Esta abordagem é suportada por trabalho de gabinete, não havendo trabalho de campo e recorrendo a estimativas. O objetivo é fazer uma análise do volume entrado no sistema, os consumos autorizados faturados e estimar o consumo não faturado e as perdas aparentes, devido a erros de medição ou ligações ilícitas, para avaliar as perdas reais por diferença e a necessidade de intervenção na rede como um todo. A análise evolui para áreas menores, implicando a determinação gradual de perdas a partir da medição de água entrada nessas áreas e pelos valores de faturação dos clientes (Serranito e Donnelly, 205).

2.6.2.2. Método de Cálculo *Bottom-Up*

Neste método é necessário um elevado conhecimento da rede e um nível de gestão sofisticado, normalmente aplicado em sistemas setorizados e com medição contínua. A partir da medição do caudal mínimo noturno é possível descobrir as perdas reais, podendo servir como contraponto ao valor de perdas reais calculado pela abordagem *Top-Down* (Serranito e Donnelly, 2015).

2.6.2.3. Caudal Mínimo Noturno e Caudal Autorizado Noturno

A figura 7 representa esquematicamente a relação entre caudal mínimo noturno, caudal autorizado noturno e pernas noturnas reais.

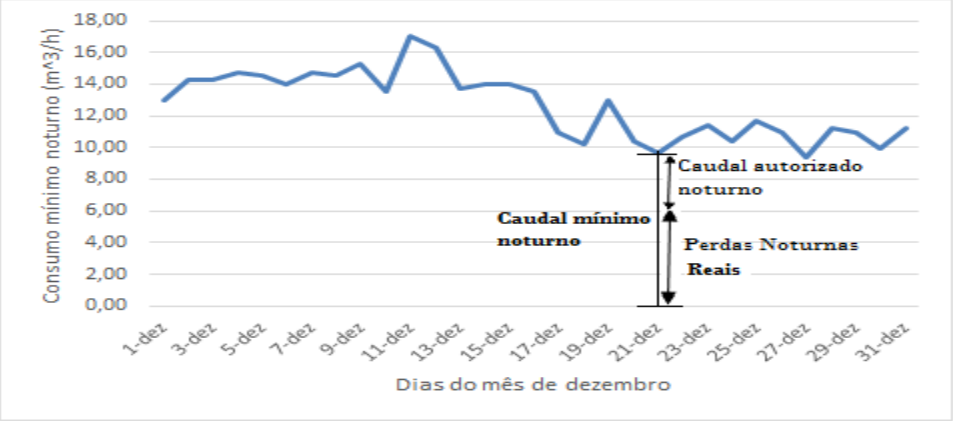


Figura 7 - Caudais mínimos noturnos de um reservatório em diferentes dias de dezembro de 2020.

Para calcular o volume de perdas reais a partir do consumo mínimo noturno procede-se à equação 4 (Serranito e Donnelly, 2015):

$$Volume\ Perdas\ Reais = (Consumo\ mínimo\ noturno - Consumo\ autorizado\ noturno) \times FND \quad (4)$$

Na maior parte dos casos, a pressão média do sistema muda ao longo do dia e é maior durante a noite, sendo inversamente proporcional ao caudal devido às perdas de carga dentro do sistema, por isso o volume de perdas reais calculado pelo caudal mínimo noturno não representa a variação de fugas durante o período de 24 horas (Farley *et al.*, 2008). Caso se simplificasse e apenas se multiplicasse pelas 24 horas diárias iria-se superestimar o valor de perdas reais que efetivamente acontece. Ao aplicar um fator noite-dia (FND) inferior a 24 corrige-se esse problema, permitindo obter o valor médio diário de perdas reais verdadeiro. Em sistemas com controlo acentuado da pressão no período noturno, o valor do fator noite-dia pode ser maior que 24 e em sistemas em que a pressão se mantém constante durante o dia o FND pode ser próximo ou igual a 24 (Patrício, 2007).

O consumo autorizado noturno (*CAN*) é dado pela expressão 5 (Gameiro, 2014):

$$CAN = CND + \ CNND + CGC \quad (5)$$

Sendo que *CND* corresponde aos consumos noturnos domésticos, que podem ser considerados como 2L/contador/hora numa estimativa aproximada (Farley *et al.*, 2008). Os consumidores noturnos não-domésticos (*CNND*) obtém-se com a expressão 6 (Gameiro, 2014):

$$CNND = Nº\ locais\ com\ consumo\ não\ doméstico\ \times 8\ \mathrm{l/hora} \quad (6)$$

Por fim, os consumos autorizados de grandes clientes (*CGC*) são contabilizados individualmente, para todos os consumidores (domésticos e não domésticos) que apresentem um consumo médio superior a 500 l/hora, que são considerados excecionais (Barata, 2010).

2.6.3. Perdas de Água

Todos os sistemas de distribuição de água tem perdas, que variam de região em região, e de país em país.

Como menciona Rei (2019), a população deve estabelecer hábitos de vida que permitam racionalizar, poupando o máximo de água possível e evitando consumos desnecessários, e com isso economizar dinheiro. A partir do controlo destas perdas é possível poupar uma grande quantidade de água e prevenir fugas e roturas na rede, que obrigam a reparações e a gastos excessivos.

2.6.3.1. Perdas Reais

Como observado no balanço hídrico, as perdas reais dividem-se em fugas das condutas de distribuição e adução, extravasamentos nos reservatórios e fugas nos ramais de ligação. As fugas podem ser visíveis (afloram à superfície) ou invisíveis (prolongam-se num período indeterminado sem a sua deteção). As perdas de água por fugas são influenciadas por (Serranito e Donnelly, 2015):

- Material, estado e idade das condutas de transporte e distribuição;
- Número de ramais de ligação;
- Pressão de serviço do sistema e flutuações ao longo do dia;
- Estado dos acessórios como válvulas, ventosas e hidrantes;
- Materiais usados nas reparações;
- Estado das fundações, lajes e paredes dos reservatórios;
- Condições geotécnicas do solo;

O volume de água perdido está interligado às caraterísticas das condutas da rede, à identificação da fuga e à política da empresa para consertar, tendo os seguintes aspetos influência nesse volume (Water World, 2003):

- Pressão nos nós da rede;
- Regularidade e caudal de novas fugas;
- Tempo de deteção de uma nova fuga;
- Tempo de reparo;
- Tempo para a localização da nova fuga;
- Dimensão de novas fugas que são reportadas;
- Nível de fugas que não são identificadas.

2.6.3.2. Perdas Aparentes

Relativamente às perdas aparentes, apresentam-se alguns dos principais fatores que podem ter contribuição (Serranito e Donnelly, 2015):

Imprecisão de Contadores

- Submedição causada por caudais baixos e baixa precisão devido à idade e uso excessivo;
- Contador antiquado, parado ou avariado;
- Classe de precisão baixa;
- Política inadequada de manutenção ou substituição.

Intervenções ilícitas sobre o medidor

- *By-pass* ao contador (desvio provocado por tubagem que impede a leitura da água);
- Vandalismo ou intervenção indevida;
- Ligação direta das condutas da rede às condutas de habitação;
- Utilização indevida de bocas de incêndio.

Subfacturação (erros ou fraude do leitor/cliente)

- Volume subregistado no sistema de faturação;
- Leituras fictícias;
- Erro na transferência de dados ou no software de faturação.

O volume de perdas originado pelos erros de medição pode ser retirado pela aplicação dos resultados dos ensaios metrológicos realizados aos contadores retirados da rede de distribuição sobre o volume total de água medido e faturado, procedimento que não é seguido pela grande maioria das entidades gestoras (Serranito e Donnelly, 2015). A deterioração normal do contador varia com o histórico de consumo de água do cliente e o erro de medição por subcontagem pode chegar aos 10 % quando a idade do contador está entre os 10 a 12 anos. Quando um contador doméstico atinge 12 anos, é recomendado a substituição por um novo (Barros, 2015). É necessário assegurar que estes estejam a trabalhar de forma adequada e proceder a uma manutenção devida para evitar que as perdas aparentes sejam maiores (Poças Martins *et al.,* 2014).

2.6.3.3. Redução de Perdas Aparentes

Na gestão do setor da água, a minimização de perdas vai gerar um aperfeiçoamento das receitas, com redução de custos operacionais e combate ao *stress* hídrico. Tanto as perdas reais como as perdas

aparentes podem ser minimizadas, mas não eliminadas por completo, atuando efetivamente em certos fatores.

Um controlo ativo de perdas aparentes é uma boa prática para reduzir este tipo de perdas e pode ser efetuado a partir de múltiplas metodologias, incluindo a gestão cuidada do parque de contadores, a implementação de uma política de combate aos consumos não autorizados, o controlo e análise dos dados recebidos e o controlo e integridade dos dados de faturação. Nesse sentido, devem ser efetuados planos de seleção adequada dos contadores e da renovação do parque de contadores de forma a respeitar as determinações regulamentares e manter o rigor da medição (Serranito e Donnelly, 2015). A figura 8 apresenta os vários mecanismos a atuar para combater as perdas aparentes.

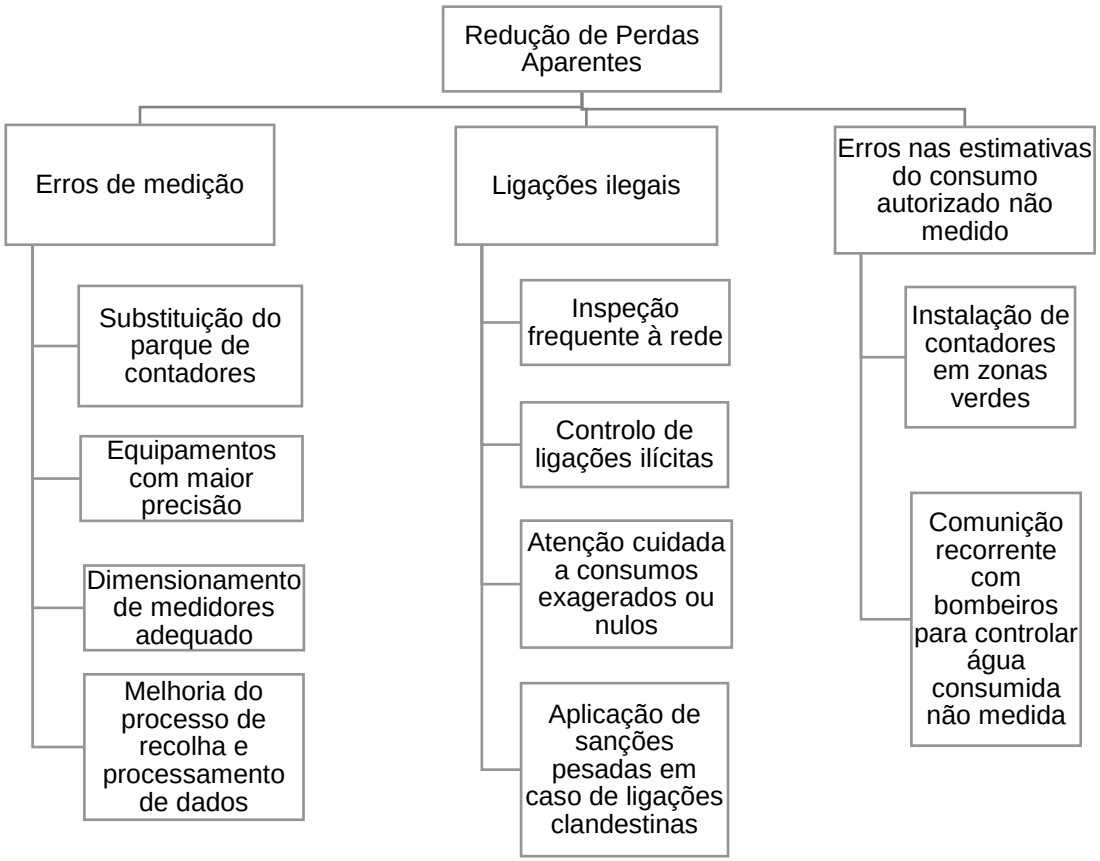


Figura 8 - Redução de perdas aparentes. Adaptado de Barros (2015).

- **Redução dos erros de medição**

Os contadores registam o volume de água consumida de forma contínua e tem sempre associado um determinado erro de medição, que pode ter origem em vários fatores, entre eles a sua degradação natural, problemas de incrustação, calibração pouco frequente, erro de leitura ou registo, avaria, manutenção insuficiente ou escolha errada do tipo de equipamento (Barros, 2015). Os erros de medição podem ainda provir dos próprios erros de recolha de dados por parte do funcionário responsável e existirem leituras em falta por dificuldade de acesso aos contadores localizados no interior das habitações (Sousa, 2011).

À medida que o tempo vai passando, o contador vai aumentando a subcontagem devido ao desgaste da constante utilização. Além disso, é necessário ter em conta os agentes agressivos provenientes na composição da água, que poderão ter uma ação direta sobre o contador levando-o ao desgaste de forma mais rápida. As partículas em suspensão transportadas pela água são outra preocupação, pois ao cruzarem com o contador podem fazê-lo parar imediatamente (Fernandes, 2014).

Para diminuir todos estes tipos de erros pode procurar-se renovar o parque de contadores da rede de distribuição, para garantia do controlo metrológico, substituindo os mais antigos por equipamentos de maior precisão, retirando ou reparando aqueles com avarias ou defeitos, promovendo a fiabilidade dos próprios contadores.

A diminuição dos erros humanos encontrados passa pela substituição das tabelas de recolha de leituras por aparelhos coletores, os quais comparam a leitura registada com a média dos consumos anteriores do cliente assim como da última leitura, em ordem a detetar erros mais rapidamente e ter a possibilidade de corrigi-los antes que se propaguem à base de dados da empresa. A permanência de cada leitor em determinada zona será também vantajoso, visto que o leitor conhece a zona em que trabalha e desenvolve um melhor relacionamento com os consumidores, facilitando o acesso às leituras, definindo a escolha dos melhores percursos e a opção por horários em que a maioria dos clientes apresenta disponibilidade são apenas algumas das vantagens desta medida (Malheiro, 2011).

Por outro lado, o dimensionamento deverá ser adequado à classe de medição do contador, já que quando um contador é submetido a caudais fora da sua classe pode apresentar menor sensibilidade na medição, tanto no caso de sobredimensionamento, quando o contador não é capaz de contabilizar pequenos caudais, como no caso de subdimensionamento, que provoca desgaste prematuro do medidor (Sousa, 2011).

Os sistemas de telemetria são úteis para otimizar o processo e recolha de dados e garantir o conhecimento quase imediato do volume de água, analisando os dados fornecidos a nível de pressões, de caudais e volumes existentes nos vários pontos da rede, permitindo gerir adequadamente o sistema. O uso da telemetria ou de *dataloggers* é uma alternativa para recolher leituras periódicas, armazenar e enviar essas informações de interesse ao operador, útil para detetar irregularidades, analisar os consumos faturados e no próprio balanço hídrico (Barros, 2015).

- **Fiscalização das Ligações ilegais**

O estabelecimento e uso de ligações ilícitas, bem como a utilização fraudulenta de marcos e bocas-de-incêndio são, por vezes, encontrados quer em locais particulares quer em locais públicos. As ligações ilícitas ocorrem normalmente em zonas em que não existe controlo ou inspeções (Sousa, 2011).

Para verificar a existência de um consumo não autorizado procede-se à inspeção da rede, para que se possam detetar ligações ilícitas, religações não autorizadas, adulteração dos contadores ou utilização fraudulenta de hidrantes. Como forma de combate a usos não autorizados de água, deve-se analisar o historial de consumo dos clientes e a evolução do comportamento destes para o futuro. A identificação de consumos anómalos que indiciam uma fraude, passam pela verificação da existência de consumos de água nulos ou muito baixos de uma dada instalação, situação por vezes descorada pelas EG. Sendo uma realidade bastante presente em Portugal, e para diminuir este tipo de uso, o consumo ilícito de água deve ser analisado mesmo após a suspensão do fornecimento e dever-se-ia considerar a criação de bases de dados que emitam alertas, em caso de consumo ilícito de água após o corte efetivo do fornecimento (Alves, 2015).

Por outro lado, a aplicação de sanções severas no caso de ligações clandestinas pode ser uma medida a adotar para evitar que estas aconteçam, alertando os infratores que vão ser punidos e que existe um controlo e combate à fraude por parte da entidade gestora.

- **Otimização das estimativas e redução do consumo autorizado não medido**

Para otimizar as estimativas dos consumos autorizados não medidos e reduzir este tipo de consumos pode proceder-se à instalação de contadores em zonas verdes e outros pontos onde se verifique consumos.

Na parcela dos consumos autorizados não medidos, os volumes usados em combate de incêndio só podem ser estimados com a colaboração dos bombeiros e pela disponibilização de informação dos mesmos. A quantidade de água despendida em manutenção e higienização de reservatórios é determinada através da altura ou percentagem de volume do reservatório. O volume de água para ensaios e desinfeção de condutas pode ser medido através de dispositivos com contador portátil próprio para o efeito. O volume inerente à manutenção de redes pode ser obtido pelo somatório do volume descarregado em cada intervenção ou quantificado pela percentagem do volume total da rede que é usado em descargas para manutenção (CESDA, 2014).

2.6.3.4. Redução de Perdas Reais

Num sistema de abastecimento de água o mais significativo a corrigir são as perdas reais, com uma maior percentagem no volume de água perdido total. Em termos de estrutura, em 2019, no conjunto das entidades gestoras que prestam o serviço de abastecimento de água em alta em Portugal, 66 % da água não faturada tem origem nas perdas reais, 14 % nas perdas aparentes e 20 % no consumo autorizado não faturado. No conjunto das entidades gestoras que prestam o serviço de abastecimento de água em baixa, 70,8 % da água não faturada tem origem nas perdas reais, 15,8 % nas perdas aparentes e 13,3 % no consumo autorizado não faturado (ERSAR, 2020a).

Quanto à gestão das perdas reais, a IWA *Water Loss Task Force* identificou quatro linhas base: a gestão da pressão, a rapidez e qualidade das reparações, a gestão dos ativos da rede e o controlo ativo de fugas, o que se pode visualizar na figura 9 (Serranito e Donnelly, 2015).



Figura 9 - Os quatro pilares para uma estratégia de sucesso no combate a perdas reais. Adaptado de Farley *et al.* (2008).

A rapidez e qualidades das reparações sobre as fugas detetadas permitem a diminuição do volume de água perdida e garante a manutenção de níveis controlados de fugas (Serranito e Donnelly, 2015).

Outra linha base de controlo de pressões ocorre com a implementação de um sistema de gestão integrado dos ativos da rede, que contribui para assegurar o desempenho, equilibrando o custo e os riscos dos ativos, assumindo um papel decisivo para adoção de política de manutenção ou renovação efetivas (Serranito e Donnelly, 2015).

Alguns métodos podem ser utilizados para a deteção de fugas como o método volumétrico, a criação de Zonas de Medição e Controlo (ZMC), a medição contínua de pressões, técnicas acústicas ou a medição contínua dos caudais mínimos noturnos ou de pressões através de registadores (Moreira, 2011).

Os métodos serão definidos brevemente de acordo com Moreira (2011), para uma melhor compreensão destes tipos de controlo ativo de fugas.

- O **método volumétrico** analisa o volume de água que entra no sistema ou zona e aquele que é consumido, estimando as perdas por diferença;
- A **medição contínua dos caudais mínimos noturnos** mantém um registo contínuo para uma análise de consumos mais pormenorizada. No período noturno, um consumo excessivo de água poderá ser um indicador de água não faturada;
- A **medição contínua de pressões** através de registadores recorre à medição análoga à dos caudais mínimos noturnos, onde fortes variações de pressão podem ser indicadores de uma fuga;
- As **técnicas acústicas** baseiam-se no facto de as perdas de água estarem associadas a vibrações nas condutas, que podem ser localizadas a partir da frequência e a intensidade da onda sonora relativa à fuga;
- As **Zonas de Medição e Controlo** separam a rede em pequenos setores, que podem ser analisados de forma autónoma, evitando intervenções que afetem a rede como um todo. Estas zonas tem contornos fixos e rigorosamente identificados e as entradas e saídas de água são controladas para obter informação detalhada. A identificação destes setores pode ser usada para controlar os caudais de forma regular, de modo a encontrar roturas ou avarias a partir das variações súbitas do volume de água (fazendo parte do controlo ativo de fugas) ou para a gestão de pressões, como será visto num subcapítulo mais à frente (Alegre *et al.*, 2005).

2.6.3.5. Localização de fugas

A localização de fugas deve ser realizada com recurso a equipamentos para determinar o local exato onde se está a perder água, podendo ser efetuado com correladores acústicos, geofones, varetas de escuta, entre outros. O denominado *step test* é um dos testes utilizados previamente para diminuir a área a analisar na pesquisa de fugas.

- **Correlador acústico**

O correlador acústico (figura 10) é um aparelho de localização da fuga através de correlação cruzada. Ao efetuar a escuta em dois pontos diferentes da tubagem determina-se a posição relativa da fuga, calculando a diferença de tempo verificada no registo das mesmas frequências através dos dois microfones (Alegre *et al.*, 2005).



Figura 10 - Correlador acústico AQUASCAN 610

- **Geofone**

O Geofone é um equipamento de sondagem, colocado diretamente acima da tubagem onde as características do solo o permitam. Este instrumento é composto por um sensor de solo, preso por um fio, que liga a um aparelho amplificador, que regista o ruído da água a passar nas condutas. O geofone deverá ser utilizado à noite pelo facto do ruído ambiente ser menor e a pressão hidráulica na tubagem maior (horário de menor consumo de água) (Godinho, 2018). Na figura 11, observa-se o geofone com um sensor de solo tipo sino, comumente utilizado em pavimentos mais regulares.



Figura 11 - Geofone DXmic. Mostrador à direita com o ruído em dB.

- **Vareta de escuta**

As varetas de escuta (figura 12), à semelhança do geofone, são manobradas para determinar a localização exata de uma fuga.



Figura 12 - Vareta eletrónica de escuta TMIC (Hidromelhoras, 2021).

- ***Step test***

O *step test* consiste no fecho sequencial de válvulas de seccionamento e registo da alteração de caudais em relação ao funcionamento normal, para determinar o local da fuga. Os medidores de caudal devem estar associados a *dataloggers* de modo a verificar as manobras na rede e as variações de caudal. Este teste deve ser conduzido durante a noite para ser notório a identificação dos caudais elevados como uma rotura, não confundindo com consumos de clientes (Ferreira, 2017). Os potenciais resultados de um *step test* aparecem na figura 13.

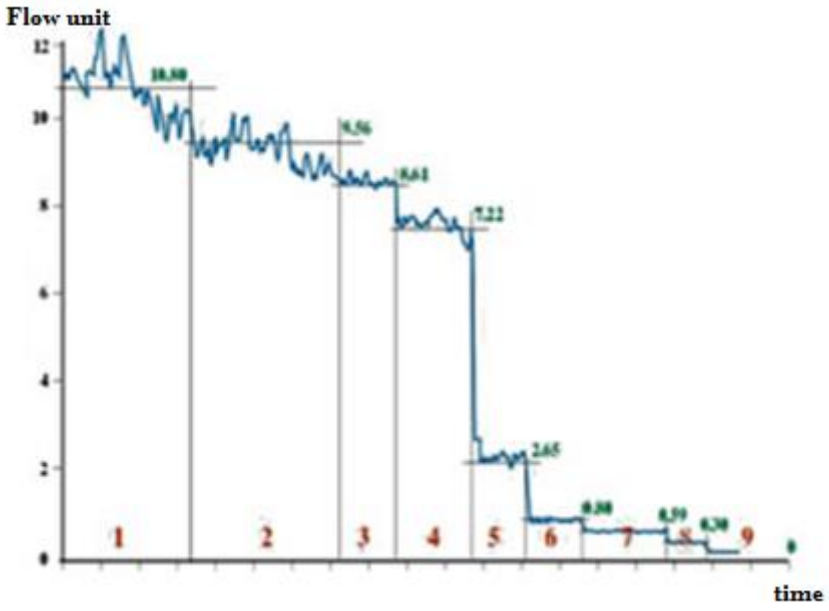


Figura 13 - Resultados de um *step test* (aquasave, 2021).

Uma quebra de volume acentuada poderá ser reveladora da presença de uma fuga, no troço limitado pela válvula de secionamento fechada, que originou essa diminuição abrupta do volume monitorizado.

2.6.3.6. Controlo de Pressões

As pressões excessivas e as suas constantes oscilações deterioram as infraestruturas da rede de abastecimento, originando fugas com um consequente volume de água perdido (Cardoso *et al.*, 2013). Além disso, a vida útil das condutas e equipamentos diminui, o que pode resultar num aumento de gastos com a manutenção destes, sendo fundamental controlar e gerir pressões para o correto funcionamento de uma rede de distribuição.

A gestão da pressão pode ser atingida por três formas: otimização do funcionamento das estações elevatórias com grupos eletrobomba a trabalhar com velocidade variável, por setorização dividindo a rede em zonas de medição e controlo e, por último, com a instalação de Válvulas Redutoras de Pressão (VRP) (CESDA, 2015).

- **Otimização do funcionamento das estações elevatórias com grupos eletrobomba a trabalhar com velocidade variável**

A otimização do funcionamento das estações elevatórias aplica-se quando estas estão ligadas diretamente à rede de distribuição de água. Esta melhoria pode ser alcançada utilizando instalações sobrepressoras, que permitem elevar a pressão localmente para zonas da rede de distribuição em que se verifiquem pressões deficientes, não aumentando a pressão noutros setores da rede, útil durante picos de consumo. Para tal ocorrer, devem ser usadas bombas de velocidade variável, que possuem maior flexibilidade na gestão de pressões e na resposta às variações de consumo. Outra forma de otimização passa por garantir níveis operacionais nos reservatórios que evitem extravasamentos. Esta opção permite a escolha de períodos de bombeamento que não impliquem um aumento significativo das pressões na rede e o controlo dos níveis nos reservatórios de modo a minimizar as pressões elevadas (CESDA, 2015).

- **Setorização**

Outra escolha para gerir pressões pode ser procedida com a setorização em Zonas de Medição e Controlo (ver figura 14). O acesso de dados, tanto de caudal como de pressão na entrada destas zonas monitorizadas, permite o reajuste na gestão de pressões da rede e otimização da operação. O nível de pressões da rede deve ter em conta os valores regulamentares de pressão de abastecimento, mas também precavendo a ocorrência de roturas e a minimização do volume de perdas de água. Este tipo de análise é designado por controlo ativo das pressões na rede (Serranito e Donnelly, 2015). Um programa de gestão ativa da pressão deve ter acompanhamento e ajustamentos periódicos. Deve ser prevista monitorização permanente ou em períodos representativos das variações diárias, semanais ou sazonais de caudal ou pressão (CESDA, 2015).

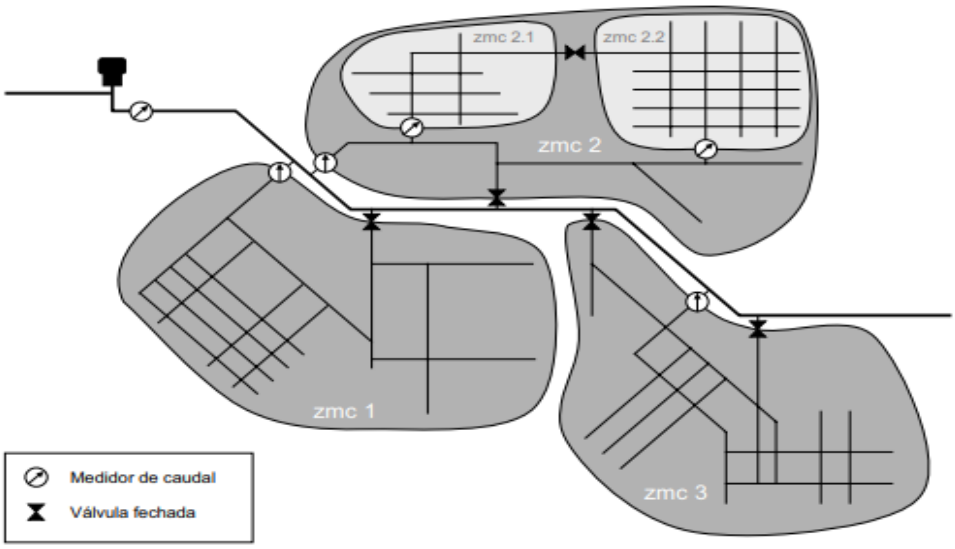


Figura 14 - Exemplo de três ZMC, estando a ZMC 2 subdividida em duas subzonas (Alegre *et al.,* 2005).

A dimensão de uma ZMC varia em função de cada situação, dependendo de condições como a topologia da rede, a densidade populacional e a densidade de ramais. Todos estes fatores influenciarão o número de pontos de entrada de caudal, embora por razões económicas e de simplicidade de operação procure-se uma configuração de válvulas que permita reduzir este número de pontos ao mínimo imprescindível. Os limites da ZMC são baseados num estudo cuidadoso da porção de rede envolvida, devendo-se recorrer à experiência de modelação existente e ao conhecimento do pessoal de campo, com o intuito de identificar potenciais áreas críticas. Este processo de delimitação deve procurar seguir a topologia natural de modo a minimizar o custo de instalação e manutenção do esquema. Sempre que possível, as condutas principais (com diâmetro de 300 mm ou superior) não devem ser incluídas nas ZMC, por forma a evitar a instalação dispendiosa de medidores de maiores dimensões, mas também para aperfeiçoar o processo de medição de caudais. Nos casos em que uma grande fração do caudal entra numa ZMC e volta a sair para outras zonas, a estimativa de caudais sofre habitualmente uma redução na exatidão, por acumulação de erros nas várias medições. As condutas principais podem ser evitadas definindo ZMC cujas fronteiras correm em paralelo à conduta principal e medindo os caudais que saem das condutas de distribuição, como está exemplificado na figura 14 (Alegre *et al.*, 2005).

- **Instalação de Válvulas Redutoras de Pressão**

No caso de incapacidade de equilibrar a pressão na rede de abastecimento mediante a sua setorização, a qual visa a alteração do sentido do escoamento, a redução da pressão atinge-se a partir da instalação de Válvulas Redutoras de Pressão. Estes acessórios são instalados em pontos estratégicos da rede de abastecimento, introduzindo uma perda de carga localizada no escoamento para reduzir a pressão ao nível desejado, essencialmente no período de menor consumo onde as pressões são mais elevadas (Farley *et al.*, 2008).

São apresentados agora quatro exemplos de soluções para uma gestão efetiva de pressões a partir da utilização de Válvulas Redutoras de Pressão: regulação fixa, modelação por controlo horário, modelação por consumo e modelação baseada no ponto crítico (CESDA, 2015):

- **Regulação fixa:** Neste método a válvula redutora de pressão é definida para um valor de pressão a jusante que se vai manter constante independentemente das variações de consumo ou pressão a montante.
- **Modelação por controlo horário:** Esta solução envolve a utilização de um controlador/ temporizador horário instalado na válvula, a trabalhar com dois patamares de redução de pressão regulados. Durante o período diurno o controlador pode estar programado para definir um determinado valor de pressão e durante a noite pode estar regulado para outro valor, que deve ser inferior, evitando assim as sobrepressões que ocorrem em baixo consumo.
- **Modelação por consumo:** Nesta modelação é colocado um medidor de caudal numa conduta principal que mede o caudal solicitado de forma permanente. Os valores de caudal são transmitidos a um autómato, onde previamente se definiu um algoritmo que relaciona o caudal com a pressão, e esta vai ser gerida de acordo com os ciclos de consumo (diário, semanal, mensal, anual), verificando-se um maior controlo e menor amplitude na variação da pressão.
- **Modelação baseada no ponto crítico:** Neste método procura-se prestar maior atenção aos pontos críticos da rede, onde as pressões atingem valores mais baixos. É instalado um sensor de pressão no ponto crítico da rede que envia remotamente as medições de pressão para um autómato que irá comandar a VRP, fazendo com que este incuta a maior ou menor abertura da válvula para controlar a pressão no ponto em causa. Esta forma de controlo é a mais estável dentro dos métodos apresentados, permitindo variações de pressão muito suaves e mantendo-se o valor da pressão na rede num valor mínimo otimizado.

2.6.3.7. Vantagens da Gestão da Pressão

A gestão da pressão consiste na redução da pressão o máximo possível, sem comprometer as necessidades dos consumidores, e apresenta inúmeros benefícios que são descritos, de seguida (Butler, 2000 *apud* Lopes, 2013):

- **Redução do consumo influenciado pela pressão**: A gestão da pressão permite que a água seja utilizada de forma eficiente, ou seja, permite manter as pressões acima dos valores mínimos regulamentares, de forma a satisfazer os consumidores, e permite, também, controlar as pressões excessivas e a influência que as mesmas têm no consumo;
- **Diminuição do índice de roturas**: Elevadas pressões e oscilações diárias de pressão levam à danificação das infraestruturas, que provoca o aumenta do índice de roturas, bem como dos custos associados, em reparações e interrupções de abastecimento. Pelo contrário, a redução da pressão permite a redução do índice de roturas;
- **Redução do caudal de fugas**: A redução da pressão é fundamental para diminuir as pequenas fugas quase indetetáveis, por exemplo, em juntas e ligações;
- **Melhoria da qualidade de serviço**: A garantia de pressões satisfatórias para os consumidores, contribuem para a melhoria da qualidade de serviço, o que leva a um aumento do grau de confiança dos consumidores nos serviços prestados pelas entidades gestoras. A redução de roturas e de falhas no abastecimento são alguns aspetos que contribuem para um aumento da satisfação dos consumidores;
- **Redução de custos com materiais**: Quando são adotadas pressões mais baixas no sistema é possível utilizar condutas e acessórios com menor pressão nominal, que são

usualmente mais baratos, reduzindo os custos associados por parte das entidades gestoras;

- **Garantia de caudais de incêndio**: Para promover a eficácia no combate a incêndios é necessário que a água escoe a um determinado caudal instantâneo, consoante o grau de risco relativo à área envolvente. Um correto dimensionamento de um sistema de controlo ativo de pressões e uma boa gestão do mesmo certifica que os caudais de incêndio sejam garantidos.

Portanto, a diminuição da pressão pode influenciar as perdas reais, uma vez que o caudal perdido em fugas e o índice de roturas diminui. Para além da influência nas perdas reais, um programa de gestão de pressões pode alterar o consumo de água. Tendo isso em conta, as entidades gestoras nem sempre adotam programas de redução de pressões, uma vez que isso pode ter um impacto negativo sobre o consumo faturado. As entidades gestoras devem analisar criteriosamente a relação custo-benefício nos programas de redução de pressão e explorar as potencialidades que eventualmente podem acontecer. Este custo está relacionado com o investimento das entidades quer ao nível de estratégias não infraestruturais (formação dos recursos humanos, a sensibilização da população servida, a instrumentação com válvulas redutoras de pressão, por exemplo, e tecnologias associadas, nomeadamente softwares de gestão de operação e manutenção) como infraestruturais (renovação e reabilitação de rede e reservatórios, mudança de esquema de funcionamento e segmentação de redes) (Silva, 2015).

2.6.4. Indicadores de Perdas

Criar estratégias de combate a perdas de água são de maior importância, e determinar indicadores de desempenho relativos a perdas são umas das principais formas de atuação sobre esta problemática. Os indicadores de desempenho utilizados por um número crescente de entidades gestoras em todo o mundo são a água não faturada, as perdas de água totais, as perdas reais e as perdas aparentes (Serranito e Donnelli, 2015).

Um indicador de desempenho ambiental relativo às perdas de água é o denominado WR1, que corresponde à ineficiência na utilização dos recursos hídricos, e é prático e de fácil compreensão. A ineficiência na utilização de recursos hídricos não deverá ser calculado para períodos inferiores a um ano para não induzir em erros de interpretação (Pimpão, 2012).

Um indicador simples que pode alertar as entidades gestoras pelo seu valor elevado é a água não faturada expressa em percentagem do volume de água entrado no sistema. No entanto, ele não faz uma distinção entre as perdas reais e as perdas aparentes. Relativamente às perdas reais um dos indicadores mais utilizados é o ILI, *Infrastructure Leakage Index* ou índice infraestrutural de fugas, que relaciona as perdas reais existentes anuais, CARL ou *Current Annual Real Losses*, com as perdas reais inevitáveis anuais, UARL ou *Unavoidable Annual Real Losses* (Poças Martins, 2014):

$$ILI = \frac{CARL}{UARL} \quad (7)$$

O valor de UARL pode ser obtido pela expressão:

$$\text{UARL (l/dia)} = (18 \times L_m + 0{,}8 \times N_c + 25 \times L_p) \times P \quad (8)$$

Em que L_m é o comprimento da rede em km, N_c é o número de conexões de serviço, L_p é o comprimento da conduta em terreno privado (m) e P é a pressão média de serviço (m). Um ILI entre 1 e 1,5 demonstra um excelente controlo de perdas reais (Poças Martins, 2014).

O índice infraestrutural ILI pode ser classificado por classes segundo o *World Bank Institute*, como demonstra a tabela 3.

Tabela 3 - Classificação do índice infraestrutural ILI, adaptado de leakssuitlibrary.com, 2020.

Países Não Desenvolvidos ou em Desenvolvimento	**Países Desenvolvidos**	**Classe de performance**	**Descrição geral das categorias de desempenho**
Escala de ILI	Escala de ILI		
< 3	< 1,5	A1	Uma redução adicional de perdas pode ser prejudicial, a não ser em casos de escassez; análise necessária para identificar potenciais melhorias no custo efetivo
3 a < 4	1,5 a < 2	A2	
4 < 6	2 a < 3	B1	Potencial de melhoria quanto a gestão de pressões, melhores práticas de controlo ativo de perdas e otimização da manutenção da rede
6 a < 8	3 a < 4	B2	
8 a < 12	4 a < 6	C1	Registo pobre de perdas; apenas tolerável em situações em que água é abundante e barata; mesmo assim, analisar natureza das perdas e intensificar os esforços de redução das perdas
12 a < 16	6 a < 8	C2	
16 a < 24	8 a < 12	D1	Uso bastante ineficiente do recurso; programas de redução de perdas são imperativos e uma prioridade
≥ 24	≥ 12	D2	

Numa estratégia de combate a perdas pode ser também necessário obter o Nível Económico de Perdas ou NEP, que corresponde ao nível mínimo de água não faturada que faz sentido económico, ou seja, quando é atingido este nível, os custos de reduzir ainda mais a água não faturada vão ser superiores ao valor da água poupada. O cálculo do NEP não segue uma metodologia padrão, depende das variáveis que são utilizadas na análise de custo-benefício, como o período de tempo, o valor da água adquirida ou produzida, bem como as taxas de juros e depreciação. Os dois tipos de intervalos horários considerados são os intervalos longos, que correspondem a qualquer tempo superior ao do período de retorno dos investimentos, e os intervalos curtos que estão relacionados com medidas operacionais, como por exemplo controlo ativo de perdas, que não requerem investimentos significativos (Poças Martins, 2014). A noção de Nível Económico de Perdas aplica-se às perdas

reais e perdas aparentes, dividindo-se em Nível Económico de Perdas reais (NEPr) e Nível Económico de Perdas aparentes (NEPa). Isto acontece porque os procedimentos para minimização de erros de medição e de consumos não contabilizados são independentes dos procedimentos para minimização de perdas reais (Alegre *et al*, 2005).

A figura 15 apresenta a nível económico de perdas reais, podendo-se observar que um maior investimento no controlo ativo de perdas, resulta num nível de perdas menor. Contudo, existe um limite para o qual o Nível Económico de Perdas não decresce, independentemente das ações tomadas.

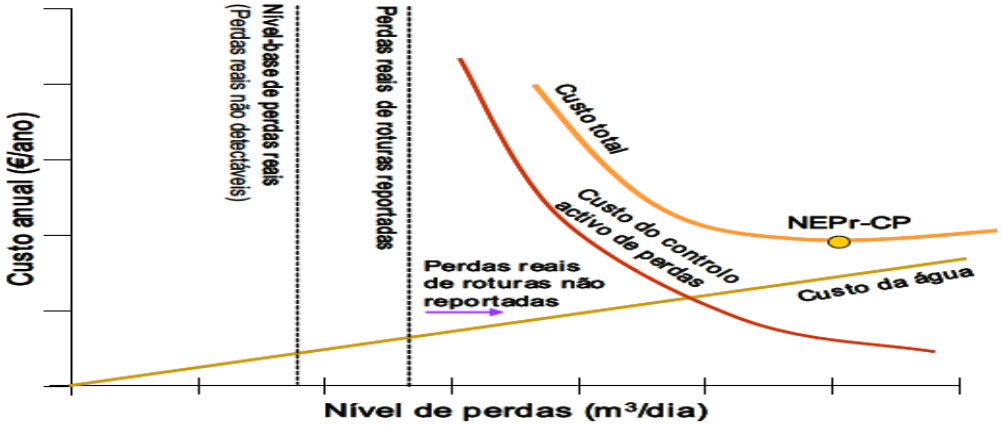


Figura 15 - Nível Económico de Perdas Reais (Alegre *et a*l., 2005).

2.6.5. FATURA DA ÁGUA

A fatura da água é um documento que apresenta o valor a pagar pelo cliente da entidade gestora com base no consumo de água efetuado e de tarifas associadas. Estas tarifas podem ser diferenciadas em função da disponibilidade do serviço (tarifas fixas) e em função das quantidades de consumo de abastecimento ou recolha (tarifas variáveis), que variam consoante o tipo de consumo (doméstico e não doméstico) e os escalões do mesmo. Os escalões de consumo são patamares de consumo que diferenciam o valor da tarifa variável. A fatura da água inclui os serviços de abastecimento de água, o serviço de tratamento e drenagem de águas residuais e a gestão dos resíduos urbanos.

A ERSAR propõe que as tarifas dos serviços de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais possam ser reduzidas para famílias numerosas e agregados familiares economicamente carenciados, devendo esta redução concretizar-se pelo ajustamento dos escalões de consumo em função da dimensão do agregado familiar e pode incluir a isenção da tarifa de disponibilidade para consumidores domésticos e aplicação da tarifa de disponibilidade e tarifa variável relativa a consumidores domésticos para os consumidores não-domésticos (ersar.pt, 2021).

Algumas taxas são também encontradas na fatura da água, nomeadamente as Taxas de Recursos Hídricos e a Taxa de Gestão de Resíduos. As Taxas de Recursos Hídricos (TRH) são aplicadas para suportar o funcionamento de atividades que tenham por objetivo a gestão e proteção de recursos hídricos. A Taxa de Gestão de Resíduos (TGR) foi criada para os custos ambientais associados aos resíduos, em função da sua gestão e destino final.

A repercussão da TRH e da TGR nos clientes deve ser feita de forma desagregada da fatura, ficando sujeita às mesmas condições que a faturação das tarifas relativas aos serviços de águas, nomeadamente no que respeita ao prazo de pagamento e aos juros de mora por atraso no pagamento.

As entidades entregam as verbas das taxas TRH e TGR à Agência Portuguesa do Ambiente (Barros, 2015).

A faturação destes serviços deve ser mensal e o Decreto-lei nº194/2009 especifica no artigo 67º que a realização de leituras reais aos contadores deve ter uma frequência mínima de duas vezes por ano e um distanciamento máximo entre leituras de 8 meses. O utilizador deve facultar o acesso da entidade gestora ao instrumento de medição quando este se encontre localizado no interior da habitação servida.

Nos casos onde não é possível efetuar o registo da leitura real do contador, o consumo é faturado por estimativa, que é determinada a partir de uma média dos últimos consumos reais do cliente em questão. Os consumos faturados por estimativa são regularizados após uma leitura real do contador.

2.6.6. CONTADORES

A entidade gestora mede a água consumida através de contadores e é responsável pela sua colocação, manutenção e substituição, dando cumprimento ao estabelecido na legislação sobre o controlo metrológico. Os contadores registam de forma contínua o volume de água que por ele passa e têm a finalidade de cobrar ao utilizador a água consumida. Como tal, são usados em micromedição, ou seja, medição do volume consumido.

Os contadores podem ser classificados segundo características construtivas, com o princípio de funcionamento (tipos de contadores) e a capacidade de medição ou classe metrológica (Sousa, 2011).

2.6.6.1. Tipo de Contadores

Os contadores podem ser classificados de acordo com o seu funcionamento (Barros, 2015):

- **Contadores volumétricos**: a água circula numa câmara de medição com um êmbolo e esse deslocamento provoca um movimento oscilatório que é transmitido ao totalizador, que converte o movimento de rotação em volume. Através de contagem direta, o contador mede o volume de água correspondente. As medições são mais exatas para pequenos caudais e é usado preferencialmente em consumidores domésticos;
- **Contadores de velocidade:** este tipo de contador faz medição da velocidade de água que por ele passa. Pode ser classificado como mecânico ou estático. Os contadores mecânicos baseiam-se no movimento de uma turbina (ou hélice) provocado pela passagem da água. Os contadores mecânicos podem ser do tipo turbina monojacto, turbina multijacto ou do tipo *Woltmann* (hélice). Os contadores estáticos podem ser ultrassónicos ou eletromagnéticos. Os contadores eletromagnéticos utilizam um campo magnético que vai gerar uma força eletromotriz induzida pelo movimento da passagem de água nesse campo (determinação de caudal a partir de velocidade do líquido). Os contadores ultrassónicos possuem um sensor que emite um sinal ultrassónico e baseiam-se na reflexão desse ultrassom (tempo entre a emissão e receção de um sinal é proporcional à velocidade de propagação das ondas acústicas no líquido).
- **Contadores conjugados:** estes contadores são compostos por um contador principal de grande calibre (normalmente de velocidade tipo *Woltmann),* um contador secundário de pequeno calibre (volumétrico ou velocidade tipo turbina) e uma válvula de comutação. Nos casos em que o caudal de água é baixo, a água passa pelo contador secundário e a válvula de comutação está fechada, impedindo a passagem para o contador principal.

Quando o caudal atinge um determinado valor, inferior ao caudal máximo do contador secundário, a válvula abre por ação da água e entra também no contador principal. A contagem final é a soma dos valores lidos nos dois contadores. São utilizados em consumos muito elevados e muito reduzidos.

2.6.6.2. Classe Metrológica

Os regulamentos europeus relativos a contadores de água fria, de 1974, e de água quente, de 1979, são a Diretiva Europeia 75/33/CEE e a Diretiva 79/830/CEE, respetivamente. No ano de 1993, foi criada a norma ISO 4064:1993, que define as classes metrológicas dos contadores de água potável quente e fria (Sousa, 2011). As classes metrológicas dos contadores são definidas por diferentes caudais e precisão dos mesmos, e são eles:

- Caudal mínimo (Q_{min}): menor caudal que contador deve medir, com erros de medição que não ultrapassem ± 5 % do fluxo atravessado;
- Caudal de transição (Q_t): caudal situado entre o caudal mínimo e o caudal máximo, dividindo a gama de caudais em duas zonas distintas;
- Caudal máximo ($Q_{máx}$): maior caudal com que o contador funciona sem danificar, num período de tempo limitado e dentro dos erros máximos admissíveis. Este não deve ser confundido com a capacidade do contador, pois um funcionamento por tempo prolongado neste caudal provocará desgastes e mau funcionamento;
- Caudal nominal (Q_N): maior caudal com que o contador consegue funcionar satisfatoriamente dentro dos limites de erros admissíveis, corresponde a 50 % do caudal máximo do contador.

O intervalo entre caudal mínimo e o caudal máximo é denominado gama de medição. O intervalo tem duas zonas de erro máximo admissível: a zona baixa com erro de ± 5 % e a zona alta, com ± 2 %, cuja separação corresponde ao caudal de transição (Pacheco, 2010).

Segundo a norma ISO 4064, os contadores podem ser divididos em classes de precisão A, B, C e D, sendo possível determinar o caudal mínimo e caudal de transição que o contador é capaz de medir conhecendo o caudal nominal, conforme a tabela 4. No entanto, a Diretiva Europeia 75/33/CEE estabelece apenas as classes mais utilizadas no mercado (A, B e C). Cada classe tem o mesmo limite de precisão, variando a gama de caudais que exige uma determinada precisão (Sousa, 2011).

Tabela 4 - Classes Metrológicas de contadores segundo ISO 4064.

Classe Metrológica	**Contadores de Q_N (Q_N = Caudal Nominal em m^3/h)**			
	Q_N < 15		Q_N ≥ 15	
	Q_{Min}	Q_t	Q_{Min}	Q_t
Classe A	0,04 Q_N	0,10 Q_N	0,08 Q_N	0,3 Q_N
Classe B	0,02 Q_N	0,08 Q_N	0,03 Q_N	0,2 Q_N
Classe C	0,01 Q_N	0,015 Q_N	0,006 Q_N	0,015 Q_N
Classe D	0,0075 Q_N	0,0115 Q_N		

A classe A é aquela que corresponde ao menor grau de precisão, possuindo uma menor amplitude na gama de caudais que o contador é capaz de medir. Não é a classe ideal para medições de baixos fluxos de caudais e por isso encontra-se em desuso nos abastecimentos urbanos, no entanto, por ser uma solução barata é utilizado em redes de rega. Os contadores pertencentes à classe B tem uma melhor relação preço/qualidade de todos e são os mais encontrados atualmente. A curva de erros do contador desta classe está desfasada para a direita em relação à classe C já que a precisão em baixos caudais é menor. Relativamente à classe C, a precisão é superior às restantes devido à sua forma, apresentando menor resistência ao atrito que é gerado pela parte móvel do contador, garantindo melhor sensibilidade a caudais menores. A norma impõe estas exigências de precisão a contadores novos, nos contadores que se encontram em serviço a precisão diminui com a idade e desgaste (Sousa, 2011). Os contadores de classe D são os que apresentam maior sensibilidade dentro de todas as classes apresentadas.

Cada modelo de contador apresenta uma curva de erros caraterística que une os valores de erro em vários caudais distintos. A figura 16 apresenta uma curva de erro típica de um contador de 1,5 m^3/h definidos pela norma ISO 4064.

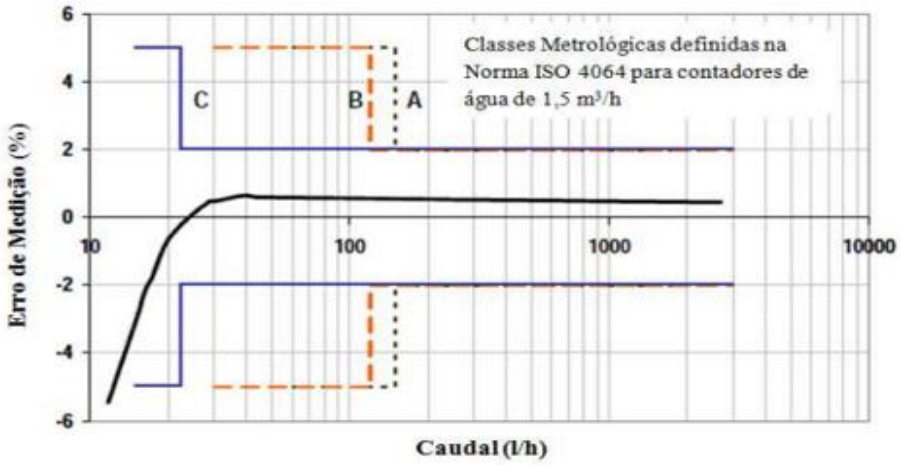


Figura 16 - Curva de erros para contador de 1,5 m^3/h para várias Classes Metrológicas segundo ISO 4064 (Sousa, 2011).

Em 2004, foi aprovada a Diretiva 2004/22/CEE, funcionando juntamente com a Diretiva 75/33/CEE para contadores de água fria e a 79/830/CEE para contadores de água quente. A Diretiva 2004/22/CEE foi transposta para ordem jurídica nacional pelo Decreto-lei nº192/2006. Mais tarde surgiu a norma EN 14154:2007, atualmente em vigor, para contadores de água limpa. Esta norma é baseada nas recomendações da Organização Internacional de Metrologia (MID) e introduziu algumas diferenças no que se refere à abordagem anterior na definição das características metrológicas, ou seja, os requisitos dos erros máximos admissíveis são os mesmos mudando apenas a nomenclatura usada para a definição das classes metrológicas. O caudal mínimo passou a ser denominado Q_1 e o caudal de transição passou a Q_2. O caudal nominal passou a ser denominado caudal permanente, Q_3, e o caudal máximo a caudal de sobrecarga, Q_4. Os contadores são designados pelo caudal permanente ao invés do caudal nominal, mas mantiveram-se as definições da abordagem mais antiga (Sousa, 2011).

O controlo metrológico dos equipamentos é regido pelo previsto na Portaria n.º 21/2007 (Pacheco, 2010).

A definição de classes metrológicas não entra na diretiva MID e aparece o conceito de intervalo de medição, definido como a amplitude de funcionamento de um contador, entre Q1 e Q3 (Pacheco, 2010).

A relação entre os diversos caudais é a seguinte (sendo R um valor adimensional):

$$Q2 / Q1 = 1,6 \qquad Q4 / Q3 = 1,25 \qquad Q3 / Q1 = R$$

A nova norma carateriza os contadores de água pelo rácio *R* levando a um maior controlo da amplitude de medição.

2.7. Avaliação das Entidades Gestoras a Nível Mundial

O Relatório de Competitividade Global de 2019 do Fórum Económico Mundial (em inglês, *World Economic Forum*) mostra o grau de confiança dos consumidores nos serviços de abastecimento de água do seu país, numa escala de 1 a 7, sendo 1 representação de um serviço extremamente inconfiável com frequentes problemas e interrupções no fornecimento, e 7 um abastecimento de água extremamente confiável. A figura 17 exibe o nível de confiança dos consumidores para alguns dos países estudados no relatório.

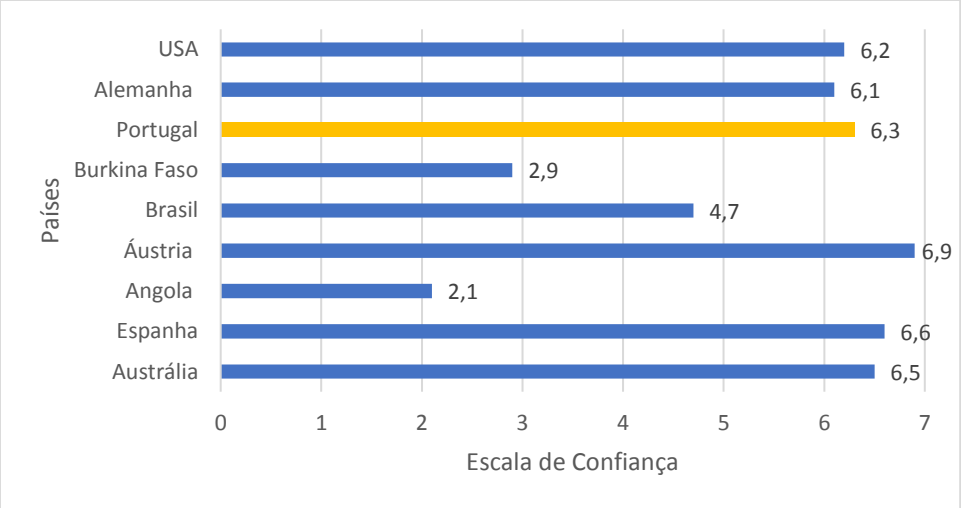


Figura 17 - Nível de confiança dos consumidores nos serviços de abastecimento de água de vários países.

Os países mais pobres como Angola e Burkina Faso retratam maiores dificuldades por não possuírem meios ou planeamento adequado para assegurar uma distribuição de água eficiente e índices precários no atendimento e prestação do serviço, além de muitas regiões não deterem sequer abastecimento de água potável, expondo milhões de pessoas a problemas de saúde por ingestão de fontes poluídas.

Pelo contrário, a Áustria está na linha da frente no que diz respeito aos níveis de qualidade prestados no abastecimento de água à sua população. A Áustria tem investido na renovação das infraestruturas de abastecimento de água, mantendo eficiência nas estruturas e beneficiando das mudanças de consumo *per capita*, que têm diminuído nos últimos anos. O setor é financiado maioritariamente por receitas de tarifas, que cobrem integralmente as operações e custos de manutenção (*World Bank Group*, 2015). Posto isto, os consumidores estão altamente satisfeitos com o serviço prestado no país.

Portugal ocupa a 25ª posição dos 141 países estudados, com uma pontuação de 6,3. A evolução do abastecimento de água tem sido positiva em termos nacionais, e de seguida vai ser exposta uma avaliação do desempenho das entidades gestoras do setor para o ano de 2019, com foco no comportamento das EG responsáveis pela distribuição de água aos consumidores.

2.8. AVALIAÇÃO DAS ENTIDADES GESTORAS EM BAIXA A NÍVEL NACIONAL

Em Portugal Continental, as entidades gestoras em baixa, na sua generalidade, procuram dar uma maior atenção ao seu desempenho para corresponder à evolução gradual que se verifica no abastecimento de água às populações e à crescente inovação do setor. Em 2019, assistiu-se a uma melhoria da qualidade de serviço em alguns indicadores, destacando-se pela positiva a acessibilidade económica e considera-se haver oportunidades de melhoria na adesão ao serviço e reabilitação de condutas (ERSAR, 2020a). De seguida, vão ser expostos diferentes indicadores de desempenho que visam demonstrar a realidade atual e as discrepâncias em EG em baixa, a partir de dados do Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal (RASARP) para o ano de 2019.

2.8.1. ADESÃO AO SERVIÇO NAS ENTIDADES GESTORAS EM BAIXA

Em 2019, ao contrário do que acontece nos sistemas em alta, a adesão ao serviço é insatisfatória nas EG em baixa (< 90 %), como demonstra a tabela 5. Isto demonstra a existência de alojamentos insuficientes com serviço de distribuição de água disponível na área de intervenção da EG, o que pode resultar da utilização de origens alternativas de água como captações subterrâneas ilegais.

Tabela 5 - Adesão ao serviço nas entidades gestoras em baixa, adaptado de (ERSAR, 2020a).

Adesão ao serviço (%)				
2015	2016	2017	2018	2019
85,8	86,5	87,0	87,6	88,2

Embora se verifique um ligeiro crescimento a cada ano, a adesão dos utilizadores ao serviço em baixa peca por não atingir os valores desejáveis e alerta para riscos de saúde pública, ambientais e de insustentabilidade. Isto porque as fontes alternativas podem não ser seguras para consumo e as captações são capazes de gerar problemas ambientais como a contaminação da água.

Em termos geográficos, as zonas litorais a Norte e Centro, interior norte e centro, Ribatejo e Alentejo são aquelas com taxas de adesão mais baixas. As áreas predominantemente urbanas apresentam taxas de adesão mais elevadas que o valor médio nacional (APA, 2020b). Curiosamente, apenas uma EG tem total adesão ao serviço (100 %) e é ela a Câmara Municipal de Constância em Santarém, numa zona rural.

2.8.2. REABILITAÇÃO DE CONDUTAS NAS ENTIDADES GESTORAS EM BAIXA

Com o envelhecimento das condutas e redução da sua vida útil, surge a necessidade de investimentos em reabilitação para evitar a ocorrência de um maior número de roturas e melhorar o desempenho estrutural da conduta. Este indicador é calculado através da percentagem média anual de condutas

com idade superior a dez anos que foram reabilitadas nos últimos cinco anos (ERSAR, 2020a). A figura 18 espelha um quadro nacional insatisfatório, com muita margem de progressão.

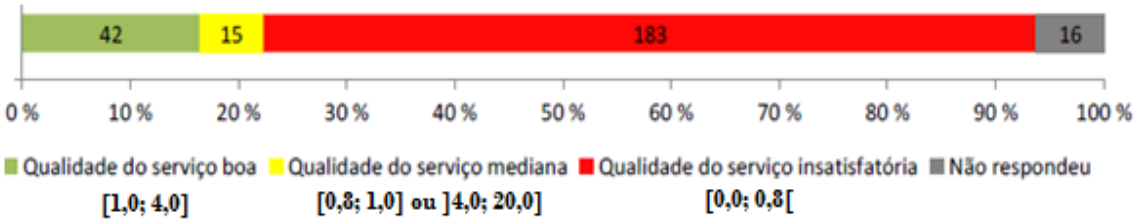


Figura 18 - Distribuição da qualidade de serviço na reabilitação de condutas nas entidades gestoras em baixa (ERSAR, 2020a).

Das 256 EG em baixa, a avassaladora maioria (71,5 %) apresenta uma qualidade do serviço insatisfatória, não promovendo o aumento da vida útil das condutas e da performance da rede. Especialmente nestes casos seria importante definir zonas com prioridades de condutas a substituir ou reabilitar devido a idade avançada, para reduzir o número de avarias, diminuir as interrupções no fornecimento de água e contribuir para a boa qualidade de serviço. A falta de manutenção da rede vai levar à subida do volume de perdas de água e necessidade de novos investimentos no futuro. Para substituir as condutas é relevante ter ferramentas de apoio para determinar variáveis como o tempo de execução, o custo total previsto ou a interferência com outras infraestruturas.

Mais de 6 % das entidades gestoras não responderam ao indicador, o que não auxilia a análise do serviço de abastecimento de água no seu todo, e é uma adversidade que deve ser de alguma forma colmatada.

2.8.3. Acessibilidade Económica de Serviço nas Entidades Gestoras em Baixa

A acessibilidade económica de serviço é obtida em percentagem através do rendimento disponível familiar e do encargo com o serviço de abastecimento de água. A tabela 6 revela uma avaliação global deste indicador para EG em baixa, incluindo a prestação da Câmara Municipal do Peso da Régua e das Águas do Planalto, por apresentarem os valores mais baixos e mais elevados no indicador, respetivamente.

Tabela 6 - Acessibilidade económica nas entidades gestoras em baixa.

Média Continental			**CM PRégua**	**AdPlanalto**
Encargo médio com serviço de abastecimento de água (€/ano)	Rendimento médio disponível familiar (€/ano)	Acessibilidade Económica do Serviço (%)	Acessibilidade Económica do Serviço (%)	Acessibilidade Económica do Serviço (%)
135,08	37926	0,36	0,13	0,78

Da totalidade de EG em baixa, 209 apresentam uma qualidade de serviço boa neste parâmetro (< 0,5 %) e 47 uma qualidade de serviço mediana (0,5 % – 1 %). No entanto, verificam-se grandes

assimetrias nas tarifas de água a nível nacional, existindo uma diferença gigante neste indicador entre a Câmara Municipal do Peso da Régua e a sociedade concessionária Águas do Planalto. A título de exemplo, um habitante no município de Tondela, abrangido pelas Águas do Planalto, vai ter um custo 6 vezes superior a um habitante do Peso da Régua, em termos de encargo com o serviço e o seu rendimento disponível. Embora seja apelativo para os consumidores a acessibilidade económica reduzida no Peso da Régua, isso pode ter repercussões financeiras para a própria EG por uma questão de sustentabilidade, já que a mesma tem de cobrir os custos operacionais do abastecimento de água. Por outro lado, para combater as tarifas elevadas que ocorrem em EG como a AdPlanalto, seria importante implementar tarifários familiares que visem a dimensão do agregado familiar e venham corrigir as graves distorções no custo da água e tarifários sociais para auxiliar os utilizadores com menores rendimentos.

2.8.4. Água Não Faturada nas Entidades Gestoras em Baixa

Considerando a ANF em percentagem em relação ao volume de água entrada no sistema, e focando nas entidades gestoras em baixa, obtém-se uma discrepância enorme entre aquelas que obtêm os melhores desempenhos neste indicador e aquelas que apresentam os piores resultados e estão muito longe de prestar um serviço adequado à sua população. Na figura 19 é possível observar as 5 piores EG e o valor percentual de ANF para cada uma, para o ano de 2019.

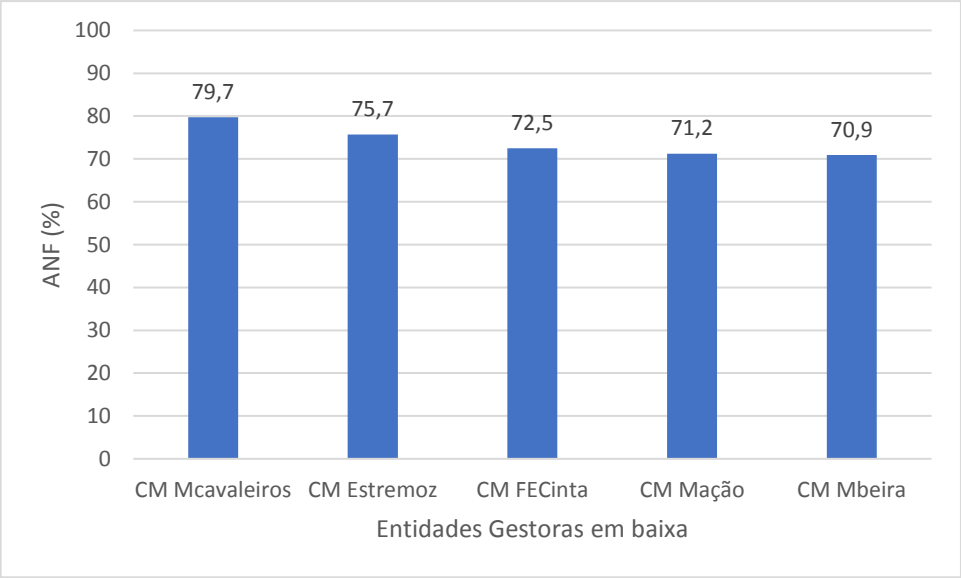


Figura 19 - Comparação da água não faturada nas entidades gestoras com pior desempenho nacional.

Certas entidades gestoras atingem mais de 70% de água não faturada, surgindo em áreas rurais e mediamente urbanas, com especial relevância para a região Norte e Beira Baixa de Portugal. O desconhecimento aprofundado das perdas de água bem como a incorreta operacionalidade dos ativos está na origem desta situação gravosa. É de salientar que estes 5 exemplos ocorrem em modelos de gestão direta, em que as Câmara Municipais são responsáveis pelo serviço e mostram menos eficiência na sua gestão. Este tipo de gastos são impossíveis para garantir a sustentabilidade económica e financeira das EG e do setor em geral. A participação do setor privado e a delegação a empresas municipais na exploração de sistemas pode contribuir para uma otimização de custos,

melhoria de eficiência e a prestação de um serviço de superior qualidade. Indo de encontro com esta alegação, surge a figura 20 com as EG com níveis mais baixos de ANF no ano de 2019.

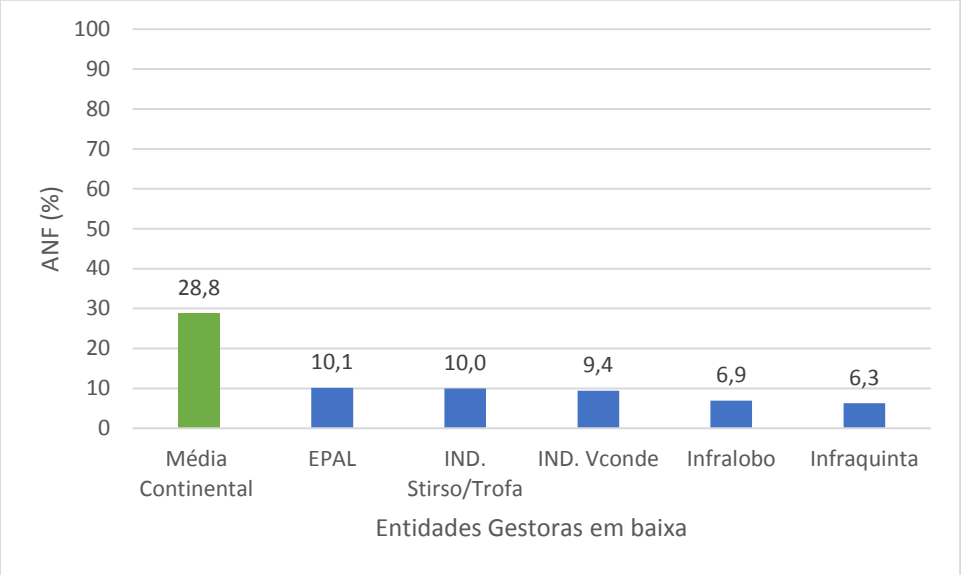


Figura 20 - Comparação da água não faturada nas entidades gestoras com melhor desempenho nacional.

Desde a EPAL à Infraquinta, a percentagem de ANF no ano de 2019 é menos de metade da média continental, o que revela que é possível prestar um serviço de excelência a nível económico, ambiental e social. Estes níveis são fruto de trabalho de equipa, esforço continuado e comprometimento a longo prazo. A Infraquinta é uma empresa municipal de Loulé, no Algarve, que gere o abastecimento à Quinta do Lago, e é a entidade mais eficiente a nível nacional com 6,3 % de perdas comerciais anuais. A empresa municipal Infralobo, que atua no Vale do Lobo no Algarve, apresenta 6,9 % de perdas comerciais no ano de 2019 e é a segunda entidade com melhor desempenho neste indicador. O grupo INDAQUA, maior operador privado nacional na gestão de água, ocupa a 3ª e 4ª posição com as suas concessões em Vila do Conde, e nos municípios de Santo Tirso e Trofa. A EPAL, responsável pela gestão delegada do abastecimento de água em Lisboa e Vale do Tejo, aparece também no topo com pouco mais de 10 % de ANF.

A prestação de um serviço de excelência só pode resultar da implementação de soluções eficientes, das quais são exemplo a monitorização de variáveis a tempo real, a gestão integrada dos contadores, a setorização da rede para melhor avaliação do desempenho de cada setor, a deteção ativa de fugas, entre outras medidas que são específicas e adaptadas em cada realidade. Caso o país tivesse o mesmo desempenho (com ANF a rondar ou abaixo dos 10 %), haveria um ganho económico global tão significativo que seria expectável que mudasse o paradigma existente e cobrisse o financiamento da reabilitação e expansão das infraestruturas, do controlo e monitorização operacional e todos os gastos com o serviço sem proceder a grandes alterações nas tarifas de água.

2.8.5. Realidade do Vale do Sousa

O Vale do Sousa é uma região pertencente ao distrito do Porto constituída por 6 concelhos, e são eles Castelo de Paiva, Felgueiras, Lousada, Paços de Ferreira, Paredes e Penafiel. Nos municípios de

Paços de Ferreira e Paredes os serviços de abastecimento de água foram entregues a concessões, a AdPFerreira e a AdParedes, respetivamente. Em Penafiel, o serviço foi delegado a uma empresa municipal, a Penafiel Verde, e nos restantes concelhos as Câmaras Municipais são as principais responsáveis pela gestão e exploração dos sistemas de distribuição de água. Entre estas EG existem grandes diferenças na gestão dos seus ativos e na qualidade do serviço prestado, o que é constatado pelos seus resultados. A figura 21 apresenta, para o ano de 2019, a percentagem de ANF nos 6 concelhos e respetivas EG do Vale do Sousa.

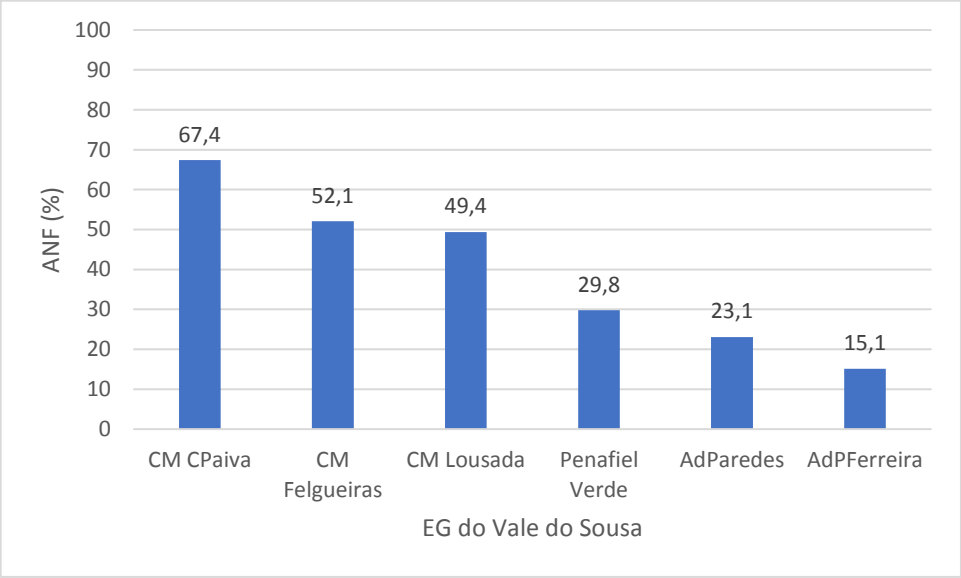


Figura 21 - Comparação da água não faturada nos concelhos do Vale do Sousa.

Dos 6 municípios aqui representados, metade têm um desempenho insatisfatório (> 30 %) na ANF em relação ao volume de água entrada no sistema, dois têm um serviço mediano (20 % a 30 %) e apenas um apresenta uma qualidade de serviço boa (< 20 %).

As Águas de Paços de Ferreira distinguem-se com o melhor desempenho, que se deve à existência de um plano eficiente na redução da água não faturada, tendo ao dispor um sistema de telegestão que facilita a análise de consumos, a renovação continuada do parque de contadores, a realização de *step-tests*, a posse de equipamentos de deteção de fugas, a intensificação do plano de manutenção da rede para diminuição do número de roturas, o controlo de caudais indevidos, a inspeção de ramais de ligação para deteção de infiltrações de águas pluviais são alguns exemplos de medidas que fizeram parte do plano durante o ano de 2019, contribuindo para o ótimo nível de desempenho alcançado (aguasdepacosdeferreira.pt, 2019).

Outro fator importante que demonstra a sustentabilidade da gestão de serviço é a cobertura dos gastos, que revela a capacidade da entidade gestora para gerar meios próprios para suportar os encargos que decorrem do desenvolvimento da sua atividade (ERSAR, 2020a). O indicador é definido como o rácio (em percentagem) entre os seus ganhos e os gastos totais no abastecimento de água. A tabela 7 apresenta a distribuição desse indicador para os concelhos e respetivas entidades gestoras do Vale do Sousa.

Tabela 7 - Cobertura dos gastos nos concelhos do Vale do Sousa e valores de referência.

Valores de Referência	
Qualidade de Serviço	%
Boa	[100;110]
Mediana	[90;100[ou]110;120]
Insatisfatória	[0;90[ou]120;+∞[
Média EG em baixa	109

Entidades Gestoras	**Valor**	**Desempenho**
CM CPaiva	58 %	Insatisfatório
CM Lousada	95 %	Mediano
AdPFerreira	96 %	Mediano
CM Felgueiras	99 %	Mediano
Penafiel Verde	105 %	Bom
AdParedes	115 %	Mediano

A Câmara Municipal de Castelo de Paiva situa-se com 58 % de cobertura de gastos, com o pior desempenho. Neste caso em particular, existe espaço para uma subida de tarifas até ao limiar da acessibilidade económica, mantendo um bom serviço. A tabela 8 complementa a informação anterior com a acessibilidade económica das EG do Vale do Sousa e comprova a margem de manobra que estas têm para alterar os seus tarifários.

Tabela 8 - Acessibilidade Económica nos concelhos do Vale do Sousa e valores de referência.

Valores de Referência	
Qualidade de Serviço	%
Boa	[0,0; 0,5]
Mediana	]0,5; 1,0]
Insatisfatória	]1,0; +∞[
Média EG em baixa	0,36

Entidades Gestoras	**Valor**	**Desempenho**
CM CPaiva	0,37 %	Bom
CM Lousada	0,45 %	Bom
AdPFerreira	0,35 %	Bom
CM Felgueiras	0,27 %	Bom
Penafiel Verde	0,43 %	Bom
AdParedes	0,47 %	Bom

Todas as entidades destacam-se neste indicador com qualidade de serviço boa e podem subir as suas tarifas para cobrir os gastos decorrentes da atividade de abastecimento de água sem comprometer a sustentabilidade do setor, caso seja necessário. A Câmara Municipal de Felgueiras, por exemplo, é a que tem maior margem para subir os seus tarifários e atingir um melhor desempenho na cobertura de gastos. No entanto, a medida preferencial passará por diminuir os custos com o serviço ao invés de subir os tarifários, incentivando o uso sustentável da água e uma gestão operacional eficiente.

3

ÂMBITO E OBJETIVOS

3.1. ÂMBITO

A revisão literária abordou os sistemas de abastecimento de água de modo intensivo, focando-se na sua caraterização e na vertente da gestão da água, e analisou a realidade dos sistemas em baixa, que se continuam a deparar com desafios que requerem resiliência, ponderação de decisões e a prestação de um serviço de qualidade de uma forma sustentável social e financeiramente.

De acordo com a análise efetuada sobre o estado de arte e após uma melhor compreensão do setor de abastecimento de água, concluiu-se a existência de uma clara evolução na prestação do serviço aos clientes ao longos dos anos, existindo ainda alguns pontos a serem fortalecidos por parte das EG. Como já foi referido anteriormente, a ANF é um problema ainda significativo nos sistemas em baixa e atinge valores muito elevados em certos casos, provocando prejuízos vultosos e incomportáveis para as EG. Urge uma necessidade de reduzir a ANF para garantir a sustentabilidade e o equilíbrio desejado, havendo espaço para atuar nas perdas de água e nos procedimentos de faturação. É fundamental determinar e avaliar o balanço hídrico para caraterizar cada caso de estudo, antes de elaborar qualquer estratégia e investir em medidas de redução de perdas para assegurar resultados.

Dentro do tema dos sistemas de abastecimento de água surgiu a oportunidade de desenvolver um trabalho em âmbito empresarial, na Câmara Municipal de Lousada, possibilitando a análise de dados reais, viabilizando o estudo apresentado nos capítulos seguintes.

Esta dissertação procurou assim avaliar estratégias de redução de perdas de água no Município, analisando a importância que estas teriam para promover o combate à ANF e os benefícios que podem ser obtidos com uma gestão cuidada e com a implementação de certas medidas específicas, tendo em conta os objetivos propostos.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Com recurso a informações disponibilizadas pela Câmara Municipal de Lousada foi possível avaliar o sistema de abastecimento do concelho, nomeadamente os volumes de água que entraram e saíram do sistema de distribuição, assim como as perdas de água e outros componentes. Essa avaliação foi essencial para orientar as decisões e definir uma estratégia de redução de perdas de água. Os principais objetivos específicos a executar neste trabalho serão agora expostos por ordem:

- Estudo aprofundado da temática relacionada com os sistemas de abastecimento de água;
- Recolha de dados de faturação e outras informações disponibilizadas pela Câmara Municipal de Lousada;
- Organização e tratamento de dados;
- Caraterização do sistema de distribuição de água no concelho de Lousada durante o período de janeiro de 2020 a dezembro de 2020 com recurso a um balanço hídrico;
- Comparação do desempenho do ano de 2020 com anos anteriores;
- Determinação de indicadores de desempenho;
- Analisar a meta a atingir no final de 2022 na matéria da redução da ANF para 15 %;
- Acompanhamento da estratégia para controlar as perdas de água e atingir gestão mais eficiente do recurso;
- Avaliação do impacte das medidas adotadas em Lousada;
- Efetuar ajustes e reforço de medidas para atingir a meta proposta.

Importa referir que para atingir as metas delineadas é indispensável alocar um correto investimento em recursos humanos e estruturais, conter um forte trabalho de grupo e um prazo temporal suficientemente alargado.

4

CASO DE ESTUDO

4.1. CARATERIZAÇÃO DO SISTEMA

O abastecimento de água no concelho de Lousada é realizado por duas entidades gestoras, a empresa Águas do Douro e Paiva, S. A., responsável pelo abastecimento em alta, e a Câmara municipal de Lousada, responsável pelo abastecimento em baixa. As duas entidades são caraterizadas de seguida.

4.1.1. ÁGUAS DO DOURO E PAIVA, S. A. (ADDP)

A Águas do Douro e Paiva, S.A. foi criada através do Decreto-Lei nº 116/95, de 29 de maio, e é uma sociedade de direito privado e de capitais maioritariamente públicos, tendo como objetivo a captação, o tratamento e o abastecimento de água para consumo público a 1,7 milhões de habitantes residentes nos 20 municípios acionistas, abrangendo uma área de 2.715 km² no sul do Grande Porto. A empresa é constituída pela Águas de Portugal, S.A., que é o acionista maioritário e pelos Municípios de Amarante, Arouca, Baião, Castelo de Paiva, Cinfães, Espinho, Felgueiras, Gondomar, Lousada, Maia, Matosinhos, Oliveira de Azeméis, Ovar, Paços de Ferreira, Paredes, Porto, Santa Maria da Feira, São João da Madeira, Valongo e Vila Nova de Gaia, que detêm o restante capital social. A construção do sistema de abastecimento em alta não se encontra totalmente concluída, sendo a cobertura do serviço em "alta" de 100 % para 18 dos 20 Municípios abastecidos, faltando, apenas, a execução de alguns investimentos nos Municípios de Amarante e Baião (addp.pt, 2021). A figura 22 ilustra todos os Municípios referidos e a sua posição geográfica em Portugal Continental.



Figura 22 - Representação geográfica dos municípios com capital social na AdDP, adaptado de addp.pt (2021).

O abastecimento em alta prestado por esta entidade pode ser avaliado com uma qualidade de serviço boa, de acordo com a análise feita em vários indicadores de desempenho, que analisam todas as entidades gestoras, para o ano de 2019. A tabela 9 apresenta os dados dos indicadores de desempenho para as Águas do Douro e Paiva e a respetiva média continental das EG em alta. Os valores de referência que ditam qual a qualidade de serviço para cada indicador apresentado encontram-se no anexo A. Quanto à acessibilidade económica de serviço a AdDP encontra-se abaixo da média com 0,13 %, com um preço cobrado pelo serviço inferior a praticamente todas as outras entidades em alta, o que o posiciona com um serviço bom. As Águas do Douro e Paiva não reportaram falhas no abastecimento nos pontos de entrega, não deixando espaço para melhorias neste campo. A prestação de água segura é também um bom indicador, com 99,87 % para esta empresa, acima da média continental de 99,58 %. Nesse mesmo ano de 2019, o volume de água captada para abastecimento foi superior a 102 milhões de m^3, verificando-se que nem todo o volume foi distribuído aos clientes, com a água não faturada a rondar os 2,4 %, tornando-se numa das melhores entidades gestoras em alta neste parâmetro, com metade do valor da média continental. Nem todos os indicadores são positivos, as perdas reais de água rondam os 10,2 m^3/ (*km.dia*), apresentando uma qualidade de serviço insatisfatória, existindo potencial de melhoria com a implementação de metodologias de redução de perdas de água. A adesão ao serviço é de 92,6 %, um resultado de má qualidade e que pode estar relacionado com o facto do sistema em alta não estar totalmente concluído. O nível relativamente baixo de adesão efetiva ao serviço é capaz de ter uma explicação em linha com o uso da capacidade instalada. Nessa linha de raciocínio, o consumo pode ser bastante inferior ao expectável devido ao uso de fontes alternativas. Mantém-se ainda uma preocupação devido aos problemas ambientais e de saúde pública que podem ser causados pelo défice de ligação dos utilizadores, e a criação de dificuldades de sustentabilidade da entidade gestora, uma vez que esta efetua investimentos que não são devidamente rentabilizados (APA, 2020).

Tabela 9 - Alguns indicadores de desempenho relativos ao serviço de AdDP e comparação com média continental, adaptado de ERSAR (2020a).

Entidade Gestora	**Acessibilidade económica do serviço**	**Ocorrência de falhas no abastecimento**	**Água Segura**	**Adesão ao serviço**	**Água não faturada**	**Perdas reais de água**
	[0:0,25] %	**[0,00] n.º/ (ponto de entrega.ano)**	**[98,50;100] %**	**[100] %**	**[0,0;5,0] %**	**[0,0;5,0] m^3/ (km.dia)**
AdDP	0,13	0,00	99,87	92,6	2,4	10,2
Média Continental das EG em alta	0,17	0,00	99,58	93,9	4,8	5,5

Qualidade de serviço boa Qualidade de serviço mediana Qualidade de serviço insatisfatória

O sistema de abastecimento em funcionamento é constituído por 7 captações de água superficiais e 1 captação subterrânea, uma extensão de condutas de 500,9 *Km*, 27 Estações Elevatórias de Água, 9 Estações de Cloragem/Recloragem, 5 Estações de Tratamento de Água (ETA de Baião, ETA de Castelo de Paiva, ETA de Lever, ETA do Ferreira e ETA do Ferro) e 32 reservatórios, o que pode ser visualizado na figura 23 (addp.pt, 2021).

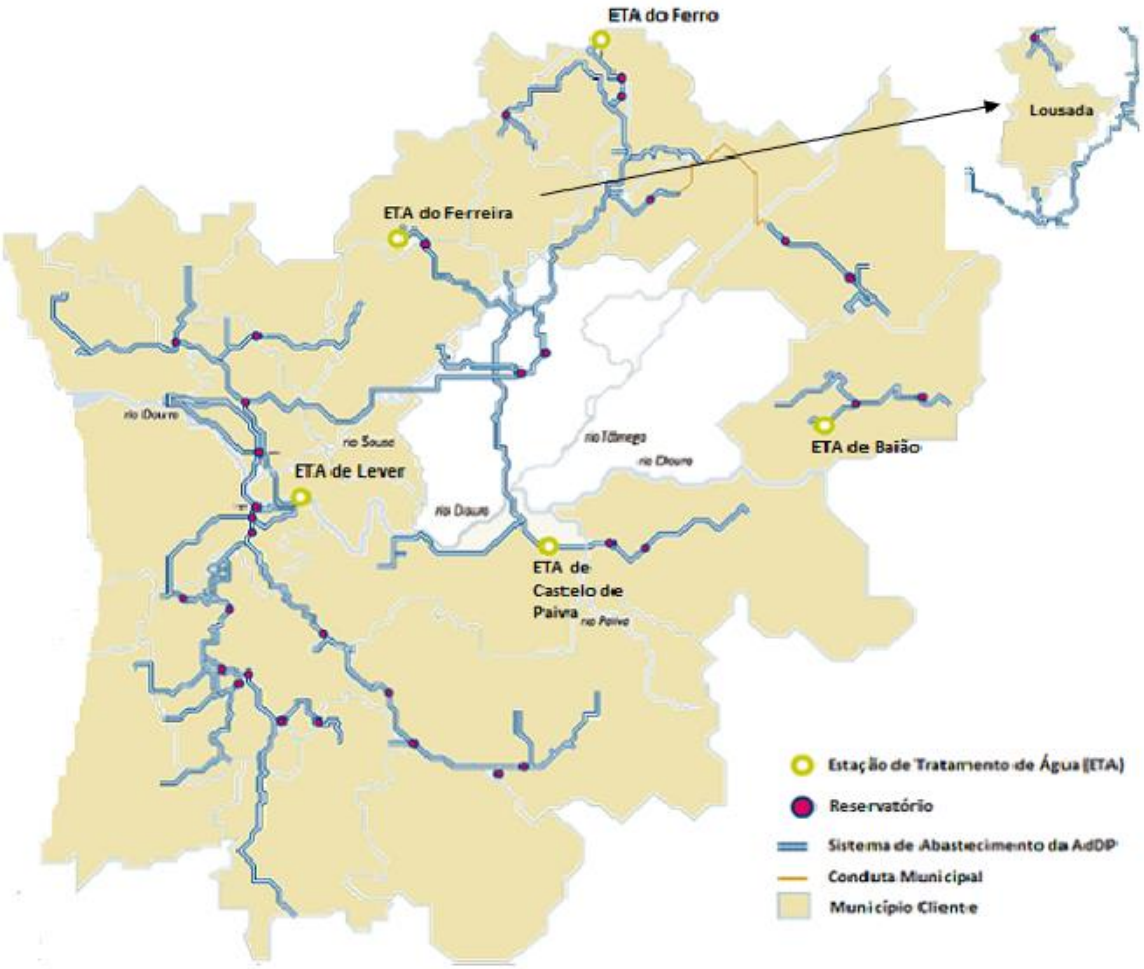


Figura 23 - Sistema de abastecimento da AdDP e municípios clientes, adaptado de addp.pt (2021).

4.1.2. CÂMARA MUNICIPAL DE LOUSADA

O município de Lousada segue um modelo de gestão direta numa área mediamente urbana, com 47401 habitantes (INE, 2021), servindo cerca de 18646 alojamentos existentes, distribuídos por 15 freguesias. No sistema de distribuição de água gerido pelo município existem 10 reservatórios, 3 estações elevatórias e 6 hidropressores, úteis para aumentar a pressão em locais com edifícios altos ou zonas de pressões baixas. A capacidade total de armazenamento dos reservatórios é de 11500 m^3 e a extensão total da rede é de 399 km.

O abastecimento de água ao concelho de Lousada é feito por três sistemas de abastecimento designados como Norte, Sul e Nascente, que estão representados na figura 24. Estes sistemas incluem as atividades de adução, reserva, distribuição e controlo de qualidade da água. A atividade de adução ou transporte de água das zonas de captação para os reservatórios apenas é realizada no sistema Sul,

sendo que as fases de captação, tratamento e adução são realizadas pela empresa AdDP, como visto anteriormente (cm-lousada.pt, 2021). A CM Lousada compra ainda, anualmente, um pequeno volume de água à Águas do Norte e Penafiel Verde.



Figura 24 - Divisão da rede de abastecimento de água em Lousada em sistemas, adaptado de cm-lousada.pt (2021).

O Sistema Norte tem dois pontos de entrega de água proveniente da AdDP. Um dos pontos de entrega é realizado no reservatório de Cruz Nova em Lustosa, onde parte da água é depois conduzida para dois reservatórios, um próximo do aterro de Lustosa e o outro localizado em Sousela. Em Lustosa, a condução é feita até ao reservatório perto do Aterro a partir de uma Estação Elevatória, localizada na freguesia. O segundo ponto de entrega ocorre em Santo Estevão de Barrosas, e é entregue diretamente na conduta de distribuição a partir da rede do Município de Felgueiras. A partir dos reservatórios a água é distribuída pelos consumidores (cm-lousada.pt, 2021).

No Sistema Sul, a água é fornecida pela AdDP numa conduta instalada nas proximidades de Lodares e, de seguida, é conduzida até aos reservatórios da própria freguesia, de Boim e de Mós (Silvares). Do reservatório de Lodares uma parte da água é distribuída para diversos consumidores e outra é conduzida para uma Estação Elevatória localizada em Casais, que faz elevação até um reservatório em Figueiras. A partir destes 4 reservatórios a água é distribuída no sistema (cm-lousada.pt, 2021). Neste sistema, a CM Lousada compra água à Penafiel Verde, que faz a sua entrega em Meinedo.

O Sistema Nascente tem dois pontos de entrega de água, um diretamente na rede de distribuição do Torno (parte alta) e outro ponto que vai conduzir a água até diferentes reservatórios. O ponto de

entrega que ocorre diretamente na conduta de distribuição é proveniente da rede do Município de Amarante. No segundo ponto de entrega a água é fornecida pela AdDP e posteriormente conduzida até aos reservatórios de Vilar do Torno e Alentém e Sobreira. Do reservatório de Sobreira parte da água é conduzia para o reservatório de Alvarenga, com recurso a uma Estação Elevatória. A partir dos reservatórios a água é distribuída pelos consumidores (cm-lousada.pt, 2021). Além disso, a Águas do Norte fornece água em dois pontos de entrega em Caíde Rei.

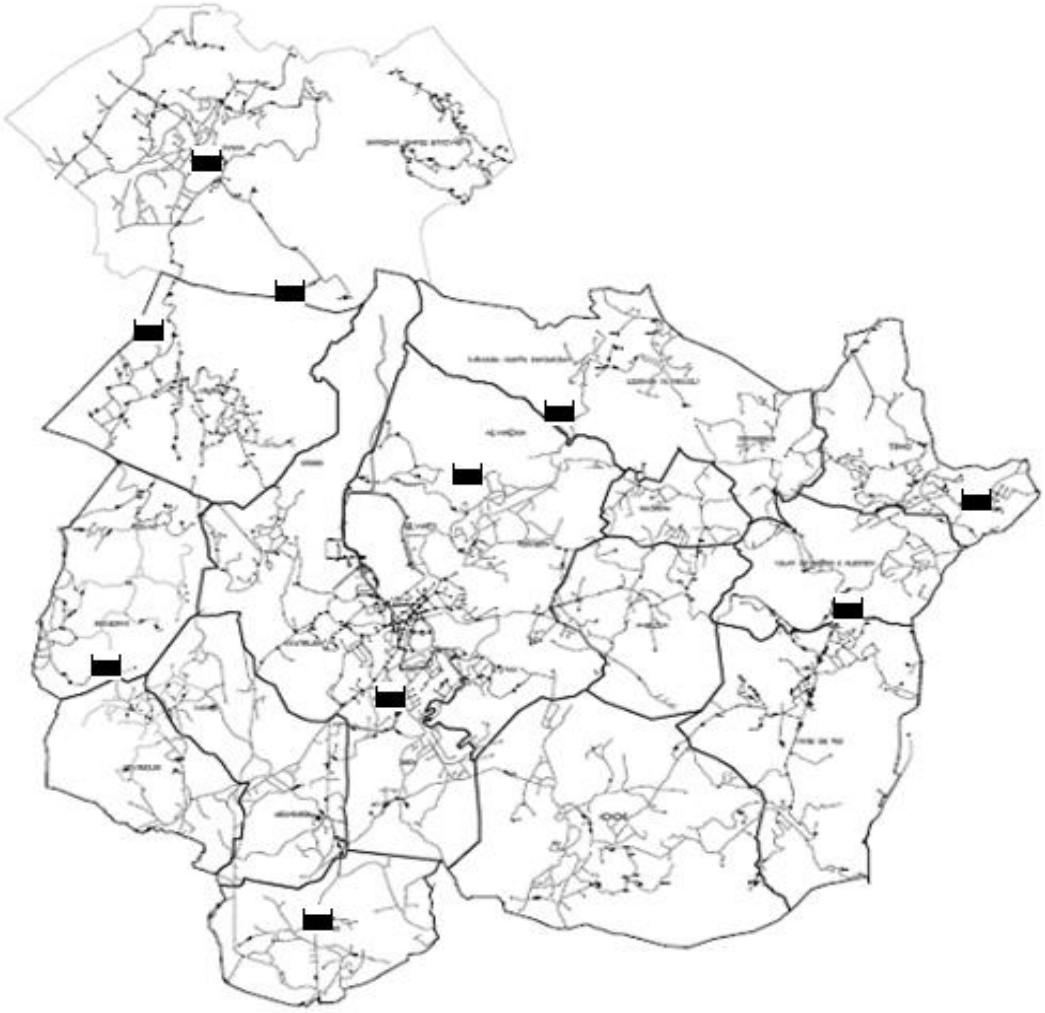


Figura 25 - Rede de distribuição de água de Lousada.

O sistema de abastecimento de água implementado em Lousada, segue uma estrutura mista, maioritariamente com caraterísticas de uma rede ramificada, com abastecimento gravitacional combinado com bombagem. A figura 25 mostra a rede de distribuição de água no seu todo. Da extensão total da rede, só são conhecidos cerca de 10 % dos diâmetros e do tipo de material que são constituídas as condutas, e a maior parte dos diâmetros estão padronizados para 90 mm. A maior parte das condutas é constituída por PEAD (polietileno de alta densidade). Nos últimos anos, foram corrigidos alguns valores à medida que as equipas de campo iam ao terreno para reparar fugas e procediam à medição do diâmetro e respetivo material da conduta. Esta ausência de dados revela-se um desafio acrescido que pode comprometer a eficácia do trabalho que vem sendo desenvolvido pela entidade gestora no setor de abastecimento de água.

4.2. BALANÇO HÍDRICO NO MUNICÍPIO DE LOUSADA

Na tabela 10, apresentam-se os resultados obtidos para o balanço hídrico em Lousada no período entre 1 janeiro de 2020 e 31 dezembro de 2020.

Tabela 10 - Resultados do balanço hídrico de Lousada em m^3/ano e %, em 2020.

<table>
<tr><th colspan="5">Balanço Hídrico (m^3/ano e %) – Ano 2020</th></tr>
<tr><td rowspan="8">Água Entrada no Sistema
2144896 m^3
100 %</td><td rowspan="4">Consumo Autorizado
1345708 m^3
62,7 %</td><td rowspan="2">Consumo Autorizado Faturado
1228298 m^3
57,3 %</td><td>Consumo Faturado Medido
1222271 m^3
57,0 %</td><td rowspan="2">Água Faturada
1228298 m^3
57,3 %</td></tr>
<tr><td>Consumo Faturado Não Medido
6027 m^3
0,3 %</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Consumo Autorizado Não Faturado
117410 m^3
5,4 %</td><td>Consumo Não Faturado Medido
84820 m^3
3,9 %</td><td rowspan="6">Água Não Faturada
916598 m^3
42,7 %</td></tr>
<tr><td>Consumo Não Faturado Não Medido
32590 m^3
1,5 %</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Perdas de Água
799188 m^3
37,3 %</td><td rowspan="2">Perdas Aparentes
158854 m^3
7,4 %</td><td>Uso Não Autorizado
83512 m^3
3,9 %</td></tr>
<tr><td>Erros de Medição
75342 m^3
3,5 %</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Perdas Reais
640334 m^3
29,9 %</td><td>Fugas nas Condutas de Distribuição e Adução (*)</td></tr>
<tr><td>Fugas e Extravasamentos nos Reservatórios (*)</td></tr>
<tr><td>Fugas nos Ramais de Ligação (*)</td></tr>
</table>

(*) Ausência de dados que permitam determinar esta parcela

Para uma melhor compreensão de como estes resultados foram obtidos, apresentam-se os cálculos auxiliares referentes ao Balanço Hídrico:

- **Passo 1 – Cálculo do Volume de Perdas Reais**

O balanço hídrico foi calculado pelo método *Bottom-Up*, ou seja, o primeiro valor a ser calculado foi o volume de perdas reais com o conhecimento dos caudais mínimos noturnos de cada reservatório e por uma estimativa do consumo autorizado noturno. Os caudais mínimos noturnos foram retirados a partir do registo feito nos *dataloggers* instalados junto dos medidores de caudal à saída dos reservatórios, como uma média de todos os dias do ano de 2020 que tenham esse registo, e os consumos mínimos aparecem na tabela 11.

Tabela 11 - Consumos mínimos noturnos (CmN) de cada reservatório do concelho de Lousada em 2020.

Reservatório	CmN (m^3/h)
Alvarenga	7,30
Figueiras	6,82
Lodares	27,65
Perto do Aterro (Lustosa)	3,50
Mós	16,71
Sousela	6,91
Torno	19,22
Cruz Nova (Lustosa)	12,00
Sobreira	10,00
Boim	25,00
Total	**135,11**

Como representado na tabela 12, o consumo autorizado noturno assumido foi de 2L/contador/hora para clientes domésticos (Farley *et al.*, 2008), 8 L/contador/hora para clientes não-domésticos e os usos excecionais foram somados individualmente. Para os usos excecionais não foi possível obter-se informação real, devido à falta de tempo e inexistência de *dataloggers* nesses clientes, para contabilizar o consumo durante o período noturno. Foram considerados grandes consumidores aqueles com um consumo médio superior a 0,5 m^3/h, tendo um número variável em cada mês.

Tabela 12 - Consumo autorizado noturno para os vários tipos de clientes em Lousada.

Tipo de clientes	Número de clientes	Consumo de água (m^3/h)
Domésticos	12968	12968 × 0,002 = 25,94
Não-domésticos	2023	2023 × 0,008 = 16,18
Excecionais	Variável	9,45
Consumo Autorizado Noturno Total		51,57

Pela expressão 9 e utilizando um fator noite-dia de 21 h/dia (a pressão varia acentuadamente ao longo do dia e o valor adotado foi abaixo de 24 para não superestimar perdas reais), foi possível retirar o volume de perdas reais em m^3/ano.

$$\text{Volume Perdas Reais} = (\text{Consumo mínimo noturno} - \text{Consumo autorizado noturno}) \times \text{FND} = (135{,}11\ m^3/h - 51{,}57\ m^3/h) \times 21\ h/dia = 1754{,}34\ m^3/dia = 640334\ m^3/ano \quad (9)$$

- **Passo 2 – Determinação do Volume de Água Entrada no Sistema, Consumo Autorizado Faturado (Água Faturada) Medido e Não Medido**

De seguida, preencheu-se o campo da água entrada no sistema, em que 98,5 % é adquirida às Águas do Douro e Paiva. A restante é comprada à Penafiel Verde, 0,11 %, e 1,39 % às Águas do Norte.

Por sua vez, a água faturada é obtida pela soma anual do consumo registado nas faturas de água de todos os clientes (domésticos, industriais, comerciais, entre outros). A Câmara Municipal, por norma, lê todos os contadores do concelho mensalmente e regista-os num assistente digital pessoal (PDA). O consumo autorizado faturado não medido foi retirado a partir de dados fornecidos pelos Serviços Administrativos da Câmara de Lousada, dados que têm em conta os consumos que foram estimados após a última leitura real até ao dia 31 de dezembro de 2020. Com base neste método, cada leitura real anula todas as leituras que foram estimadas anteriormente e acerta o volume consumido. Em 2020 foram estimados 1045 leituras com um consumo total de 6027 m^3, um valor atípico devido às

condições imposta pela COVID (consumidores encerrados e funcionários da Câmara a não poderem deslocar-se aos locais para registar as leituras). O consumo autorizado faturado medido é obtido pela subtração entre a água faturada e o consumo autorizado faturado não medido.

$$1228298\ \mathrm{m^3/ano} - 6027\ \mathrm{m^3/ano} = 1222271\ \mathrm{m^3/ano} \quad (10)$$

- **Passo 3 – Cálculo do Volume de Água Não Faturada**

Este volume é conhecido pela subtração entre a água entrada no sistema e a água faturada de 2020.

$$\textit{Volume Água Não Faturada} = \textit{2144896}\ \mathrm{m^3/ano} - \textit{1228298}\ \mathrm{m^3/ano} = \textit{916598}\ \mathrm{m^3/ano} \quad (11)$$

- **Passo 4 – Determinação do Consumo Não Faturado Medido e Não Medido**

O consumo não faturado medido foi avaliado tendo em conta os consumos registados pelos contadores de água e que foram utilizados para consumo próprio da entidade. O consumo autorizado não faturado não medido divide-se em várias atividades, expostas na tabela 13, e foi estimado pela Câmara Municipal de Lousada. O valor resultante destas atividades foi de 32590 $\mathrm{m^3/ano}$.

Tabela 13 - Consumo autorizado não faturado e não medido em Lousada.

Consumo Autorizado Não Faturado Não Medido	Valor ($\mathrm{m^3}$/ano)
Consumo rega espaços verdes + Consumo lavagens de ruas + Lavagem de condutas e reservatórios + Consumo próprio da entidade	32134
Combate a Incêndio	456
Total	32590

O consumo usado em combate a incêndio foi adquirido a partir de comunicação realizada com a única Corporação de Bombeiros de Lousada, que disponibilizou a informação essencial para calcular a água não medida, retirada de marcos de incêndio colocados na via pública perto do quartel de bombeiros. No ano de 2020, foram registados 287 alertas de incêndio com diferentes proporções, que obrigaram à deslocação de vários veículos de combate a incêndio com capacidades distintas, como disponibilizado na tabela 14.

Tabela 14 - Volume de água não medido utilizado em combate a incêndio em Lousada.

Nº de Incêndios	Viaturas no local e quantidade gasta por viatura	Volume gasto ($\mathrm{m^3}$/ano)
209	1 (0,5 $\mathrm{m^3}$)	209 × 0,50 = 104,50
38	2 (0,5 $\mathrm{m^3}$ + 0,75 $\mathrm{m^3}$)	38 × 1,25 = 47,50
25	3 (3 × 1,25 $\mathrm{m^3}$)	25 × 3,75 = 93,75
10	4 (1 × 1 $\mathrm{m^3}$ + 1 × 0,75 $\mathrm{m^3}$ + 2 × 4 $\mathrm{m^3}$)	10 × 9,75 = 97,50
3	5 (1 × 1 $\mathrm{m^3}$ + 1 × 0,75 $\mathrm{m^3}$ + 2 × 4 $\mathrm{m^3}$ + 1 × 8 $\mathrm{m^3}$)	3 × 17,75 = 53,25
1	6 (1 × 1 $\mathrm{m^3}$ + 1 × 0,75 $\mathrm{m^3}$ + 2 × 4 $\mathrm{m^3}$ + 2 × 8 $\mathrm{m^3}$)	1 × 27,75 = 27,75
1	7 (1 × 1 $\mathrm{m^3}$ + 1 × 0,75 $\mathrm{m^3}$ + 2 × 4 $\mathrm{m^3}$ + 3 × 8 $\mathrm{m^3}$)	1 × 33,75 = 33,75
Total		456

- **Passo 5 – Cálculo do Consumo Autorizado**

O consumo autorizado é calculado automaticamente com a soma do consumo autorizado faturado e consumo autorizado não faturado.

$$\text{Consumo autorizado} = 1228298\ \text{m}^3/\text{ano} + 117410\ \text{m}^3/\text{ano} = 1345708\ \text{m}^3/\text{ano} \quad (12)$$

- **Passo 6 – Cálculo das Perdas de Água Totais**

Esta parcela é obtida pela subtração da água entrada no sistema e do consumo autorizado do sistema.

$$\text{Volume Perdas de Água Totais} = 2144896\ \text{m}^3/\text{ano} - 1345708\ \text{m}^3/\text{ano} = 799188\ \text{m}^3/\text{ano} \quad (13)$$

- **Passo 7 – Cálculo das Perdas Aparentes**

O volume de perdas de água aparentes é determinado pela subtração entre perdas de água totais e perdas reais.

$$\text{Volume Perdas de Água Aparentes} = 799188\ \text{m}^3/\text{ano} - 640334\ \text{m}^3/\text{ano} = 158854\ \text{m}^3/\text{ano} \quad (14)$$

As perdas aparentes dividem-se na componente dos erros de medição e do uso não autorizado de água. Relativamente aos erros de medição, admitiu-se que nos dois primeiros anos os erros de medição dos contadores são insignificantes e a partir daí, por cada ano que passa, o erro aumenta 1% relativamente à leitura efetuada (Depexe M. & Gasparini R. R., 2012). A figura 26 indica a distribuição da percentagem de contadores em função da idade, para uma melhor compreensão do panorama estudado.

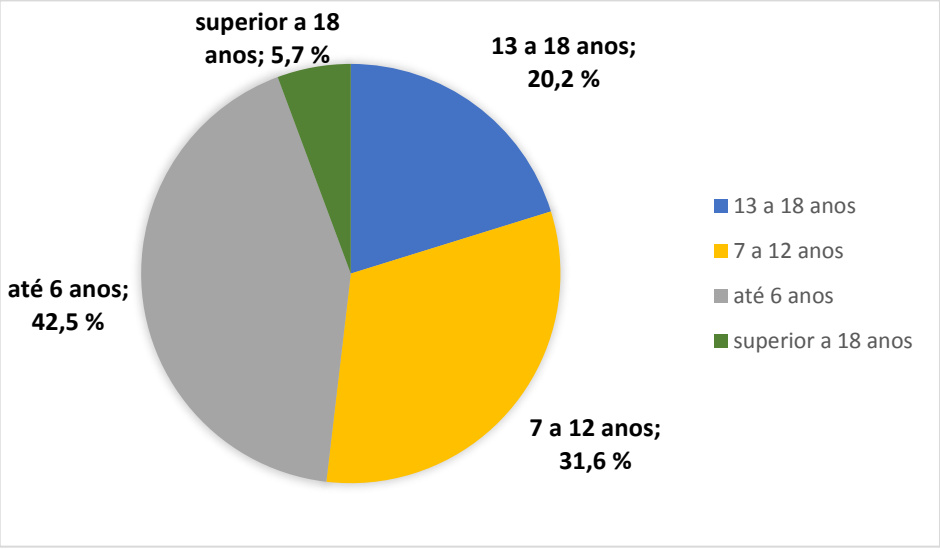


Figura 26- Distribuição de contadores por idade em 2020 em Lousada.

Conforme apresenta a tabela 15, para o mês de maio que serve como exemplo, foi considerado o escalão de consumo dos clientes, o volume faturado pela entidade gestora, o volume não faturado que tem em conta o erro de medição do contador, obtendo-se assim o desvio na leitura por diferença. O mês de maio foi escolhido por representar aproximadamente o consumo médio mensal do concelho de Lousada.

Exemplo de cálculo na equação 15 para contador com 12 anos (10 % de erro de medição considerado) e consumo de 10 m^3 no mês de maio.

$$\text{Volume faturado + Volume não contabilizado nos contadores} = 10 + 10 \times 0{,}1 = 11\ m^3/\text{mês} \quad (15)$$

Tabela 15 - Desvio na leitura por erro de medição em cada escalão de consumo nos contadores para o mês de maio.

Contadores Domésticos			
Escalão de consumo (m^3)	**Valor faturado (m^3/mês)**	**Valor faturado + Volume não contabilizado nos contadores (m^3/mês)**	**Desvio na leitura (m^3/mês)**
até 5 m^3	8635	9220,3	585,3
6 a 15 m^3	51633	55224,7	3591,7
16 a 25 m^3	18368	19690,3	1322,3
superior a 25 m^3	6485	6924,3	439,3
Total			**5938,6**
Contadores Não Domésticos			
Escalão de consumo (m^3)	**Valor faturado (m^3/mês)**	**Valor faturado + Volume não contabilizado nos contadores (m^3/mês)**	**Desvio na leitura (m^3/mês)**
até 5 m^3	1240	1303,9	63,9
6 a 15 m^3	1642	1739,9	97,9
16 a 25 m^3	839	875,0	36,0
superior a 25 m^3	2745	2887,0	142,1
Total			**339,9**

Considerando que nos restantes meses de ano 2020 o desvio na leitura foi semelhante ao de maio e obtém-se pela expressão 16:

$$\text{Volume de Perdas por erros de medição} = 12 \times (5938{,}59\ m^3/\text{mês} + 339{,}90\ m^3/\text{mês}) = 75342\ m^3/\text{ano} \quad (16)$$

A parcela do uso não autorizado é determinada pela subtração entre o volume das perdas de água aparentes e dos erros de medição, conforme a equação 17:

$$\text{Volume de Perdas por Uso Não Autorizado} = 158854\ m^3/\text{ano} - 75342\ m^3/\text{ano} = 83512\ m^3/\text{ano} \quad (17)$$

4.2.1. BALANÇO HÍDRICO EM VALOR ECONÓMICO

Para uma análise económica do balanço hídrico, considerou-se as tarifas do abastecimento de água, saneamento de águas residuais e resíduos de Lousada para o ano de 2020, presentes no Anexo B. O cálculo da faturação da entidade gestora é determinado pela soma das faturas de todos os consumidores do concelho ao longo do ano (sem IVA). A Câmara Municipal, tal como todas as entidades gestoras do abastecimento de água e saneamento de águas residuais, paga a TRH à autoridade ambiental (Agência Portuguesa do Ambiente) pela utilização que faz dos recursos hídricos (seja pela captação de água, ocupação do domínio público hídrico e rejeição de águas

residuais). Da mesma forma, as entidades gestoras dos serviços de resíduos pagam a TGR à autoridade nacional de resíduos (Agência Portuguesa do Ambiente) pela quantidade de resíduos depositados em aterro (Mesquita *et al.*, 2012). Por esse motivo, a TRH e TGR não foram englobadas no valor faturado final.

O resultado final do balanço hídrico em valor económico, sem IVA, está ilustrado na tabela 16.

Tabela 16 - Balanço hídrico de Lousada em valor económico (€), sem IVA, para 2020.

<table>
<tr><th colspan="5">Balanço Hídrico (€) – Ano 2020</th></tr>
<tr><td rowspan="8">Água Entrada no Sistema
946543 €</td><td rowspan="4">Consumo Autorizado
5211052 €</td><td rowspan="2">Consumo Autorizado Faturado
5159239 €</td><td>Consumo Faturado Medido
5148066 €</td><td rowspan="2">Água Faturada
5159239 €</td></tr>
<tr><td>Consumo Faturado Não Medido
11173 €</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Consumo Autorizado Não Faturado
51813 €</td><td>Consumo Não Faturado Medido
37431 €</td><td rowspan="6">Água Não Faturada
641438 €</td></tr>
<tr><td>Consumo Não Faturado Não Medido
14382 €</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Perdas de Água
589625 €</td><td rowspan="2">Perdas Aparentes
307033 €</td><td>Uso Não Autorizado
154815 €</td></tr>
<tr><td>Erros de Medição
152218 €</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Perdas Reais
282592 €</td><td>Fugas nas Condutas de Distribuição e Adução (*)</td></tr>
<tr><td>Fugas e Extravasamentos nos Reservatórios (*)</td></tr>
<tr><td>Fugas nos Ramais de Ligação (*)</td></tr>
</table>

(*) Ausência de dados que permitam determinar esta parcela

O custo da água entrada no sistema foi determinado a partir do volume de água comprado e das tarifas da entidade gestora em alta (ver anexo B). Para o consumo autorizado não faturado também se consideram essas tarifas e multiplicam-se pelo volume correspondente já determinado no balanço hídrico em m^3/ano. Da mesma forma, o prejuízo das perdas reais foi obtido multiplicando o volume dessa parcela pelo preço de aquisição da água. No que diz respeito ao custo das perdas aparentes, o preço de venda foi aplicado tendo em conta o volume perdido nesta parcela pela Câmara Municipal de Lousada. As tarifas utilizadas nos cálculos foram as variáveis, visto que estas dependem do consumo e tipo de cliente (doméstico ou não doméstico). Os erros de medição apenas afetam este tipo de tarifas já que eles vão afetar os metros cúbicos consumidos. Sabendo o desvio na leitura em

m^3/mês para cada escalão de consumo, foram aplicadas as tarifas variáveis correspondentes e determinou-se o valor perdido em €/mês, e extrapolou-se para o ano de 2020, como representado na tabela 17. O exemplo de cálculo com as equações 18 e 19 demonstra o processo:

Valor perdido em erros de medição no mês de maio para os clientes domésticos com escalão de consumo 16 a 25 m^3 = 1322,25 × 1,5723 € +1322,25 × 0,7129 € + 1322,25 × 0,1581 € = 3230,65 €/mês (18)

Valor perdido em erros de medição no ano 2020 = (12171,28 + 513,52) × 12 = 152217,60 €/ano (19)

Tabela 17 - Valor perdido por erro de medição em cada escalão de consumo nos contadores para o mês de maio.

Clientes Domésticos				
Escalão de consumo (m^3)	**Valor faturado (m^3/mês)**	**Valor faturado + Volume não contabilizado nos contadores (m^3/mês)**	**Desvio na leitura (m^3/mês)**	**Valor perdido (€/mês)**
até 5 m^3	8635	9220,3	585,3	884
6 a 15 m^3	51633	55224,7	3591,7	6658
16 a 25 m^3	18368	19690,3	1322,3	3231
superior a 25 m^3	6485	6924,3	439,3	1398
Total				**12171**
Clientes Não-domésticos				
Escalão de consumo (m^3)	**Valor faturado (m^3/mês)**	**Valor faturado + Volume não contabilizado nos contadores (m^3/mês)**	**Desvio na leitura (m^3/mês)**	**Valor perdido (€/mês)**
até 5 m^3	1240	1303,9	63,9	97
6 a 15 m^3	1642	1739,9	97,9	148
16 a 25 m^3	839	875,0	36,0	54
superior a 25 m^3	2745	2887,1	142,1	215
Total				**514**

4.2.2. Análise do Balanço Hídrico

A totalidade da água distribuída é fornecida pela Águas de Douro e Paiva e comprada à Penafiel Verde e Águas do Norte, com custos relevantes, o que motiva a implementação de ações para garantir a sustentabilidade do serviço, com base numa preocupação constante em termos ambientais de um recurso com tanto valor. Uma condução e distribuição da água eficiente até aos consumidores finais permite a utilização de menor quantidade de água para servir o mesmo número de clientes, o que reduziria o volume comprado e as despesas associadas à Câmara Municipal de Lousada. No entanto, verifica-se que 42,7 % da água não é faturada, o que comprova uma gestão ineficiente e necessidade de mudança para melhorar o serviço prestado aos clientes e alcançar benefícios para a própria entidade gestora. Tendo em conta os valores limites aconselhados pela ERSAR, o desempenho neste parâmetro é insatisfatório (> 30 %), e é imperativo definir metas e percorrer um longo caminho para atingir uma qualidade de serviço boa (< 20 %).

Da percentagem total de água não faturada, uns elevados 87,2 % são relativos a perdas de água na rede de distribuição, a que corresponde a 37,3 % do volume de água que entra no sistema. Sendo a

principal causa de água não faturada no sistema, é imperativo avaliar minuciosamente este componente e reverter os seus valores, para minimizar os custos tão significativos do ano (684760 €). Das perdas de água totais, 7,4 % são decorrentes de perdas aparentes e 29,9 % de perdas reais. Relativamente às perdas reais, o foco deve estar nas fugas nas condutas de distribuição e nos ramais de ligação, uma vez que as fugas e extravasamentos em reservatórios são praticamente desprezáveis. É possível que as perdas reais estejam associadas ao tempo alargado de deteção e reparação de fugas, à falta de controlo da pressão e às suas flutuações diárias, à idade avançada das condutas, na inexistência de divisão da rede em zonas de medição em 2020, na ausência de controlo para monitorização de caudais e controlo dos volumes de água perdidos. Por outro lado, as perdas aparentes estão relacionadas com erros de medição e uso ilícito. A Câmara Municipal de Lousada tinha um parque de contadores com idade média de 8,5 anos, onde existiam cerca de 25,7 % dos contadores com mais de 12 anos, que continuam a subfaturar e a criar um fosso para o valor real de água consumida pelos clientes. Os usos não autorizados encontram-se na ordem dos 3,9 % e correspondem a 154815 € perdidos e que deveriam ser faturados pela Câmara Municipal. Estes usos fraudulentos tem de ser combatidos e não podem ser menosprezados numa política de redução de perdas de água. Apesar das perdas aparentes representarem um volume inferior às perdas reais, são bastante atrativas financeiramente, uma vez que a sua valorização é feita ao preço de venda da água que é substancialmente superior ao preço de aquisição por metro cúbico das perdas reais.

O consumo autorizado não faturado representa apenas 5,5 % do volume de água total, onde a maior parte é medido e resulta do consumo da própria entidade, que poderá ser reduzido por práticas simples. O consumo não faturado não medido pode ser explicado pela dificuldade em registar certos volumes, recorrendo-se à adoção de estimativas de consumos, de volumes utilizados em manutenção de infraestruturas e no uso a combate a incêndio. É preponderante uma comunicação recorrente com a Corporação de Bombeiros de Lousada para assegurar uma estimativa mais acertada do volume de água utilizado e não medido inerente ao combate a incêndios.

Os elevados custos derivados da água não faturada além de serem insustentáveis para a entidade gestora, levam ao aumento de tarifas e impactes ambientais, onde todos saem prejudicados. A adoção de certas medidas pode trazer, a curto prazo, retorno financeiro, sem envolver grandes investimentos. No entanto, para atingir bons níveis de desempenho e alcançar o patamar das entidades gestoras que melhor se classificam nos sistemas em baixa, há que recorrer à compra e renovação de equipamento, seleção de uma equipa dinâmica para um projeto de redução de perdas de água e à monitorização operacional da rede. Este investimento pode ser rapidamente amortizado se devidamente planeado e gerido.

4.2.3. COMPARAÇÃO DO DESEMPENHO COM ANOS ANTERIORES

A figura 27 expõe a evolução da AES, ANF e AF no concelho de Lousada, no período entre 2016 a 2020. Não foram consideradas as perdas de águas totais ou a subdivisão em perdas reais e aparentes porque a sua comparação não seria criteriosa e fidedigna. Isto deve-se ao facto das perdas de água dos anos anteriores terem sido calculadas por outra abordagem, não considerando volumes decorrentes de uso não autorizado e pela inexistência de dados para determinar as perdas reais pelo método dos caudais mínimos noturnos.

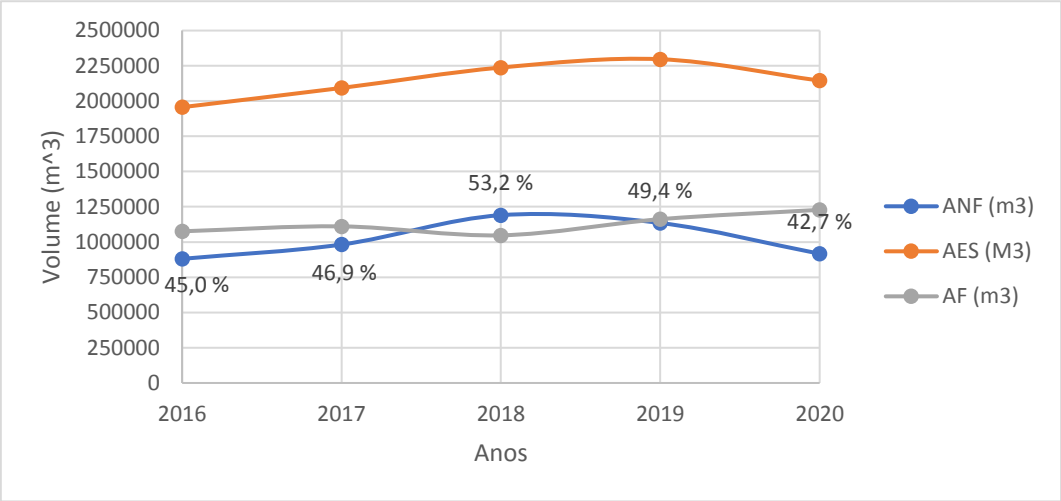


Figura 27 - Evolução da AES, ANF e AF em Lousada até 2020.

Analisando a evolução da ANF em Lousada, conclui-se que de 2016 a 2018 houve um crescimento desfavorável e a partir desse ano até 2020 a ANF tem vindo a reduzir. Da mesma forma, o volume de água entrada no sistema aumentou até 2019, cerca de 12,6 % em 3 anos. O agravamento de desperdício de água até 2019 pode ser explicado pelo alargamento da rede em zonas mais rurais, com poucos pontos de consumo, prováveis fugas nas condutas e maior desperdício em água para rega. A descida mais significativa da ANF foi registada de 2019 para 2020, caindo quase 7 % para o valor mais baixo nos últimos anos (42,7 %). Esta descida é resultado das primeiras medidas impostas para redução das perdas de água, com monitorização do volume de água à saída dos reservatórios com instalação de *dataloggers*, controlo dos caudais mínimos noturnos para deteção de fugas e utilização de geofone para localização das mesmas.

4.2.4. Determinação de Indicadores de Perdas de Água

Após o balanço hídrico ser determinado, efetua-se o cálculo dos indicadores de desempenho relativos às perdas de água, que se dividem em três grupos: indicadores económico-financeiros, indicadores operacionais e indicadores de desempenho ambiental. Para os sistemas de distribuição em baixa com um número de ramais superior a 20 por km de rede, utilizam-se indicadores expressos por ramal, sempre que possível (Pimpão, 2012). No caso de Município de Lousada, com 12902 ramais domiciliários e 399 km de extensão de rede, a densidade de ramais é de 32,3 por km de rede. O comprimento médio dos ramais é de 5 metros e a estimativa da pressão média de serviço é de 45 m.c.a. Alguns destes dados poderão não ser aproximados da realidade, em especial a extensão da rede, o que afeta a credibilidade dos indicadores que vão ser determinados.

Os indicadores de desempenho calculados estão referenciados na tabela 18. Os exemplos de cálculo estão presentes nas equações 20, 21, 22 e 23. Em que o ILI representa o índice infraestrutural de fugas, que relaciona as perdas reais existentes anuais, CARL, com as perdas reais inevitáveis anuais, UARL. As unidades destes estão em m^3/ano. O comprimento da rede em km é o L_m, N_c é o número de conexões de serviço, L_p é o comprimento da conduta em terreno privado (m) e P é a pressão média de serviço (m).

$$\text{CARL} = 640334\ m^3/\text{ano} = \frac{640334}{12902} \times \frac{1000}{365}\ \text{l/ramal/dia} = 136{,}0\ \text{l/ramal/dia} \quad (20)$$

$$\text{UARL} = (18 \times L_m + 0{,}8 \times N_c + 25 \times L_p) \times P = (18 \times 399 + 0{,}8 \times 12902 + 25 \times 0{,}005) \times 45 = 787667{,}6 \text{ l/dia} = 287498{,}7 \text{ m}^3\text{/ano} \quad (21)$$

$$\text{ILI} = \frac{CARL}{UARL} = \frac{640334}{287498{,}7} = 2{,}2 \quad (22)$$

$$WR1 = \frac{CARL}{Água\ entrada\ no\ sistema} \times 100 = \frac{640334}{2144896} \times 100 = 29{,}9\ \% \quad (23)$$

Tabela 18 - Indicadores de desempenho relativos a perdas de água em Lousada para 2020.

Indicadores económico-financeiros		**Indicadores operacionais**		**Indicador de desempenho ambiental**
ANF (%)	**ANF (€)**	**Perdas Reais (l/ramal/dia)**	**ILI**	**WR1 (%)**
42,7	736573	136,0	2,2	29,9

O indicador económico-financeiro ANF em % é pouco expressivo, dando uma ideia do mau desempenho da entidade gestora, não sendo útil para identificar de onde vem o problema ou como resolvê-lo. A ANF em custo é um indicador interessante a nível financeiro, uma vez que traduz as perdas comerciais no concelho durante o ano. Contudo, estas não refletem o ganho económico que a Câmara estaria a encaixar com o aumento da água faturada. Isto porque a água faturada é cobrada a um preço diferente da água adquirida, como acontece com as perdas reais e o consumo autorizado não faturado que são calculados ao preço de aquisição da água.

Analisando as perdas reais do município, que se fixam em 136,0 l/ramal/dia, a qualidade de serviço deste indicador, segundo a ERSAR, é mediana (]100;150]). Para diminuir este valor e atingir um serviço bom ([0;100]), exige-se uma resposta adequada que só poderá ser obtida implementando uma estratégia para redução de perdas e controlo ativo de fugas.

Num país desenvolvido, o ILI de 2,2 classifica-se como B1, o que prova a existência de potencial para melhoria no controlo de perdas reais, nomeadamente na gestão da pressão, melhores práticas de controlo ativo de perdas e otimização da manutenção da rede. O ILI é um bom indicador para comparar sistemas porque tem uma base de cálculo que considera o comprimento dos ramais, a pressão média de serviço e o comprimento da rede, que têm influência no que está a ser analisado.

A ineficiência da utilização de recursos hídricos é de 29,9 %, com clara insustentabilidade no sistema na situação atual. A ERSAR recomenda WR1 $\leq$ 15 para proteção do ambiente, e devem ser feitos esforços nesse sentido. A diminuição dos indicadores anteriores leva, por consequência, a uma melhoria na eficiência da utilização dos recursos hídricos.

4.2.5. META PARA 2022

Neste momento, o valor da ANF representa 42,7 % da água adquirida, sendo que 37,3 % corresponde a perdas totais, que é um valor preocupante. O grande objetivo da Câmara Municipal de Lousada é a redução do valor da água não faturada para os 15 % até ao final de 2022. Diminuir a ANF pode ser concretizado através da diminuição da água entrada no sistema ou através do aumento da água faturada. Para esse objetivo ser cumprido é necessário existir um investimento forte no combate a

todo o tipo de perdas. É fundamental reduzir as perdas resultantes de fugas e otimizar o controlo operacional da rede de água de Lousada. Além disto, pretende-se aperfeiçoar a medição e faturação de água a clientes.

O balanço hídrico pretendido para o final de 2022, considerando o mesmo volume de água entrada para termos de comparação, é o apresentado na tabela 19. A alteração dos volumes de água e valor económico neste balanço hídrico foi proporcional para todas as parcelas relativamente ao peso que tinham anteriormente (ano 2020), assegurando no final a ANF em 15 %.

Tabela 19 - Balanço hídrico de Lousada pretendido para o ano 2022 em volume (m^3), percentagem (%) e valor económico (€).

<table>
<tr><th colspan="5">Balanço Hídrico (m^3, % e €) – Ano 2022</th></tr>
<tr><td rowspan="8">Água Entrada no Sistema
2144896 m^3
100 %
946543 €</td><td rowspan="4">Consumo Autorizado
1864376 m^3
86,9 %
7676043 €</td><td rowspan="2">Consumo Autorizado Faturado
1823162 m^3
85,0 %
7657855 €</td><td>Consumo Faturado Medido
1814228 m^3
84,6 %
7641293 €</td><td rowspan="2">Água Faturada
1823162 m^3
85,0 %
7657855 €</td></tr>
<tr><td>Consumo Faturado Não Medido
8934 m^3
0,4 %
16562 €</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Consumo Autorizado Não Faturado
41214 m^3
1,9 %
18188 €</td><td>Consumo Não Faturado Medido
29773 m^3
1,4 %
13139 €</td><td rowspan="6">Água Não Faturada
321734 m^3
15,0 %
220752 €</td></tr>
<tr><td>Consumo Não Faturado Não Medido
11441 m^3
0,5 %
5049 €</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Perdas de Água
280520 m^3
13,1 %
202564 €</td><td rowspan="2">Perdas Aparentes
55767 m^3
2,6 %
103381 €</td><td>Uso Não Autorizado
29317 m^3
1,4 %
54348 €</td></tr>
<tr><td>Erros de Medição
26450 m^3
1,2 %
49033 €</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Perdas Reais
224753 m^3
10,5 %
99183 €</td><td>Fugas nas Condutas de Distribuição e Adução (*)</td></tr>
<tr><td>Fugas e Extravasamentos nos Reservatórios (*)</td></tr>
<tr><td>Fugas nos Ramais de Ligação (*)</td></tr>
</table>

(*) Ausência de dados que permitam determinar esta parcela

A meta delineada para o final de 2022 é ambiciosa, mudando completamente a situação atual com vantagens éticas, ambientais e económicas. O aumento de receita gerada pela Câmara pode provavelmente financiar a generalidade do processo de redução de perdas e a reabilitação dos sistemas. Comparativamente ao ano de 2020, a água faturada pode aumentar quase 600000 m^3, o

que se traduz em mais de 2,4 milhões de euros. A nível de perdas de água, a maior diminuição percentual regista-se nas perdas reais, no entanto, são as perdas aparentes que vão permitir poupar mais economicamente.

De seguida, será abordada uma estratégia para controlo de perdas, que poderá ser implementada no concelho. Esta estratégia deverá ser continuamente avaliada, com reajustes e reforço de medidas para impulsionar os bons resultados.

4.3. ESTRATÉGIA PARA CONTROLO DE PERDAS

O plano estratégico para controlo de perdas têm como objetivo a implementação de uma solução definitiva e sustentável que leve à redução da ANF no sistema de distribuição de Lousada. A prioridade das ações a desenvolver é definida em função da disponibilidade económica da entidade gestora, sendo expectável que medidas de baixo custo tenham prioridade, como é exemplo a substituição gradual do parque de contadores. Por sua vez, a renovação da rede é uma medida de último recurso devido ao seu elevado custo. No entanto, é necessário ter em conta que certos investimentos, ainda que elevados, são úteis para evitar o prolongamento da deterioração da rede e podem trazer retorno a longo prazo, devendo ser acompanhados de uma análise custo benefício para verificar a possibilidade de implementação.

4.3.1. ESTRATÉGIAS PARA CONTROLO DE PERDAS JÁ IMPLEMENTADAS EM 2020 NO CONCELHO

Algumas medidas já vigoram na entidade gestora, tendo o ano 2020 especial relevância, traçando os primeiros passos para alterar o paradigma atual. O município trabalha com a plataforma SCADA, um sistema de supervisão e aquisição de dados, que permite a visualização de variáveis a tempo real, com controlo remoto. Durante o ano de 2020, foram sendo instalados no concelho medidores de caudal associados a *dataloggers* à saída dos reservatórios, o que permitiu a visualização por telemetria dos volumes horários fornecidos à rede por cada reservatório e a avaliação dos consumos mínimos noturnos para identificação de fugas. São ainda controlados os níveis dos reservatórios por telegestão (até ao momento esse registo é feito em 7 dos 10 reservatórios). Em 21 de setembro de 2020, foi celebrado um contrato com a empresa Amydra Construções Lda., onde foram definidos locais para instalação de contadores e/ou sensores de pressão, para implementação de futuras ZMC. Nesses pontos pré-definidos no concurso, com *dataloggers* em contadores, VRP ou sensores de pressão, foi necessário ir ao terreno fazer a recolha periódica dos dados. Esta foi uma solução temporária, enquanto os *dataloggers* não estavam configurados para recolher e enviar as informações diretamente para o sistema SCADA. Esta plataforma ficou totalmente operacional em agosto de 2021.

Na localização de fugas, é utilizado um correlador acústico, que reduz expressivamente a área a investigar, e um geofone que amplia o ruído resultante da fuga e permite ao operador detetar o local exato onde se está a perder água.

Num concurso público celebrado no dia 17 de dezembro de 2020 para a Comunidade Intermunicipal do Tâmega e Sousa, ficou acordado que para os municípios de Castelo de Paiva, Felgueiras, Lousada e Resende seria elaborado um cadastro das infraestruturas existentes do sistema em baixa de abastecimento de água, produção de cartografia base e fornecimento da plataforma *WebSig*. O prazo de execução deste contrato é de 395 dias, sendo expectável que estes serviços estejam disponíveis no início de 2022 (IMPIC, 2021).

Por outro lado, está a ser desenvolvido um modelo de simulação hidráulica no EPANET, que irá auxiliar na simulação do comportamento da rede e na implementação das medidas de redução de perdas, assim que terminado.

4.3.2. ESTRATÉGIA DELINEADA PARA CONTROLO DE PERDAS DE ÁGUA

Após analisar o balanço hídrico de 2020 e os indicadores de perdas de água, delineou-se uma estratégia que deve ser suportada, gerida e constantemente analisada por parte da entidade gestora. Para retirar o máximo proveito da estratégia é necessário o comprometimento de todos os setores e colaboradores da empresa e uma eficiente gestão da operacionalidade da rede. Além da boa qualidade de serviço pretendida, procura-se manter as tarifas sustentáveis com envolvimento e satisfação dos *stakeholders*.

A figura 28 engloba as medidas que deverão ser adotadas e os componentes que vão influenciar no balanço hídrico. Nessa perspetiva surgem medidas para redução das perdas reais, com forte incidência no combate a fugas, ações planeadas para aumentar a faturação dos clientes e deteção de ilícitos ou fraudes, e o controlo de volumes autorizados que não são faturados. A abordagem apresentada tenta ser pró-ativa nas atividades de deteção de perdas de água com foco na monitorização constante para evitar prolongar os problemas reconhecidos.

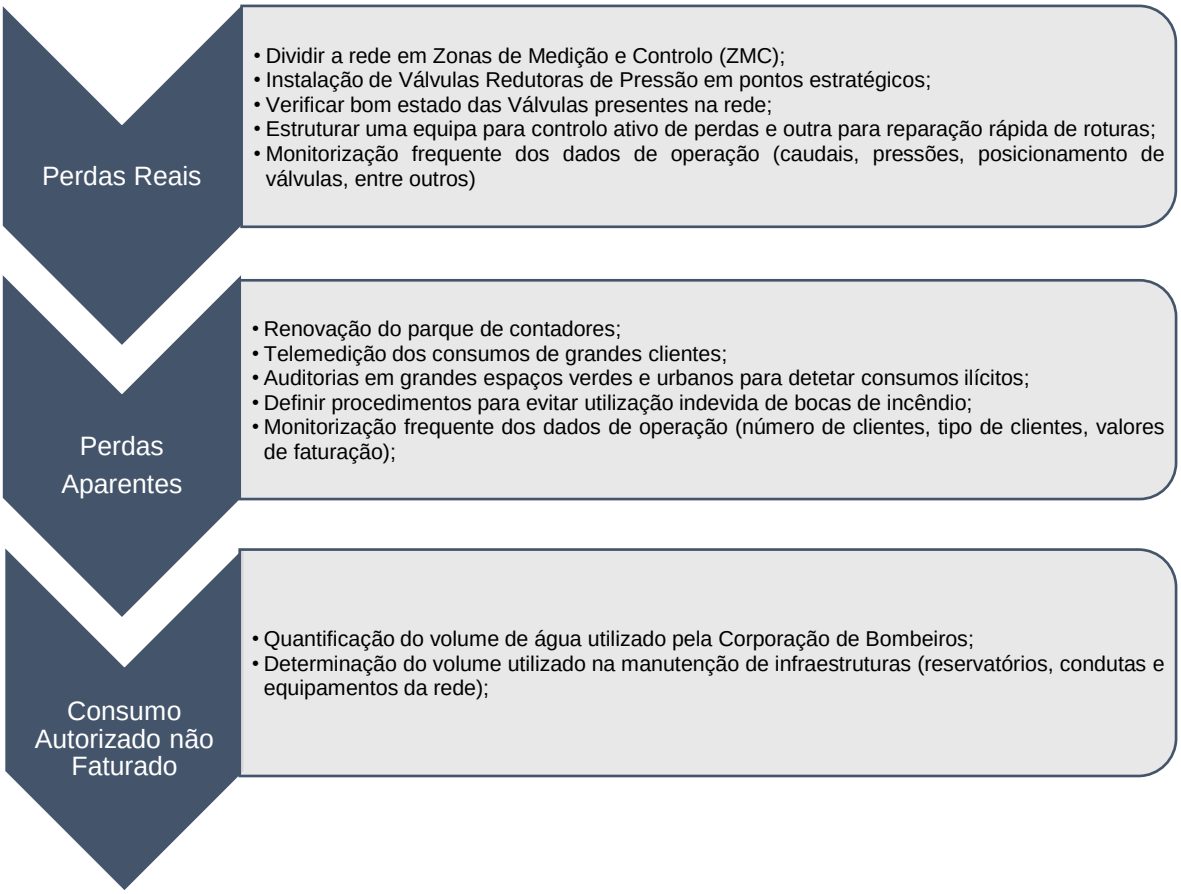


Figura 28 - Estratégia para redução da ANF em Lousada.

A inexistência de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) na Câmara Municipal de Lousada é um contratempo que deve ser igualmente combatido, para poder aceder ao cadastro das infraestruturas, incluindo a respetiva georreferenciação e cartografia do terreno. A constante atualização do cadastro, baseada nas informações recolhidas por parte das equipas de operação na rede, é essencial para reforçar a veracidade deste sistema. Como anteriormente mencionado, no início de 2022, o município irá operar com um *WebSIG*. Quando este estiver completo e funcional vai ser possível explorar soluções e aplicações internas, como suporte à prestação de serviços.

Por outro lado, um Sistema de Informação de Gestão de Clientes (SIGC), pode interligar com o Sistema de Informação Geográfica e agregar todas as informações dos clientes do concelho, aliando duas ferramentas que irão potenciar a qualidade dos resultados pretendidos. A criação de um gabinete de gestão de anomalias para recuperação de leitras em atraso, deteção e participação de ilícitos e regularização das dívidas seria mais uma aposta com potencial na entidade gestora. Estes sistemas poderão ser um enorme contributo para reverter a situação atual, já que algumas das medidas propostas apoiam-se na informação que neles é disponibilizada.

4.3.3. Divisão da rede em Zonas de Medição e Controlo

O conhecimento do cadastro da rede de distribuição é essencial para setorizar o concelho em ZMC, por isso seria pertinente possuir o Sistema de Informação Geográfica e Sistema de Informação de Gestão de Clientes, primeiramente. A delimitação das fronteiras e da dimensão de cada ZMC é ponderada tendo em conta a análise das condutas, válvulas de secionamento, fins de rede, descargas de fundo e de todos os acessórios da rede, de modo a controlar toda a água que entra e sai da zona. A densidade de ramais e a extensão da rede, que podem estar relacionadas com o consumo de uma área, são aspetos a considerar, assim como o estado de conservação das condutas. Desse modo, os padrões de consumo existentes, devido á existência de diferentes tipos de consumidores, devem ser analisados na constituição de uma ZMC. As cotas altimétricas, que influenciam as oscilações de pressão, são outro fator preponderante. Agrupar áreas com cotas altimétricas semelhantes pode facilitar o controlo da pressão e das suas oscilações (Carvalho, 2014). O custo associado à divisão nestas zonas está implícito à instalação de válvulas de seccionamento e contadores para controlar os volumes de água que entram em cada setor.



Figura 29 - Contador mecânico de turbina monojato à esquerda e contador estático eletromagnético à direita.

Na figura 29 aparecem, como exemplo, os dois tipos de contadores de água existentes em vários setores na rede. Ambos são contadores de velocidade, à esquerda está representado um contador mecânico de turbina monojato e à direita um contador estático a trabalhar com impulsos eletromagnéticos. O contador estático eletromagnético é caraterizado por ser mais preciso na medição de grandes caudais e ter um custo muito superior ao contador mecânico, que por sua vez, apresenta erros significativos de medição com o passar dos anos (Barros, 2015).

Ao longo de 2020 e 2021, procedeu-se à instalação de válvulas de secionamento, sensores de pressão e medidores de caudal em pontos estratégicos para criar ZMC, no concelho. Em agosto de 2021, o município finalizou este processo, mesmo não tendo total conhecimento do cadastro da rede. O concelho dispõe assim de uma subdivisão da rede em 24 áreas criteriosamente limitadas com controlo de consumo às entradas dessas zonas, como ilustrado na figura 30 pela ferramenta *Google Earth*. Estas zonas foram definidas previamente num contrato público celebrado a 21 de setembro de 2020, com a empresa Amydra Construções Lda. A divisão em zonas de medição e controlo, permite a identificação e distribuição de fugas de forma facilitada e será um auxílio inclusive na gestão de pressões.

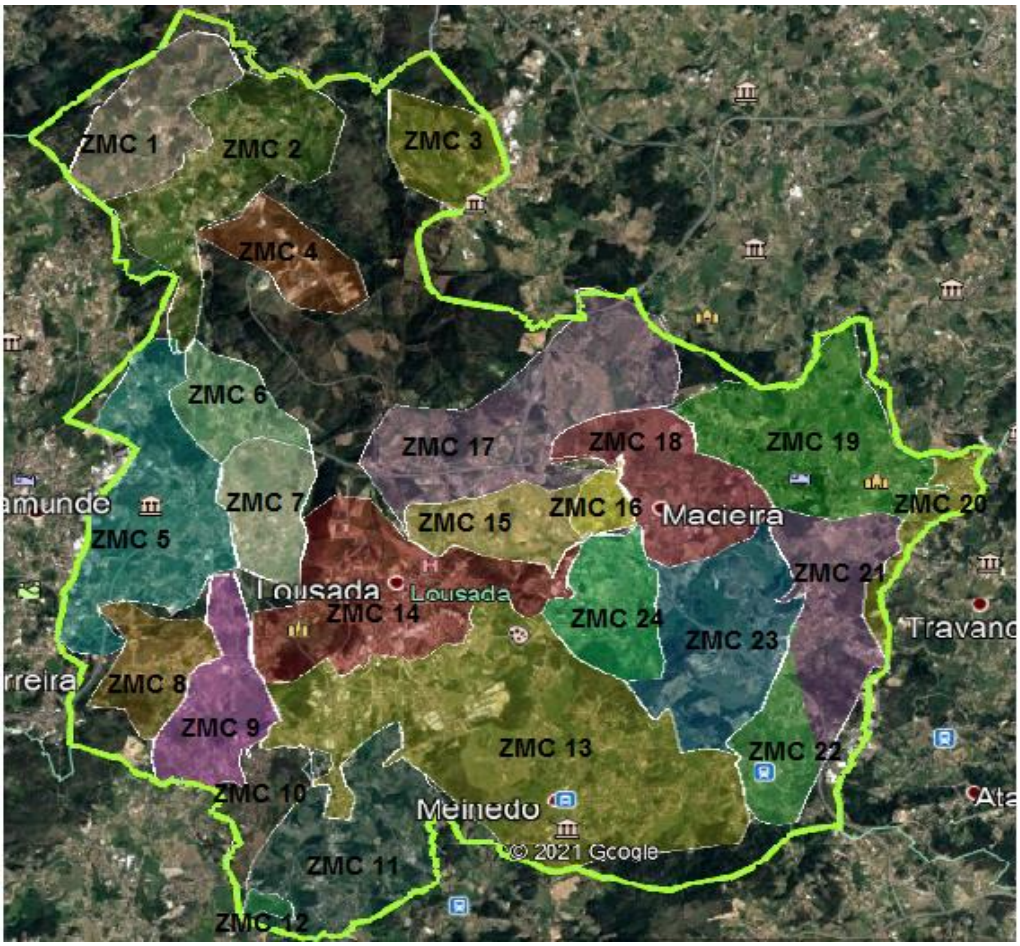


Figura 30 - Divisão do concelho de Lousada em ZMC.

4.3.4. GESTÃO DE PRESSÃO COM INSTALAÇÃO DE VRP

A monitorização das pressões da rede tem especial relevância no controlo das perdas reais, pois, tal como foi mencionado na revisão literária, pressões elevadas ou variações bruscas de pressão intensificam o aparecimento de fugas e aumentam o volume de água perdido.

Embora ainda não se utilize um Sistema de Informação Geográfica no concelho, que seria essencial para o conhecimento completo do cadastro da rede e fiabilidade dos resultados, o município pôs em prática a instalação de válvulas redutoras de pressão em pontos estratégicos da rede, de acordo com reclamações de consumidores por falta de pressão, locais conhecidos por pressões extremas e pela experiência das equipas de terreno.

A definição destas áreas de gestão deve ter ajustamentos periódicos, com monitorização permanente de pontos com limitações de pressão e nós representativos das condições médias da rede.

4.3.5. RENOVAÇÃO DO PARQUE DE CONTADORES

Para combater perdas aparentes uma das melhores soluções passa por iniciar uma campanha de substituição de contadores para contrariar perdas financeiras devido a subcontagem. O controlo metrológico de todos os contadores de abastecimento de água está sujeito a verificações periódicas como consta na Portaria nº321/2019, que deverão estar de acordo com tabela 20:

Tabela 20 - Intervalos máximos para verificações periódicas de contadores de água, recomendação ERSAR nº07/2018.

DN (mm)	Q_3 (ou Q_n)	Anos
15	≤ 4,0	12
20		
25		
30 (32)	6,3 a 16	8
40		
50		
65	25 a 63	6
80		
100		
125	100 a 160	4
> 150		

Como é possível observar o limite máximo para verificação de contadores é de 12 anos para diâmetros de 15 a 25 mm, 8 anos para diâmetros 30 a 50 mm, 6 anos para 65 a 100 mm e para os diâmetros superiores a 125 mm o período de verificação é de apenas 4 anos. Tendo isso em consideração, no concelho de Lousada, está em curso um plano de substituição de contadores de água, com prioridade para aqueles que possuem mais de 12 anos e diâmetro de 15 a 25 mm (maioria dos contadores do concelho estão atribuídos a clientes domésticos e têm este diâmetro). Até ao final de 2021, espera-se substituir 1925 contadores de água, que estão a originar perda de receitas

significativas para a empresa. Do mesmo modo, em 2022 espera-se renovar o mesmo número de contadores, ou seja, 1925 contadores, na mesma gama de diâmetros. No final desses dois anos, o número de contadores substituídos será de 3850.

4.3.6. AÇÕES DE FISCALIZAÇÃO NO CONCELHO

A componente do uso não autorizado pode parecer não significante no balanço hídrico, mas representa aproximadamente o mesmo volume perdido do que em erros de medição em Lousada, para o ano de 2020. Este tipo de perdas aparentes é valorizado ao valor de venda de água, o que as torna mais aliciantes e motiva a dedicação dos técnicos da empresa para um estudo que impulsionará a descoberta de fraudes. Não é expectável que se consigam identificar todos os usos não autorizados, uma vez que as pessoas que o fazem têm toda a intenção de esconder essas ilegalidades, dificultando o trabalho que tem de ser desenvolvido. Ainda assim, a fiscalização do concelho e a atribuição de responsabilidade aos consumidores deve fazer parte dos planos da EG, originando uma maior consciencialização dos clientes do sistema de abastecimento de água em Lousada.

No final de 2021, a Câmara Municipal de Lousada vai criar ações de fiscalização com o intuito de identificar consumos irregulares no abastecimento de água. O concelho de Lousada apresenta uma área mediamente urbana, no entanto, a presença de algumas zonas rurais instiga a verificação da existência de fontes alternativas de consumo de água da rede pública por poços, furos ou minas. Por outro lado, também se vão procurar contadores de água adulterados. A fiscalização vai incidir em consumos irregulares de clientes, nomeadamente caudais nulos ou exagerados. O reforço e alargamento dos mecanismos de regulação e fiscalização é a uma das principais formas de combate a usos ilícitos. Para identificação de situações fraudulentas o uso de videoscopia seria uma importante ferramenta, ao permitir a captação de imagens dentro de ramais com um videoscópio.

5

ANÁLISE DE RESULTADOS

5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Na perspetiva da Câmara Municipal de Lousada, após efetuar a implementação das medidas e estratégias para redução de perdas de água e da ANF em geral, considera-se relevante avaliar os potenciais benefícios decorrentes destas medidas. A apreciação que vai ser realizada procura verificar a eficácia da estratégia definida e os possíveis reajustes que terão de ser efetuados para atingir a meta de 15% de ANF até ao final de 2022.

5.2. PERFIL DE CONSUMO DE ÁGUA EM 2021

Inicialmente, vai ser feito um estudo do perfil de consumo para o ano de 2021. O reservatório de Lodares vai servir como exemplo das flutuações de consumo durante o dia. Este reservatório está localizado a uma cota de 236 metros e tem uma capacidade de armazenamento de 800 m^3. A altura máxima é de 4,30 metros, mas antes de esta ser atingida é acionado um alarme que comunica com a válvula que dá entrada de água ao reservatório e esta fecha, impedindo o reservatório de transbordar.

Na figura 31 é possível mostrar a localização do reservatório de Lodares, a sul do concelho de Lousada.

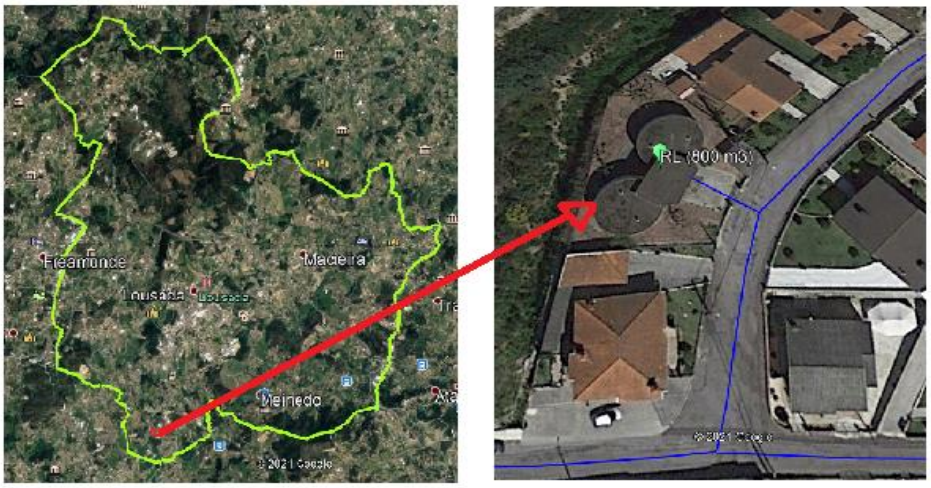


Figura 31 - Limite do concelho de Lousada a amarelo e localização do reservatório de Lodares.

Em seguida, vai ser apresentado o perfil de consumo na área de influência deste reservatório, para um melhor entendimento do volume de água que é distribuído na rede. Através dos caudais lidos à saída do reservatório e recolhidos pelo sistema de telegestão da empresa, foi possível observar o padrão de consumo no 1º quadrimestre de 2021. O exemplo apresentado é relativo ao dia 12 de maio de 2021, uma quinta-feira, na figura 32.

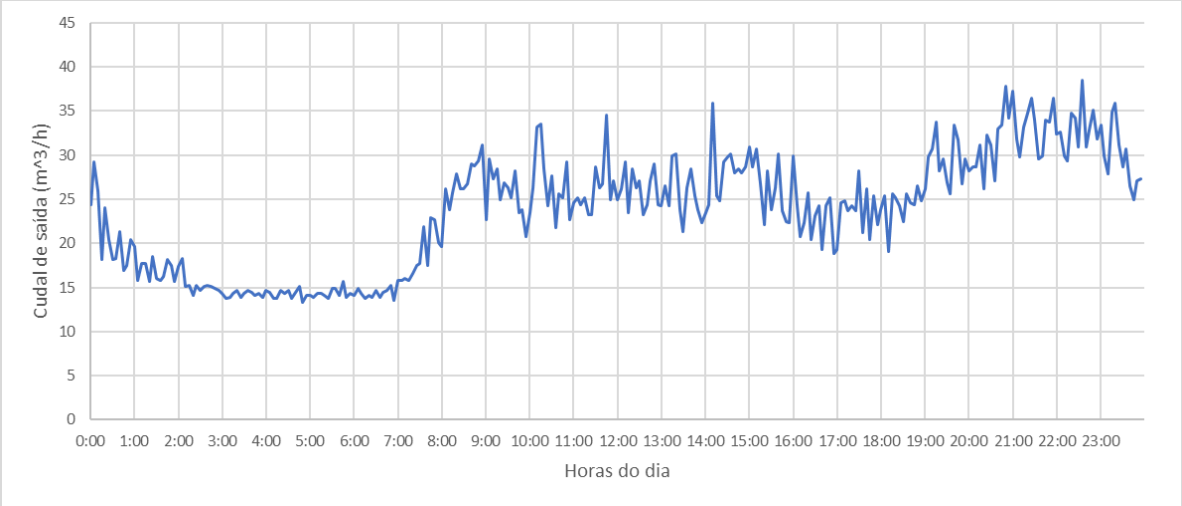


Figura 32 -Variação de consumo no reservatório de Lodares ao longo de um dia de 2021.

Como é possível analisar pela figura 32 existem dois períodos de maior consumo durante o dia, que estão associadas à altura do almoço e do jantar. Além disso, é frequente as pessoas voltarem a casa durante estas horas no intervalo de trabalho. O caudal máximo registado aconteceu por volta das 22 horas e foi de 38,6 m^3/h. O menor consumo ocorreu entre as 4 e 5 horas, atingindo 13,4 m^3/h, o que leva a uma variação de 25,2 m^3/h durante o dia. Naturalmente, o dia da semana influencia o padrão observado. Posto isto, retrata-se o comportamento habitual de consumo ao longo de uma semana (4 a 10 de abril) na figura 33.

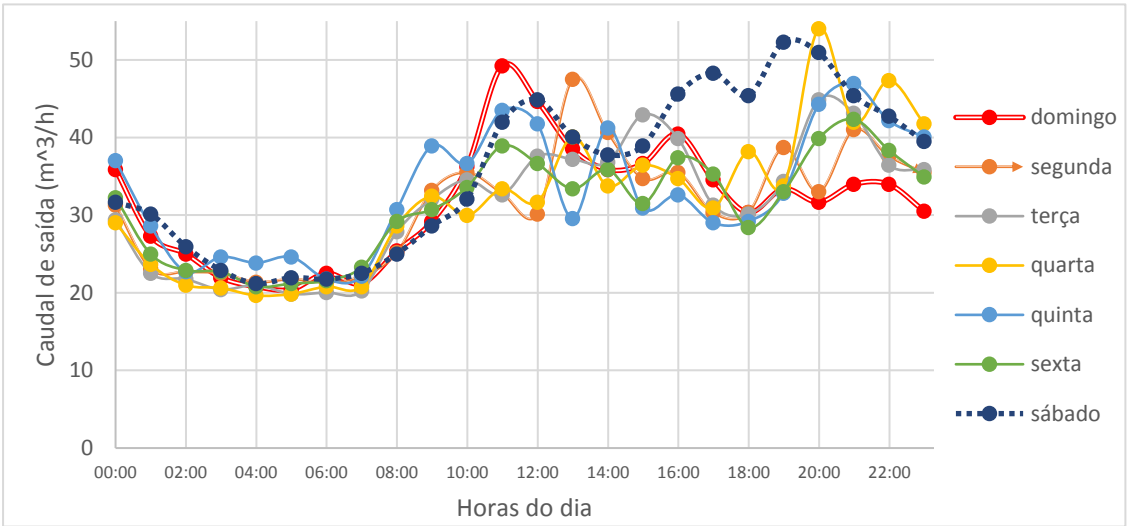


Figura 33 - Variação do caudal no reservatório de Lodares ao longo de uma semana de 2021.

Pela avaliação da figura 33 constata-se que no período noturno o caudal de saída é idêntico para todos os dias da semana, como seria de esperar. É de realçar que sábado é o dia com maiores alterações de consumo, o que pode estar relacionado por ser fim-de-semana e as pessoas estarem mais em casa. No domingo, que seria de esperar um padrão algo semelhante a sábado, apenas se verifica um pico superior na hora de almoço, mas regista o menor valor na suposta hora de jantar. A variação dos caudais de saída do reservatório está intrinsecamente ligada aos consumidores da rede na área de influência, que se dividem em domésticos, industriais, públicos, comerciais e outros. Importa referir que consumidores domésticos apresentam normalmente um consumo mais homogéneo ao longo dos dias, enquanto as indústrias e comércio podem exibir maiores perturbações no seu padrão de consumo, tendo evidentes consequências na variação do caudal à saída do reservatório.

5.3. Análise do Consumo Mínimo Noturno

A avaliação das horas de menor consumo permite um estudo mais aprofundado do comportamento do caudal mínimo típico na rede e as flutuações que podem ocorrer durante a noite. A monitorização dos caudais noturnos dos reservatórios é essencial para detetar fugas, como visto na revisão literária. A duração do tempo de resposta até reparar uma fuga deve ser o mínimo possível. Uma vez detetada a fuga, é essencial procurar a localização da mesma e proceder à reparação da conduta ou do acessório da rede inviabilizado, para evitar que o volume de água perdido aumente e as perdas financeiras acumulem para a Câmara Municipal de Lousada. De notar, que o trabalho realizado na análise destes consumos e reparação de fugas, pode ser efetuado à noite e aos fins de semana, pelas equipas de piquete.

5.3.1. Variação do Consumo Mínimo Noturno em 2021

Durante o ano de 2021, na sequência da dinamização das medidas que foram implementadas para reduzir as perdas reais no concelho, sentiram-se efeitos no caudal fornecido à rede de distribuição. A figura 34 demonstra as oscilações do consumo mínimo noturno total em Lousada, até ao final de junho de 2021. O consumo mínimo noturno total engloba o somatório do consumo mínimo de todos os reservatórios, para cada dia em análise.

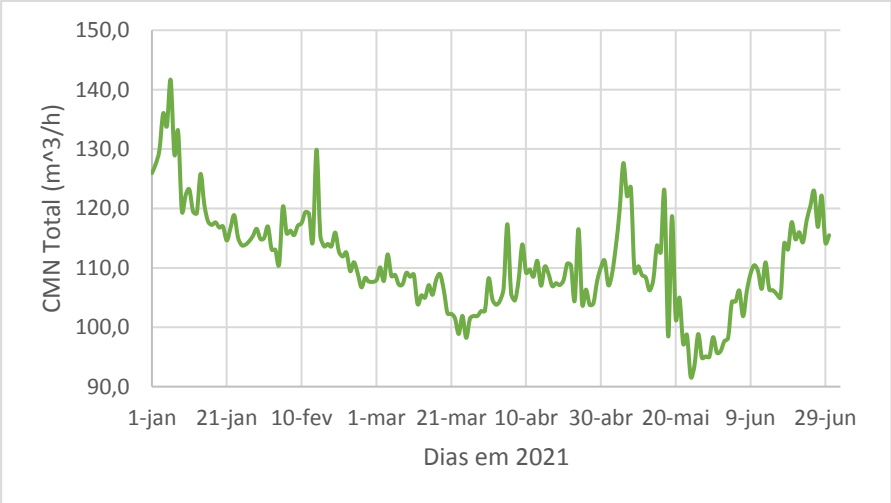


Figura 34 - Variação do CMN total em Lousada de 1 de janeiro até 31 de junho de 2021.

Pela visualização da variação do consumo mínimo noturno total na figura 34 destaca-se, de forma positiva, a descida dos seus valores desde o início de janeiro até ao final de maio de 2021. Embora esta redução não seja linear, apresentou-se como um sinal claro da melhoria no serviço prestado, nomeadamente derivada da gestão de pressões e redução do tempo de deteção de fugas. No dia 24 de maio, o consumo mínimo noturno total apresentou o seu valor mais baixo, com 91,7 m^3/h. O mês de junho, pelo contrário, assinala uma subida indesejada do CMN e perturba os resultados pretendidos. A chegada do verão e de dias mais quentes, leva a uma maior atividade de certos consumidores durante a noite. Deste modo, seria valoroso monitorizar os grandes consumidores, que podem ser os principais responsáveis por essas flutuações. A sazonalidade mostra-se, assim, um fator a ter em conta na oscilação no CMN. Todavia, o aumento constatado é demasiado significativo para ser explicado unicamente pela sazonalidade. O dispêndio de atenção noutras medidas, como o acompanhamento nas obras realizadas para definir ZMC e auxílio das equipas responsáveis pela configuração dos *dataloggers* ao software SCADA, foram os motivos centrais. A criação de uma equipa exclusiva para controlo de perdas de água e deteção de fugas resolveria este problema e evitava o retrocesso observado. Deste modo, o comprometimento de todos mostra-se capital numa gestão mais eficaz.

5.3.2. Identificação de Fugas pelo Consumo Mínimo Noturno

Em 2021, o número de fugas detetadas até final de junho foi de 31 com controlo ativo de perdas, excluindo denúncias de fugas visíveis que afloram à superfície. A maioria das intervenções de reparação de roturas acontecem em condutas e ramais de ligação. Por comparação, desde junho a dezembro de 2020 foram registadas 77 fugas, apenas pela análise do consumo mínimo noturno.

A título de exemplo, está exposta na figura 35, a identificação de uma fuga pelo consumo mínimo noturno até ao momento da reparação e estabilização do valor normal no caudal de saída do reservatório de Mós.

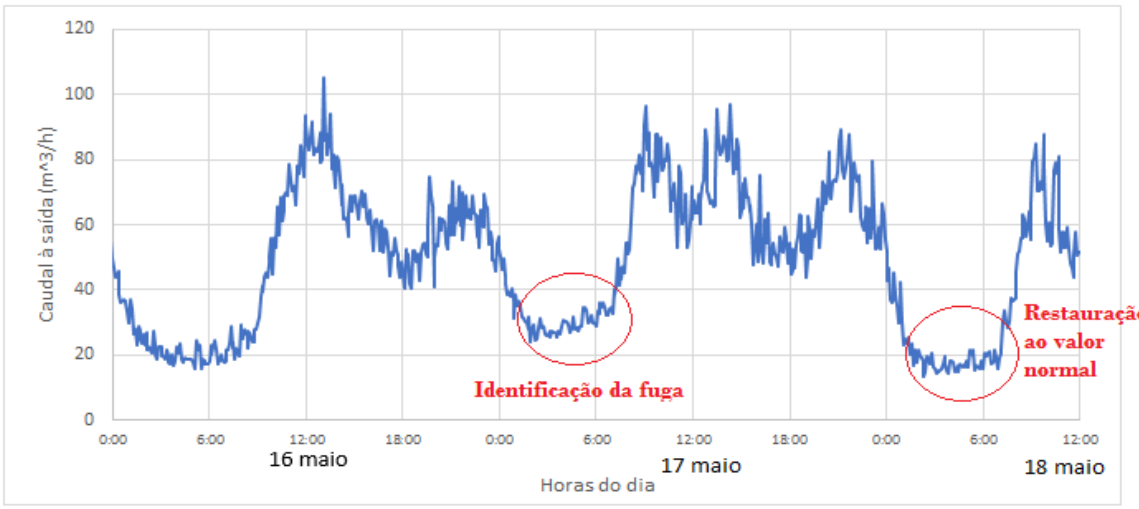


Figura 35 - Identificação de fuga pelo consumo mínimo noturno no reservatório de Mós até ao momento do reparo da conduta.

Na noite de 17 de maio de 2021 registou-se uma subida do caudal de saída do reservatório de Mós entre as 1 e as 2 da manhã, relativamente aos valores de referência que ocorrem no mesmo período

da noite anterior. Durante estas horas praticamente nenhum consumidor se encontra ativo, permitindo concluir que este aumento deveria estar associado a uma fuga de água. A localização da fuga foi o passo mais complicado, já que a Câmara Municipal de Lousada ainda não possuía, em maio, uma divisão completa da rede em setores, que permitissem facilmente identificar a zona onde está a perder um volume de água significativo, restringindo a busca numa área muito menor. A partir das ferramentas ao seu dispor, a localização de uma fuga por parte da entidade gestora inicia-se com o fecho progressivo de válvulas na área de influência do reservatório afeto à fuga (começando pela mais próxima ao reservatório). Perto das válvulas de secionamento, nos armários ou caixas com um contador acoplado, vai-se notar uma diminuição acentuada do caudal após fecho dessa válvula, quando se encontrar o trecho onde está a fuga. A partir da monitorização constante do caudal de saída do reservatório, restringindo diferentes zonas para análise, pela experiência das equipas de terreno que conhecem o histórico das zonas mais problemáticas e pela análise de alguns medidores de caudal que se encontram espalhados na rede, foi possível definir a área onde está a ocorrer a fuga. Por fim, com recurso a um geofone determina-se a localização exata da fuga, escutando o ruído dela resultante. Esta atividade é realizada à noite para não ter interferência de outros ruídos ambiente. No entanto, existe ainda um equipamento adicional, um correlador acústico (que deteta o som da fuga por captadores de sinal altamente sensíveis, permitindo reduzir a extensão a percorrer com o geofone com base numa análise de troços que podem ir até aos 400 metros). O trabalho de reabilitação da conduta, ramal ou boca-de-incêndio inviabilizado pode ser executado por diferentes técnicas e o tempo de reparação varia consoante o pavimento do terreno, material a reparar, dimensão da fuga, tipo de solo, entre outros fatores.

A localização das fugas que foram detetadas pelo consumo mínimo noturno até ao final de junho de 2021, está registada na figura 36 com sinalizadores amarelos pela ferramenta *Google Earth*, onde se revela que a maioria ocorreu na zona sul do concelho.



Figura 36 - Localização de fugas detetadas pela análise do CmN em 2021 até final de junho.

Do número total de fugas identificadas (31), 22 estão na região sul. A explicação para tal acontecer pode passar pelo facto de possuir uma maior área com cotas altimétricas mais baixas, associadas a pressões elevadas. A existência de uma grande extensão de rede com poucos consumidores é outro fator na região sul, tendo estes aspetos um papel preponderante na maior probabilidade de aparecimento de roturas.

5.3.3. Análise Custo-benefício da reparação de roturas

De seguida, vai ser realizada uma análise custo-benefício da reparação de roturas no concelho de Lousada, para apurar as vantagens decorrentes comparativamente ao ano transato. A reparação do trecho de rede inviabilizado é fundamental para retornar o abastecimento normal à população, além de incluir proveito ambiental e económico. Isto porque certos consumidores podem ser afetados por interrupções no fornecimento de água e pelas despesas expressivas para a entidade gestora. Quando as roturas são causadas por terceiros, o respetivo custo é suportado por estes. De outro modo, é a Câmara de Lousada a responsável pelos encargos.

Como exemplo vão ser estudadas duas fugas, sinalizadas na figura 37 com cruzes vermelhas, que ocorreram em condutas de distribuição de água. Uma das fugas é relativa ao dia 17 de maio de 2021 (segunda-feira), mencionada acima no estudo do consumo mínimo noturno e rotulado com o número 8. O fecho da água foi executado após as 23 horas do mesmo dia. A fuga rotulada com o número 10 em 2021, apareceu por volta das 23 horas do dia 24 de março de 2021 (quarta-feira) e foi detetada pelo consumo mínimo noturno do reservatório de Alvarenga. O fecho da água iniciou-se às 8 horas do dia 26 de março (sexta-feira). O tempo desde a deteção das fugas até à reparação das condutas foi de 22 e 33 horas, respetivamente.

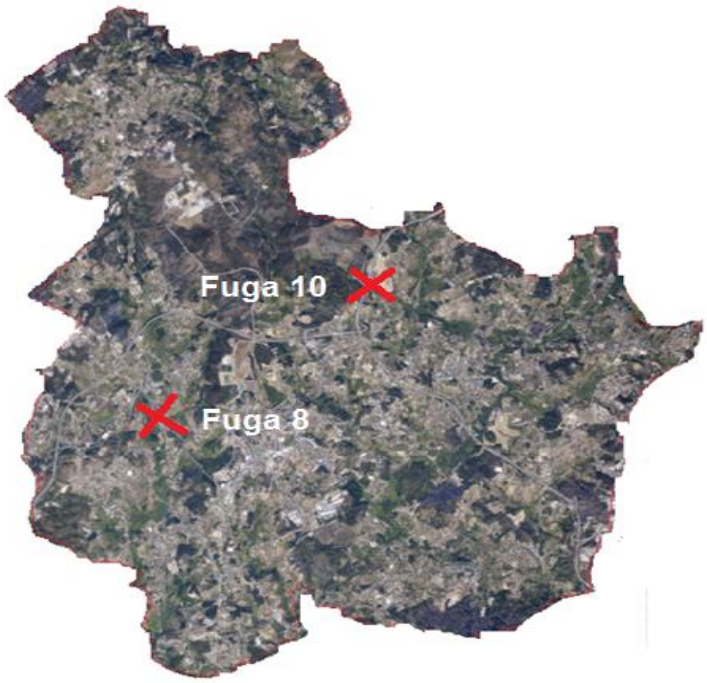


Figura 37 - Localização da fuga nº8 e nº10 com uma cruz vermelha, relativas a 2021 no concelho de Lousada.

O volume de água total perdido por estas fugas está representado na figura 38. Estes volumes foram estimados subtraindo, para cada hora, o volume de água à saída do reservatório após deteção da rotura e o volume de água num dia normal. As diferenças de volume são sobretudo visíveis durante o período noturno.

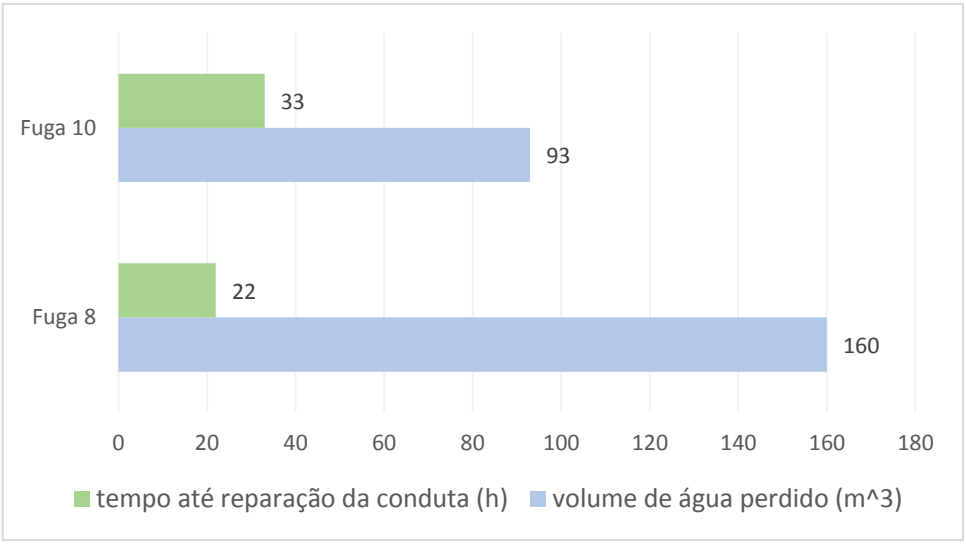


Figura 38 - Volume de água perdido em m^3 e tempo de reparação em horas das fugas nº8 e nº10.

Apesar da fuga nº8 ter sido solucionada em menos tempo, ela provocou um volume de água perdido bastante superior, visto que a dimensão da fuga era consideravelmente maior.

Por sua vez, a fuga nº10 encontra-se num local com um histórico de intervenções de rotura em condutas, na estrada nacional 207, perto de Santa Margarida, em Lousada.



Figura 39 - Histórico de intervenções na estrada N207. Com sinalizador amarelo aparece a fuga nº10 e os 4 marcadores azuis são relativos a fugas detetadas em 2020.

Pela figura 39 é possível verificar a existência de 4 roturas no mesmo troço da estrada relativas ao ano de 2020, indicando a necessidade de atuar nesta zona com gestão de pressões e renovação da rede, que já tem idade avançada.

Por falta de dados, o custo-benefício presente neste subcapítulo vai ser realizado com recurso a algumas estimativas e baseado num estudo similar de custo-benefício da reparação de ramais efetuado por Gouveia (2015) para uma zona de Vila Nova de Gaia. Como exemplo, surge na tabela 21, as 2 roturas em condutas, que foram identificadas pelo consumo mínimo noturno e estão a ser alvo de estudo, o material e diâmetro dessas condutas, o custo de água perdida, o custo dos trabalhadores, o custo do transporte, o custo de reparação e finalmente, o custo total.

Tabela 21 - Custo de reparação de condutas em Lousada em 2021.

Rotura	Material	DN (mm)	Custo de água perdida (€)	Custo dos trabalhadores (€)	Custo do transporte (€)	Custo da reparação (€)	Custo total (€)
8	PEAD	90	70	36	0,28	962	1068
10	PEAD	125	41	36	0,28	1639	1716
							2784

Conhecendo o volume de água perdida em cada fuga determina-se o prejuízo económico pela expressão 24. O preço de aquisição da água é de 0,44 €/m^3.

$$\text{Custo de água perdida (€)} = \text{Volume de água perdida } (m^3) \times \text{preço de aquisição da água } (€/m^3) \quad (24)$$

O custo dos trabalhadores relaciona-se com as horas de trabalho necessárias para reparar a rotura (média de 2 horas) e com o seu salário. Em condições normais, são precisos 3 trabalhadores e o salário bruto médio de cada um é de 940 €/mês (eles trabalham 8 horas por dia e 5 dias por semana, o que dá 6 €/hora).

$$\text{Custo dos trabalhadores (€)} = \text{Nº de trabalhadores} \times \text{Tempo (h)} \times \text{Salário (€/h)} \quad (25)$$

O custo de transporte obtém-se a partir da distância percorrida pelos trabalhadores, efetuada por uma estimativa no *Google Maps*, da Câmara Municipal de Lousada ao local da fuga (3,5 km até à fuga nº8 e 3,5 km até à fuga nº10). A carrinha utilizada no local consome uma média de 6 litros por 100 km (0,06 l/km) e considera-se o valor do gasóleo entre março e maio de 1,35 €/l.

$$\text{Custo de transporte (€)} = \text{Distância (km)} \times 0{,}06 \text{ (l/km)} \times 1{,}35 \text{ (€/l)} \quad (26)$$

O custo da reparação da conduta foi estimado, por falta de informação disponível no município. Não foi possível obter o custo de reparação em entidades gestoras da região norte, e foi necessário recorrer à estrutura tarifária de abastecimento de água de 2021 da Câmara Municipal do Seixal, onde se encontram os custos de reparação de roturas em condutas por terceiros, que se acredita serem próximos dos valores da Câmara Municipal de Lousada (artigo 13º).

O tempo de deteção e reparação de uma fuga antes de ser implementado a monitorização dos caudais à saída dos reservatórios é de difícil estimativa. Como termo de comparação vai se utilizar

aproximadamente 1 semana. Em 2021, o tempo entre a ocorrência de uma fuga e a reparação da mesma por parte da equipa no terreno é inferior a 1 dia e meio, em média. Como comparação, a tabela 22 representa a poupança gerada numa situação hipotética em que mesmas fugas estudadas também ocorriam no início de 2020, ou seja, antes da implementação da monitorização do caudal mínimo noturno.

Tabela 22 - Poupança gerada numa situação hipotética em que as fugas nº8 e nº10 ocorridas em 2021, também aconteceram no início de 2020.

Rotura	Volume de água perdido início 2020 (m^3)	Volume de água perdido 2021 (m^3)	Volume de água poupado (m^3)	Poupança hipotética (€)
8	1226,4	160,0	1066,4	471
10	470,4	93,0	377,4	167
				638

O volume de água que seria perdido em 2020 foi calculado pela equação 27, a qual se estimou sabendo que para a fuga nº8 se perderam 160 m^3 em 22 horas (7,3 m^3/h) e na fuga nº10 se perderam 93 m^3 em 33 horas (2,8 m^3/h):

$$\text{Volume de água perdido 2020 } (m^3) = \text{Volume de água perdida na fuga em 2021 } (m^3/h) \times 24 \text{ horas} \times 7 \text{ dias} \quad (27)$$

Esta foi uma aproximação simples visto que a dimensão da fuga poderia aumentar e consequentemente despoletar um maior volume de água perdido.

Com essa diferença temporal da deteção e reparação de fugas, é possível observar o benefício hipotético e dinheiro poupado pela entidade gestora, que pode ser calculada pela expressão:

$$\text{Poupança hipotética (€)} = \text{Volume de água poupado } (m^3/h) \times \text{preço de aquisição da água (€)} \quad (28)$$

O dinheiro poupado nestas 2 fugas seria de aproximadamente 638 €, o que mostra um proveito económico substancial. O volume de água poupado é muito significativo, no entanto, tenciona-se diminuir o tempo de deteção das fugas até à reparação das condutas no mínimo possível, que deveria ser de algumas horas. Atingir esse patamar só será possível com o concelho totalmente setorizado em ZMC, o que aconteceu meses após estas fugas, e assim que existir uma equipa orientada para deteção de fugas e outra para reparação rápida de roturas.

A rede de Lousada é antiga e seria importante associar as roturas ao estado de conservação das condutas, mas devido à falta de cadastro não foi possível esse estudo. Essa informação permitiria definir prioridades nas condutas a substituir e examinar o tempo de vida útil de cada uma.

5.4. Regulação das Válvulas Redutoras de Pressão

Para o adequado controlo de pressão na rede procedeu-se à identificação de pontos críticos no município, como valores extremos detetados e zonas altimétricas de menores e maiores cotas. Levando isso em conta, as zonas com pressão mais elevada foram tidas em alerta pelo risco associado de roturas e as mais baixas por serem insuficientes para satisfazer as necessidades dos consumidores.

O município já dispõe de um variado número de válvulas redutoras de pressão instaladas em pontos críticos da rede. A título de exemplo, vai-se avaliar os níveis de pressão e variações existentes numa VRP perto da Quinta dos ingleses, exposta na figura 40, referenciada com pressões elevadas à entrada.

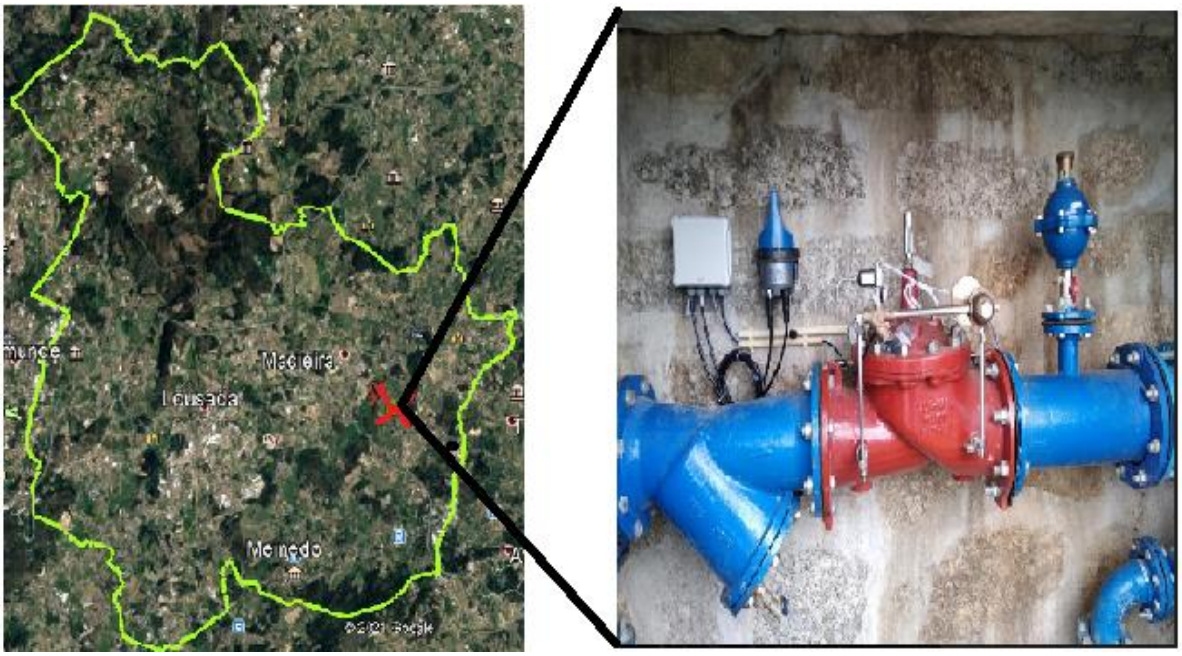


Figura 40 – VRP localizada perto da Quinta dos Ingleses, a vermelho na foto do lado direito.

O valor para o qual a pressão é regulada à saída das VRP no concelho de Lousada é determinado empiricamente, tendo conhecimento dos pontos de consumo mais críticos a jusante da válvula, que devem ser monitorizados para avaliar as consequências dessa alteração de pressão. A maior parte das VRP estão a operar apenas com um patamar de pressão definido para todo o dia (regulação fixa). Todavia, 6 delas (5 pré-existentes e 1 instalada recentemente) estão a operar em modelação horária com um patamar de pressão definido para durante a noite e outro regulado para o dia. A figura 41 retrata esse mesmo efeito com uma pressão a montante a rondar os 65 m.c.a durante a noite e 62 m.c.a no horário diário, ultrapassando o máximo recomendado no decreto Regulamentar 23/95 de 60 m.c.a. A VRP apresentada, que está instalada perto da Quinta dos Ingleses, está regulada para uma pressão a jusante a rondar os 27 m.c.a para o dia e 18 m.c.a durante a noite, já que este ponto está associado a pressões elevadas em especial durante a noite e é possível baixar até aquele patamar de pressão sem afetar os consumidores da rede a jusante da VRP.

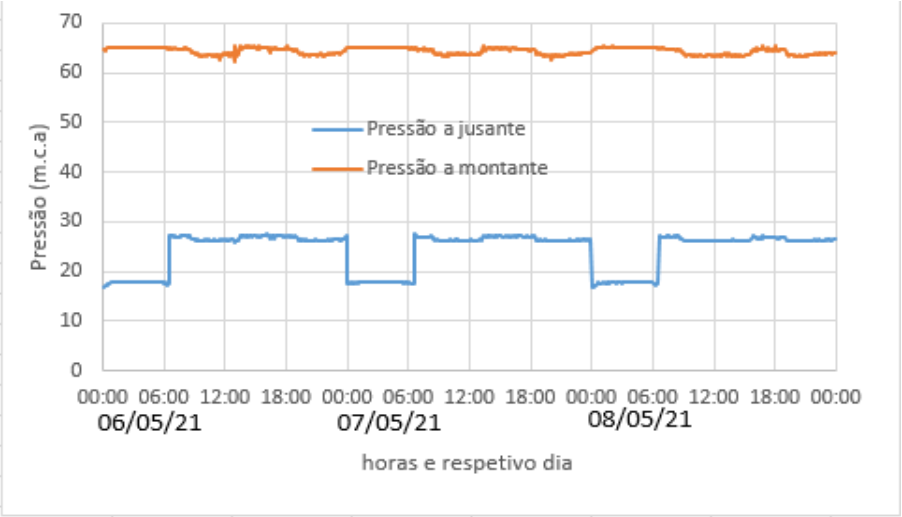


Figura 41 - Válvula redutora de pressão instalada perto da Quinta dos Ingleses com pressão à entrada (montante) e saída (jusante).

A pressão regulada na VRP para jusante deve ser suficiente para abastecer os consumos nas cotas mais elevadas e garantir a pressão mínima para evitar a ocorrência de reclamações por parte dos clientes, o que pode diminuir a qualidade do serviço prestado. No entanto, operar com o mínimo de pressão e de forma estável origina menos roturas, menor volume de água perdida e prolonga o período de vida útil da rede.

A região norte de Lousada é que a possui um maior de número válvulas redutoras de pressão por área, como se observa no exemplo da figura 42.

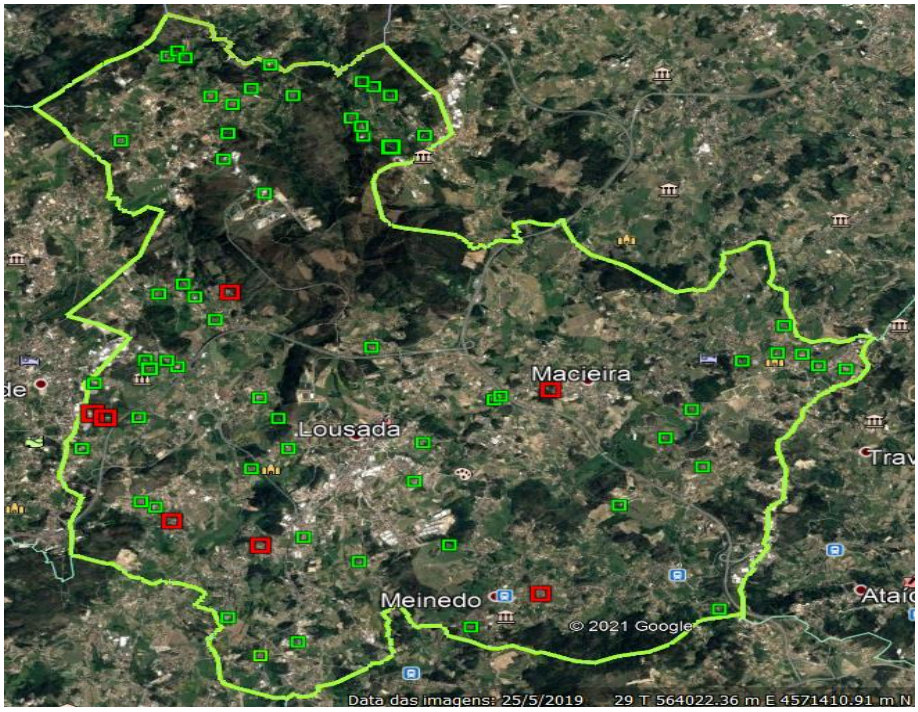


Figura 42 - VRP existentes com marcadores a verde e VRP a instalar até ao final de 2021 com marcadores vermelhos.

Estes dados vêm complementar a análise realizada nas vantagens do consumo mínimo noturno, onde se verificou a existência de um maior número de fugas a sul do concelho, o que poderá estar intrinsecamente ligado à falta de controlo de pressões. Como tal, será pertinente, no sul de Lousada proceder à instalação de válvulas redutoras de pressão a trabalhar, por exemplo, com patamares de pressão como o caso acima apresentado.

5.5. COMPARAÇÃO DO VOLUME DE PERDAS REAIS DE 2020 E 2021

De 2019 para 2020, já se tinha verificado uma evolução positiva da redução da ANF, que resultou da implementação das primeiras medidas de controlo ativo de perdas e redução de forma mais significativa das perdas reais. No seguimento desse trabalho, procura-se estabelecer uma comparação das perdas reais de 2020 e o progresso já efetuado até junho de 2021.

A partir da média do CMN de toda a rede até final de junho de 2021 obteve-se um valor de 11,0 m^3/h, uma redução de 2,5 m^3/h relativamente à média de CMN de 2020 (13,5 m^3/h). Esta redução foi atingida em apenas 6 meses e tem um impacte substancial no volume de perdas reais. Apesar de não ter sido possível ter acesso ao investimento que foi necessário para realizar esta diminuição das perdas reais, calculou-se a poupança gerada por um método alternativo através do preço de aquisição da água. A Câmara de Lousada compra à entidade em alta a água a um preço de 0,4413 €/m^3 + iva. A poupança efetuada em euros em cada dia calcula-se pela equação 29 e os dados necessários para o seu cálculo encontram-se presentes na tabela 23.

Tabela 23 - Diferença no volume de perdas reais entre 2020 e 1 de janeiro a 30 de abril de 2021.

ANO 2021				ANO 2020	Diferença de Perdas Reais para o ano 2020 (m^3/dia)
Consumo mínimo noturno total (m^3/h)	Fator noite dia	Consumo Autorizado Noturno (m^3/h)	Volume Perdas Reais (m^3/dia)	Volume Perdas Reais (m^3/dia)	
109,8	21	49,7	1262,1	1754,3	492,2

$$\text{Poupança } (€/dia) = \text{Diferença de Perdas Reais } (m^3/\text{dia}) \times \text{Custo marginal da água } (€/m^3) = 492{,}2 \times 0{,}4413 = 217\ €/dia \quad (29)$$

A poupança gerada é de 217 €/dia, o que corresponde a 39277 € no 1º semestre de 2021 (janeiro a junho). Esta diminuição de volume não é explicada apenas pela monitorização do consumo mínimo noturno e celeridade na reparação de fugas, estando intrinsecamente ligada à gestão da pressão na rede de distribuição.

5.6. SUBSTITUIÇÃO DE CONTADORES NO CONCELHO

Como referido anteriormente, está em execução um plano de substituição dos contadores mais antigos no município.

5.6.1. PLANO DE RENOVAÇÃO DO PARQUE DE CONTADORES EM VIGOR EM LOUSADA

A distribuição de idade dos 15247 contadores para o final de junho de 2021 é visualizada na figura 43.

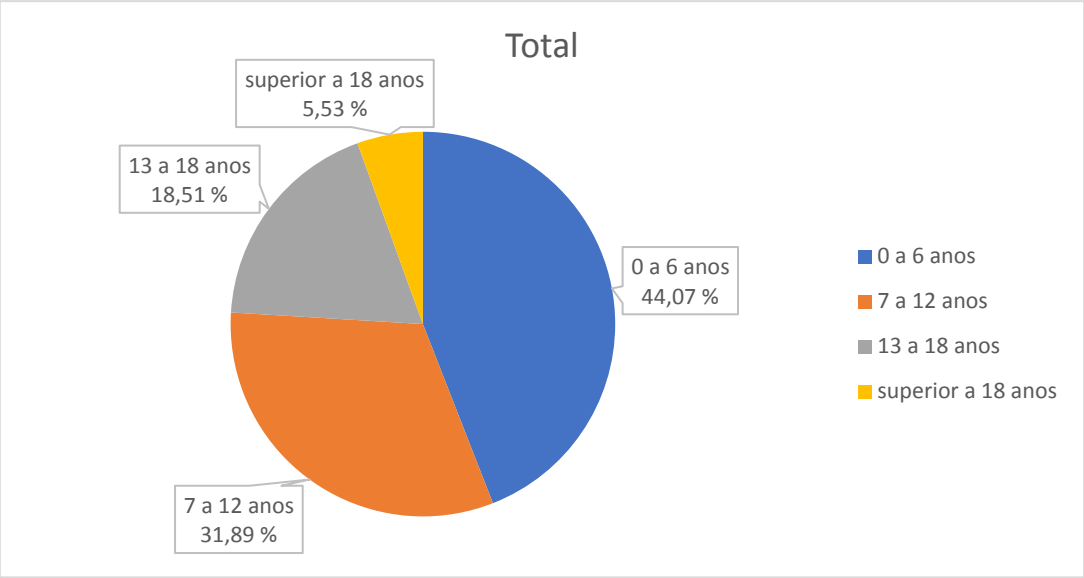


Figura 43 - Distribuição de idade dos contadores no concelho no final de junho de 2021.

A idade média dos contadores para o período em análise é de 8,1 anos. Do número total de contadores, 3665 tem uma idade superior a 12 anos, o que representa 24,0 % do total, e como tal fazem parte do plano de substituição. Desde o início de 2021 até final de junho, foram substituídos 685 contadores de água dos 1925 que se pretendem renovar no ano. O número de contadores já renovados poderia ser mais elevado, mas neste primeiro semestre a Câmara Municipal de Lousada teve um trabalhador com baixa médica e despendeu algum tempo noutras medidas de redução de perdas de água. No entanto, esse contratempo vai tentar ser corrigido e o trabalho executado na data proposta.

A tabela 24 apresenta a distribuição de contadores por diâmetro no final de junho de 2021 em Lousada.

Tabela 24 - Distribuição do número de contadores no concelho por diâmetro em junho de 2021.

DN (mm)	Nº de contadores
15	14780
25	336
40	9
50	119
60	2
110	1

A maior parte dos contadores são de clientes domésticos e tem um diâmetro nominal pequeno, correspondente a consumos de água inferiores. Os três maiores diâmetros são relativos a usos públicos e consumidores industriais, que utilizam um maior volume de água em certos meses do ano.

A tabela 25 identifica o plano de substituição em vigor e o investimento total necessário para tal ocorrer (para cada diâmetro foi considerado um custo por unidade indicado pela entidade gestora).

Tabela 25 - Plano de substituição de contadores para 2021 e investimento efetuado.

Plano de Substituição		**Preço Médio do Contador**		**Investimento Total**	
Diâmetro nominal (mm)	(unidades)	Diâmetro nominal (mm)	(€)	Diâmetro nominal (mm)	(€)
15 a 25	1900	15 a 25	22	15 a 25	41800
40	0	40	50	40	0
50 a 80	25	50 a 80	100	50 a 80	2500
≥ 100	0	≥ 100	300	≥ 100	0
					44300

No final de 2021, o investimento efetuado para a renovação de contadores será de 44300 €. No ano de 2022, o plano de substituição será exatamente igual, com o investimento a rondar os mesmos 44300 €. No total dos dois anos o investimento total efetuado será de 88600 €, como mostra a expressão 30.

$$\text{Investimento total na renovação de contadores (€)} = \text{Investimento em 2021 (€)} + \text{Investimento em 2022 (€)} = 44300 + 44300 = 88600 \text{ €} \quad (30)$$

No entanto, este investimento vai ser amortizado durante 8 anos, visto que a EG vai pagar o custo total durante este espaço de tempo (equação 31). O investimento vai ser de 11075 € por ano.

$$\text{Investimento total de contadores por ano (€)} = \text{Investimento total (€)} / 8 \text{ anos} = 88600 / 8 = 11075 \text{ €/ano} \quad (31)$$

A tabela 26 mostra o volume perdido em erros de medição e os respetivos prejuízos financeiros para o 1º semestre de 2021. Para calcular o valor económico dos erros de medição, foi necessário utilizar o tarifário de abastecimento de água, saneamento de águas residuais e resíduos urbanos de 2021, presentes no anexo C.

Tabela 26 - Erros de medição em volume (m^3/mês) e em prejuízo económico (€/mês) para 2021.

	Erros de medição nos contadores de água (m^3/mês)	**Prejuízo económico dos erros de medição (€/mês)**
janeiro	5382,0	11790
fevereiro	5008,8	10816
março	5073,9	11015
abril	6345,5	14601
maio	5815,1	13334
junho	7670,4	15929

Importa realçar que o aumento do volume de água desperdiçada em erros de medição entre dois meses pode nem sempre se traduzir em maior prejuízo financeiro. Isto acontece porque todos os meses têm variações de consumo e influência nestes valores. Tomando como exemplo um cliente com um contador com 10 anos, se o seu consumo no mês de janeiro for superior ao mês de fevereiro ou vice-versa, é natural ele introduzir um maior desvio financeiro na leitura (são sempre consideradas as tarifas variáveis do escalão de maior consumo).

5.6.2. PERIODICIDADE ÓTIMA DE SUBSTITUIÇÃO DE CONTADORES

Para dar continuidade ao trabalho desenvolvido, vai-se realizar uma análise da periodicidade ótima de substituição de cada contador. Esta periodicidade é definida a partir do momento em que é mais vantajoso comprar um novo contador ao invés de permanecer o antigo no terreno e continuar a subfaturar devido a erros de medição. Este estudo é muito vantajoso, permitindo identificar a prioridade dos clientes a renovar o contador, segundo o seu consumo médio mensal.

Para cada cliente e respetivo contador foi associado o seu diâmetro nominal, a média do consumo mensal no espaço de 1 ano (julho de 2020 a junho de 2021), a idade do contador (através da subtração entre o ano atual e o ano da sua colocação), o erro de medição médio anual, o valor real da leitura, o volume de água perdido mensalmente, o prejuízo económico anual, o custo de compra de um contador segundo o seu diâmetro e a idade ótima para a sua substituição, conforme a figura 44 numa demonstração em *Microsoft Excel*.

	A	C	D	G	I	J	K	L	M	O
2		mm	m^3/mês	anos	%/100	m^3/mês	m^3/mês	€/ano	€	idade máx. - 12 anos
3	Nº cons.	DN	Média Cons. Mensal	Idade do cont.	erro de medição médio	Valor real	Volume Perdido	Valor perdido	Custo do contador	Periodicidade de subst.
4	4	15	3,4	10	0,036	3,5	0,1	1,9	22	11,6
5	6	15	10,7	10	0,036	11,1	0,4	7,4	22	3,0
6	8	15	9,2	10	0,036	9,5	0,3	5,6	22	3,9
7	11	15	3,4	10	0,036	3,5	0,1	1,9	22	11,6
8	12	15	5,5	10	0,036	5,7	0,2	3,7	22	5,9
9	13	15	5,2	10	0,036	5,4	0,2	3,7	22	5,9
10	14	15	7,5	5	0,012	7,6	0,1	1,9	22	11,6
11	17	15	4,7	10	0,036	4,8	0,1	1,9	22	11,6

Figura 44 - Demonstração, em Excel, dos dados necessários para calcular periodicidade ótima de substituição de cada contador.

O erro de medição médio anual foi considerado para cada contador segundo a sua idade, sendo que nos dois primeiros anos os erros de medição são desprezáveis e a partir do terceiro ano o erro aumenta 1% por ano. Como exemplo surge a expressão 32, que demonstra o cálculo desse erro médio anual para um contador com 10 anos.

Erro médio do contador por ano (%) = [Erro no ano 1 (%) + Erro no ano 2 (%) + … + Erro no ano 10 (%)] / 10 (anos) (32)

O valor real da leitura é determinado pela média do consumo mensal e o erro do contador.

Valor real da leitura (m^3/mês) = Média consumo mensal (m^3/mês) + Média consumo mensal (m^3/mês) × Erro de medição do contador por ano (%) (33)

O volume perdido mensal é determinado pelo desvio entre o valor real da leitura e o valor consumido na fatura de água. O prejuízo económico mensal devido a erros de medição é determinado multiplicando o volume perdido pelas tarifas variáveis do escalão do seu consumo, presentes no anexo C. Este valor económico é convertido em €/ano ao multiplicar pelos 12 meses do ano.

A idade ótima para renovação de cada contador é obtida pela relação entre o custo de um contador (associado ao seu diâmetro) e o valor económico perdido por ano devido a erros de medição, segundo a equação 34. A partir do momento em que o custo devido a erros de medição supera o custo da compra de um novo contador, considera-se recomendado a sua substituição. No entanto, a idade máxima para renovação de contadores neste cenário é definida como os 12 anos recomendados por lei.

Periodicidade ótima de substituição de contadores (ano) = Custo do contador (€) / Valor económico perdido por cada contador (€/ano) (34)

Como exemplo, serve de análise a figura 45, com uma representação gráfica da periodicidade ótima de renovação dos contadores domésticos (diâmetro de 15 e 25 mm) segundo o prejuízo económico para a entidade gestora causado por erros de medição.



Figura 45 - Relação entre a idade ótima de renovação de cada contador e o seu prejuízo económico em erros de medição, para clientes domésticos.

Ao observar a figura 45 conclui-se que quanto maior for o prejuízo económico causado por erros de medição de dado contador, mais curto é o tempo de renovação recomendado. Isto acontece porque rapidamente o prejuízo decorrente de erros de medição ultrapassa o custo de um contador de pequeno diâmetro, que ronda os 22 €. Se o custo derivado de erros de medição for até aproximadamente 2 €/ano a periodicidade ótima de renovação fixa-se nos 12 anos. À medida que este custo aumenta e atinge os 5 €/ano, a periodicidade ótima de substituição vai decrescendo até aos 4 anos.

Considerando um cliente que tenha um consumo médio mensal elevado, os erros de medição vão ser superiores e trarão maior prejuízo económico. Nestes casos, o diâmetro nominal recomendado do contador deverá ser superior, para que a idade ótima de renovação não seja demasiado breve. Isto porque a periodicidade de renovação está interligada ao custo de cada contador, que é diferente conforme os diâmetros nominais. Assim, e verificando que certos clientes trazem prejuízos económicos elevados por ano, seria necessário verificar se estes estão corretamente dimensionados para o caudal que atuam ou se existe algum erro na base de dados da entidade gestora.

Esta estimativa foi uma aproximação simplificada, visto que diferentes tipos de contadores não apresentam, em prática, os mesmos erros de medição. De igual modo, a variação de diâmetro tem impacto nesses erros.

Este trabalho permitiu agrupar os contadores por diâmetro e a respetiva periodicidade ótima de substituição, conforme ilustra a tabela 27.

Tabela 27 - Distribuição da periodicidade ótima de substituição de contadores por diâmetro em Lousada.

Periodicidade ótima de substituição de contadores	DN 15	DN 25	DN 40	DN 50	DN 60	DN 110	Total por idade de renovação
até 3 anos	3702	102	0	5	1	1	3811
entre 4 e 8 anos	1433	20	0	9	0	0	1462
entre 9 a 12 anos	9645	214	9	105	1	0	9974
				Total geral			15247

Do total da amostra, cerca de 65,4 %, a que correspondem 9974 contadores, apenas necessitam de ser renovados com uma periodicidade entre 9 e 12 anos, caso cada cliente mantenha o seu consumo médio mensal de forma anual. Importa referir que para 105 contadores (88,2 % da amostra de contadores com DN 50 mm) somente se recomendam a sua substituição num prazo superior a 9 anos, embora a Portaria nº321/2019 recomende 8 anos como limite aconselhável. O controlo metrológico recomenda ainda 6 anos de periodicidade de substituição para contadores com diâmetro de 60 mm, sendo que 1 único contador do concelho com este diâmetro tem uma idade ótima entre 9 e 12 anos. O consumo destes clientes poderá ser baixo para o diâmetro do contador e precisar de redimensionamento.

Relativamente aos contadores com diâmetro entre 15 ou 25 mm não se espera que a idade ótima de substituição se encontre abaixo dos 3 anos, como se observa na tabela 27. O consumo destes clientes poderá ser elevado para o diâmetro do contador, o que leva a erros de medição maiores e à curta periodicidade para renovação dos contadores. Estas observações apontam para uma investigação destes contadores no terreno, para verificar se estão corretamente dimensionados ou se existe algum erro na base de dados da EG.

Conclui-se que, para os grandes consumidores, era aconselhado à EG substituir os contadores atuais por eletromagnéticos, por exemplo, que tem maior precisão e sensibilidade na medição de caudais elevados, alargando o prazo de vida útil destes. Embora o custo seja elevado, seria um investimento importante e o número de clientes com consumos médios elevados é pequeno. Relativamente aos clientes com consumos baixos e diâmetros nominais entre 15 e 25 mm sugere-se a análise da prioridade de substituição de contadores segundo a sua periodicidade ótima como forma de combate às perdas por erros de medição.

5.7. Controlo de Consumos Ilícitos

Conforme previsto no Regulamento nº146/2019, os utilizadores do serviço de abastecimento de água estão sujeitos à interrupção do fornecimento quando for recusada a entrada no local para leitura ou substituição do contador, se forem detetadas ligações clandestinas, pela deteção de adulteração do contador, por mora do utilizador no pagamento do serviço e em outros casos previstos na lei. Devido à pandemia e em contexto de regime excecional para 2021, o corte do fornecimento de água não pode ser executado até 31 de dezembro de 2021, como aprovado no decreto-lei nº 56-B/2021 do Diário da República.

No caso de estudo, o Regulamento dos Sistemas Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais do município de Lousada, enuncia no artigo 41º, que os consumidores devem informar a entidade gestora logo que reconheçam que o contador impede o fornecimento de água,

apresenta uma contagem deficiente ou revela-se com qualquer outro defeito. No caso de deteção de uso fraudulento, a Câmara pode recorrer às entidades competentes para o pagamento das importâncias devidas e outras indemnizações pela imposição de coimas e penas legais, previstas nos artigos 226º e 227º desse regulamento.

Como é possível verificar, os consumos ilícitos são penalizados e responsabilizam-se os infratores. Para uma melhor apreciação do caso de estudo e antes de apresentar a metodologia utlizada para identificar os possíveis usos não autorizados de água, é importante referir o que acontece aos clientes com dívidas em atraso e conhecer alguns conceitos associados ao estado dos contratos de fornecimento de água, como são exemplos as desistências definitivas e os contratos suspensos.

Relativamente aos consumidores em divida, e não podendo existir cortes no fornecimento de água até 31 de dezembro de 2021, no âmbito da pandemia da doença COVID-19 (Decreto-lei 56-B/2021), as mesmas seguem para execução fiscal antes da prescrição das mesmas (6 meses).

A desistência definitiva é a rescisão contratual do serviço prestado, estando muitas vezes associada à saída do imóvel por parte do cliente.

Os contratos temporariamente suspensos podem ser solicitados por motivo de desocupação temporária do imóvel, como prevê o artigo 39º do aviso nº 6843/2017 emitido pelo município de Lousada. Na situação de estabelecimentos encerrados por força do estado de emergência ou calamidade, a suspensão do contrato determina a não cobrança das respetivas tarifas mensais, enquanto os estabelecimentos permanecerem encerrados. No caso de suspensão de contrato, o fornecimento de água só regressa após um pedido de religação ao sistema.

A falta de dados relativos a anos anteriores, impossibilita um registo histórico do número de ilícitos detetados no concelho, que daria uma visão mais detalhada no controlo aos consumos dos clientes. A utilização de um Sistema de Informação Geográfica, com a localização de todos os clientes com as suas coordenadas, ofereceria igualmente um suporte extra para visualizar de forma facilitada as zonas com maior incidência de usos ilícitos e outros dados, que iriam organizar e assistir a tomada de decisão. Aliado ao SIG, com o concelho dividido em ZMC, seria possível comparar os caudais que estão a ser faturados pelos clientes com os caudais que estão verdadeiramente a ser consumidos nessas zonas. Para combate aos consumos ilícitos de água, adicionalmente à possibilidade de deteção de fraude pelos leitores quando visitam os contadores nas habitações ou estabelecimentos, seria ainda oportuno destacar uma equipa de controlo de caudais, para inspeção de situações anómalas de forma regular.

5.7.1. AÇÕES PREVENTIVAS À EXECUÇÃO DE ILÍCITOS

A entidade gestora pode tentar prevenir o número de usos ilícitos de água, com simples medidas que vão ser abordadas prontamente. O tamponamento que se verifica na figura 46 dificulta a execução de ilícitos e instiga os clientes a evitar comportamento incorretos.



Figura 46 - Tamponamento (a azul) de um contador de água em Lousada.

Outras ações passam pela implementação de princípios básicos, como notificações para alertar os locais que não estão ligados à rede pública de abastecimento de água da sua obrigatoriedade de ligação. Nestes casos, seria adequado elaborar e aplicar processos de contraordenação.

Por outro lado, a utilização indevida de bocas de incêndio em Lousada é, de momento, um problema negligenciado. Estes locais deveriam ser apenas utilizados pela corporação de bombeiros, mas é provável que existam alguns usos fraudulentos. Assim, a monitorização destes pontos deverá ser uma responsabilidade da entidade gestora num esforço contínuo de alterar esses comportamentos.

5.7.2. METODOLOGIA UTILIZADA PARA IDENTIFICAR POSSÍVEIS USOS NÃO AUTORIZADOS

Para identificar possíveis usos não autorizados, é indispensável entender qual é o consumo típico numa habitação portuguesa e o tamanho do agregado familiar, já que o consumo varia em cada cliente com a sua tipologia habitacional e com o número de residentes. Em 2019, a população residente em Portugal era de 10295909 e uma família típica portuguesa considera-se ter 3 habitantes pelos Censos 2011 (INE, 2012). Adota-se um consumo médio mensal de 10 m^3 de água numa habitação, que é o utilizado pela ERSAR na caraterização dos sistemas de abastecimento de água, como termo comparativo para clientes domésticos.

Inicialmente, analisou-se o histórico de consumo dos clientes para detetar irregularidades no período de um ano, contendo dados suficientes para uma avaliação criteriosa que apresente as variações de consumo que ocorrem ao longo dos meses. Desse modo, o período analisado foi de julho de 2020 a junho de 2021. Importa mencionar, que este período ocorreu durante a pandemia COVID-19, que levou à alteração de alguns hábitos nas rotinas dos portugueses.

No estudo efetuado para o controlo de consumos ilícitos, foram identificados os clientes com contrato suspenso, desistências definitivas e clientes ligados com consumos nulos, muito reduzidos ou situações anómalas no concelho. Nos consumidores com suspensão temporária do contrato de fornecimento de água, analisou-se a existência ou não de pedidos de religação ao sistema de abastecimento de água. Por questões de confidencialidade, os clientes analisados na presente dissertação não foram identificados.

5.7.3. Evolução do número de desistências definitivas nos contratos de água em Lousada

Como primeira análise surge a evolução do número de desistências definitivas em Lousada, entre julho de 2020 e junho de 2021, na figura 47.

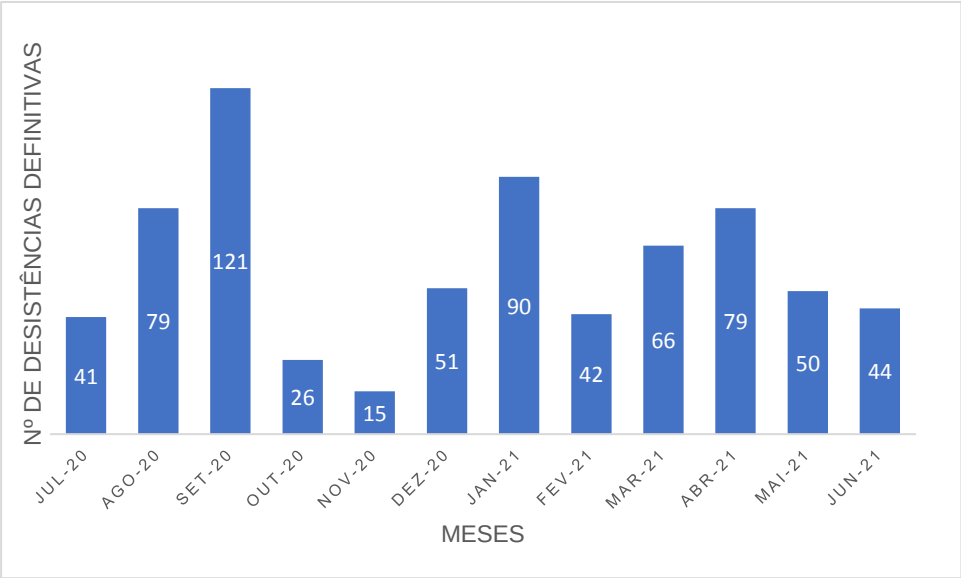


Figura 47 - Evolução do número de desistências definitivas em Lousada entre julho de 2020 e junho de 2021.

Desde a década de 1990, onde surgem os primeiros registos do parque de contadores de água de Lousada, até junho de 2021, já ocorreram 10965 rescisões do contrato de fornecimento de água. Nesta contagem, não se inclui nenhum cliente que tenha celebrado um novo contrato com o município. Verifica-se que os meses de agosto e setembro de 2020, assim como janeiro e abril de 2021, apresentam um maior número de desistências definitivas. Grande parte destas desistências estão relacionadas com alugueres temporários de casas, que se revelam mais proeminentes em período de férias. Ainda assim, este valor é muito elevado e preocupante, o que pode indicar o uso de fontes alternativas de água por meio, por exemplo, de poços. No entanto, todos os edifícios têm obrigatoriedade de ligação à rede pública de abastecimento de água, como previsto no 3º artigo do Regulamento dos Sistemas Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais de Lousada. Estes usos alternativos, além de prejudicarem a entidade gestora, que poderia estar a faturar uma maior quantia, colocam em risco aqueles que a consomem, visto que estas fontes podem ser contaminadas por infiltrações.

5.7.4. Avaliação dos contratos suspensos em Lousada

A título de exemplo, apresenta-se a tabela 28, para junho de 2021, que refere o número de contadores ligados em Lousada, o número de pedidos de ligação e religação ao serviço e o total de contratos suspensos nesse mês.

Tabela 28 -Estado dos contadores para junho de 2021 em Lousada.

Nº de contadores ligados	15240
Nº de pedidos de ligação e religação	149
Nº de contratos suspensos	12

No mês de junho de 2021, registaram-se 12 contratos temporariamente suspensos (dos quais 7 foram suspensos apenas em junho e 5 já estavam suspensos em meses anteriores) e 149 pedidos de ligação e religação. Analisar contratos suspensos é fulcral, uma vez que é expectável registar uma leitura com consumo nulo no mês seguinte à suspensão, caso não exista um pedido de religação ao serviço de abastecimento de água.

Após análise dos contratos suspensos, durante o período estipulado (julho de 2020 a junho de 2021), observou-se que nenhum deles apresentou anomalias. Os clientes suspensos que não efetuaram um pedido de religação ao serviço, continuaram suspensos e não apresentaram consumo de água. Por conseguinte, a parcela do uso não autorizado não deve estar localizada neste tipo de situações. Ainda assim, o controlo dos consumidores suspensos deve ser efetuado continuamente e de forma criteriosa.

5.7.5. Consumos irregulares de Clientes em Lousada

Relativamente aos contadores ligados, com os dados num espaço temporal de 1 ano, agrupou-se os clientes em classes por consumo médio mensal faturado. Seguindo os dados estatísticos que referem a existência de um consumo médio mensal, em Portugal, de 10 m^3 para 3 habitantes, chega-se à conclusão que um habitante deverá consumir, em média, aproximadamente 3 m^3 por mês. Desse modo, neste agrupamento, estudou-se os consumidores com uma média de volume gasto de água inferior a 3 m^3/mês. A tabela 29 apresenta essa distribuição por classes, da seguinte forma: [0;1[m^3/mês, [1;2[m^3/mês e [2;3[m^3/mês. Nesta contagem, não se incluem contadores utilizados em usos públicos do município e no combate a incêndios. À partida, será expectável a deteção de alguns contadores avariados usados em rega do concelho.

Tabela 29 - Número de Clientes distribuídos por classes de consumo médio mensal faturado inferior a 3 m^3.

Consumo médio mensal faturado (m^3)	**Número de clientes**
[0;1[	3134
[1;2[	1036
[2;3[	795

Sabendo que, por média, uma família típica portuguesa consome 10 m^3 mensalmente, não se espera encontrar consumos nulos durante períodos alargados. Os clientes com consumo médio mensal nulo no espaço de um ano, podem ser suspeitos de consumos não autorizados ou de conterem contadores avariados. Da amostra analisada (14868 contadores ligados em junho excluindo usos públicos e combate a incêndio), 3134 clientes apresentam uma média de consumo mental entre [0;1[m^3 de água, a que corresponde a 21,1 %. Destes, identificam-se 1237 clientes domésticos e 168 clientes não domésticos com consumo nulo no espaço de um ano. Estes consumidores representam,

aproximadamente, 9,4 % do total, o que instiga a verificação destes domicílios ou instalações para confirmar a existência de consumos não autorizados. Embora se tenha em conta que a situação pandémica da COVID-19 possa ter encerrado estabelecimentos comerciais e industriais, seria natural observar a suspensão ou rescisão do contrato de água, não justificando o prolongamento deste histórico de consumo. Além do referido, cerca de 7,0 % dos consumidores apresentam um consumo mensal médio entre [1;2[m^3 e 5,3 % entre [2;3[m^3 de água. O total destes consumos resulta em 33,4 % do número de clientes analisados, pelo que se sugere a seleção de algumas instalações para ações de fiscalização. Não obstante, não se poderá ignorar o facto de existirem casas de férias, habitações de emigrantes e contadores avariados, que contribuem para o número elevado de consumos médios inferiores a 3 m^3/mês encontrados no concelho de Lousada.

Além do referenciado, existem situações irregulares que são criadas por disparidade de consumos ao longo de um ano. Face às evidências apresentadas considerou-se adequado analisar um conjunto de situações anómalas, de forma a determinar possíveis locais para serem alvo de inspeção por parte da entidade gestora. Consequentemente, vão ser avaliados 4 clientes diferentes, referenciados como Cliente A, B, C e D.

- **Cliente A**

O cliente A é um cliente do tipo doméstico, que apresenta uma quebra do seu consumo no final do ano de 2020, como se observa na figura 48.

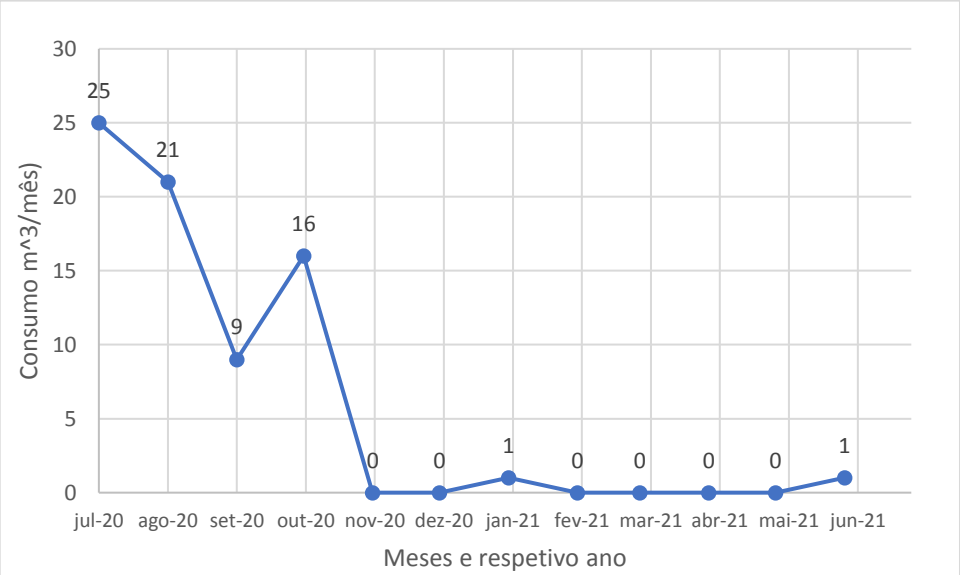


Figura 48 - Evolução do consumo do Cliente A desde julho de 2020 a junho de 2021.

Observando a figura 48 denota-se consumos acima dos 20 m^3 nos meses de julho e agosto, acima da média de uma família típica portuguesa com 3 habitantes de agregado familiar. Estes meses corresponderem a períodos com temperaturas mais elevadas, onde o consumo de água é habitualmente maior. O problema surge em novembro de 2020, quando se constata uma diminuição do consumo médio mensal para valores abaixo de 1 m^3. Registam-se seis meses com consumos nulos e dois meses com 1 m^3. Esta discrepância é intrigante e levanta suspeitas relativamente ao cliente. A habitação em causa poderá não estar sempre ocupada, no entanto, não existiram pedidos de suspensão temporária do contrato de água, o que coloca maiores dúvidas neste historial de consumo.

- **Cliente B**

O cliente B é do tipo doméstico e a evolução do seu consumo é visível na figura 49.

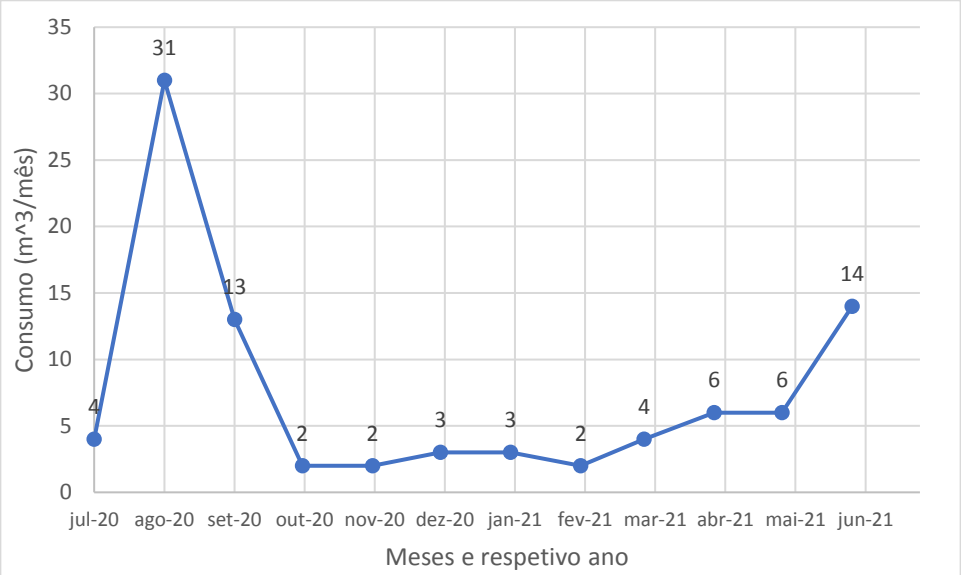


Figura 49 - Evolução do consumo do Cliente B desde julho de 2020 a junho de 2021.

Verificando todos os meses de estudo, este cliente expõe uma irregularidade acentuada. Começando a examinar os primeiros meses, julho de 2020 apresenta 4 m^3 e agosto 31 m^3 faturados. Deduz-se que este cliente estava em férias e fora da sua habitação durante o mês de julho, o que explica um valor tão reduzido de faturação. O mês de agosto denota um consumo superior a 30 m^3, o que desperta atenção tendo conhecimento da média de consumo médio mensal, que ronda os 7 m^3. O consumo decresce em setembro e em outubro atinge o seu mínimo com 2 m^3. Desde outubro de 2020 até maio de 2021, o volume faturado é abaixo da sua média e suspeito, aumentando em junho de 2021, possivelmente pela aproximação do verão e de vagas de maior calor. Tendo em conta a diferença registada em alguns meses analisados, uma visita a esta habitação seria prudente.

- **Cliente C**

O cliente C é do tipo industrial e o histórico do seu consumo contempla-se na figura 50. Nos casos já analisados, relativos a clientes domésticos, o consumo típico de uma família portuguesa serviu de base de comparação, o que não se aplica no presente caso.

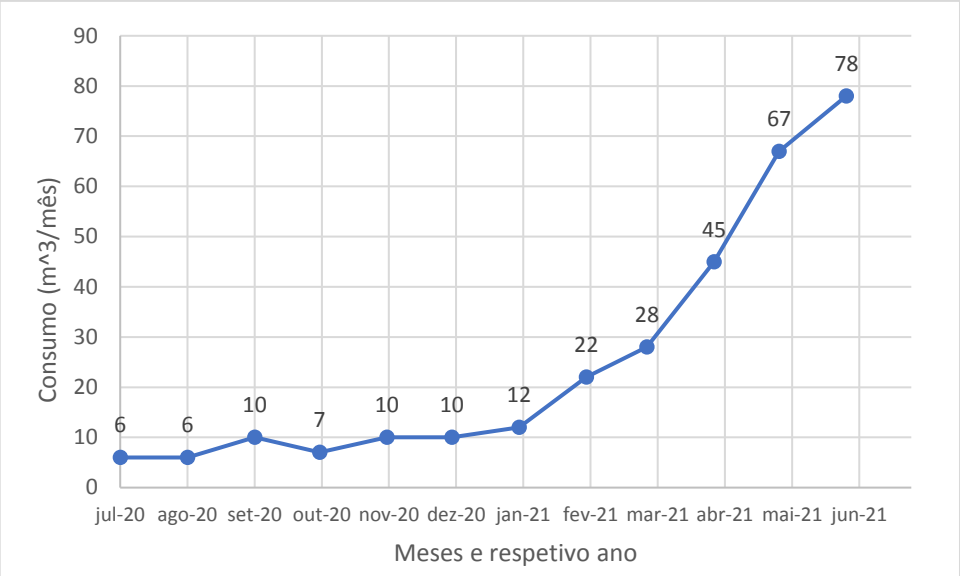


Figura 50- Evolução do consumo do Cliente C desde julho de 2020 a junho de 2021.

Em julho e agosto de 2020, o cliente C apenas gastou 6 m^3 de água, para uma média mensal de 25 m^3, possivelmente por estar temporariamente encerrado por questões relacionadas com a COVID-19 ou por motivo de férias. Os consumos sobem ligeiramente nos meses que se seguem e a partir de janeiro de 2021 observa-se um crescimento exponencial na fatura da água do cliente C até 78 m^3 em junho de 2021. O estado de emergência e confinamento geral que se verificou em Portugal entre janeiro e março de 2021 não afetaram a utilização desta instalação industrial. Esta subida exagerada que se repara na figura 50, poderia eventualmente estar relacionada com uma fuga de água, mas o cliente em causa não apresentou qualquer reclamação da sua fatura de água ou alertou a entidade gestora para a existência de uma anomalia. Com base nesta dedução, seria cauteloso fiscalizar este estabelecimento na procura de uma ilicitude.

- **Cliente D**

O cliente D é um consumidor doméstico e a evolução do seu consumo é mostrada na figura 51.

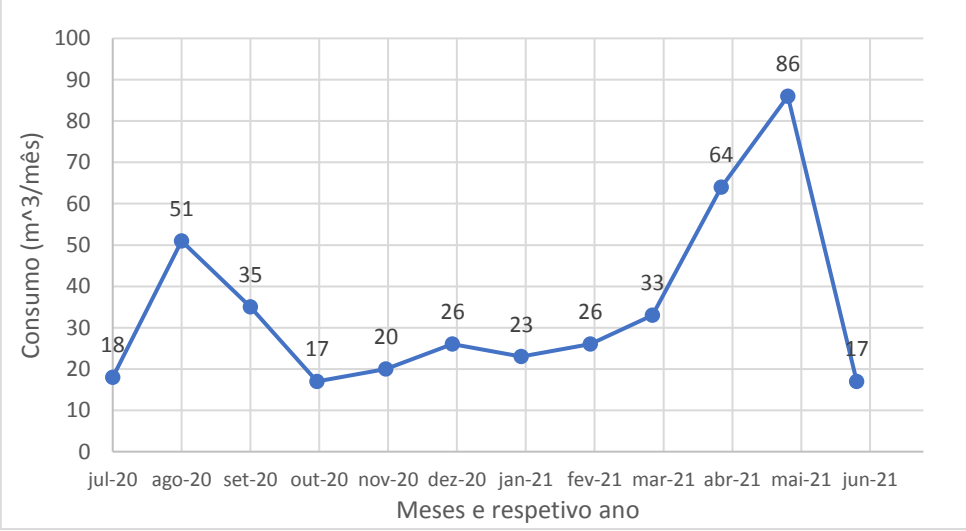


Figura 51 - Evolução do consumo do Cliente D desde julho de 2020 a junho de 2021.

O padrão de consumo do cliente D é muito irregular. O consumo médio mensal deste cliente ronda os 34 m^3, o que é superior ao encontrado numa família típica portuguesa. Esta habitação poderá ser maior que o normal e ter mais membros no agregado familiar. Por norma, os meses de maior calor estão associados a um consumo elevado e isso verifica-se neste cliente. Agosto apresenta uma fatura com 55 m^3 de água, um número atípico para um cliente doméstico. O mesmo acontece entre abril e maio de 2021, atingindo um consumo exorbitante de 86 m^3, que é seguido de uma quebra, potencialmente reveladora de desocupação temporária da casa. Os consumos atingidos no cliente D sugerem a fiscalização e procura de uma infração causada pelo mesmo.

5.7.6. Análise custo-benefício da execução de ações de fiscalização

Após a visita às instalações e a deteção de usos não autorizados de água seria oportuno proceder a uma avaliação dos custos da entidade gestora a partir do volume de água não faturado e do custo do corte do fornecimento de água. Os volumes de água não faturados poderiam ser calculados pela diferença entre a data da deteção da ilicitude e respetivo corte de fornecimento de água (que já será possível em 2022) e a data da última leitura real. A partir da multiplicação dos dias de fraude e do consumo médio diário, determinado pelo histórico do consumo do cliente, obtém-se o volume de água não autorizado gasto pelo consumidor. O custo do corte do fornecimento de água em Lousada é de 12,18 €, como se pode averiguar ao consultar o tarifário de abastecimento de água de 2021, no anexo C1.

Importa referir que a poupança gerada pela deteção dos usos não autorizados poderá ser um contributo elevado na diminuição de perdas aparentes. Assim, uma identificação imediata deste tipo de fraudes é um passo crucial para evitar o prolongamento do uso não autorizado e a execução fiscal uma forma de regularizar o cenário. A criação de uma base de dados num sistema de informação geográfica, com a visualização de todas as fraudes cometidas e sua localização, é um meio de combater estes usos não autorizados e as ações de fiscalização uma forma de evitar que o cliente cometa nova ilicitude.

O cenário decorrente da pandemia em que vivemos atualmente, coloca cada vez mais portugueses em dificuldades financeiras para pagar as faturas de água, o que pode aumentar o número de ilicitudes e perdas aparentes para o município. Para atingir os objetivos propostos, a Câmara de Lousada deverá assegurar condições para deteção de usos ilícitos, para recolha e organização dessa informação e para monitorização das bocas de incêndio no concelho a médio e longo prazo.

5.8. Volume de Água entrada no sistema e faturada em 2021

Na tabela 30 apresenta-se o volume de água entrada em 2020 e em 2021 e a diferença registada em cada mês do primeiro semestre.

Tabela 30 - Diferença entre volume de água entrada no sistema em 2020 e 2021 para o mesmo período.

	Ano 2020	**Ano 2021**		
Meses	**Volume de Água Entrada (m^3/mês)**	**Volume de Água Entrada (m^3/mês)**	**Diferença (m^3)**	**Diferença (%)**
janeiro	165185	162482	-2703	-1,6
fevereiro	150151	130387	-19764	-13,2
março	159944	158088	-1856	-1,2
abril	147562	159990	+12428	+8,4
maio	166898	167078	+180	+0,1
junho	173794	184999	+11205	+6,5
			Total -510	Total -1,0

Em seis meses regista-se uma descida percentual de 1,0 % do volume de água que entra no sistema, um valor bastante reduzido tendo em conta o aumento da água faturada, que será analisada de seguida.

De janeiro a março o volume de água comprado em 2021 foi inferior a 2020, com destaque para o mês de fevereiro. De notar que nos meses de abril a junho ocorreram subidas do volume de água entrada no sistema, que podem estar associadas ao maior consumo registado relativamente ao ano passado. Para confrontar esses dados surge a figura 52, que demonstra a percentagem de água faturada em relação à água entrada no sistema entre o ano de 2020 e 2021.

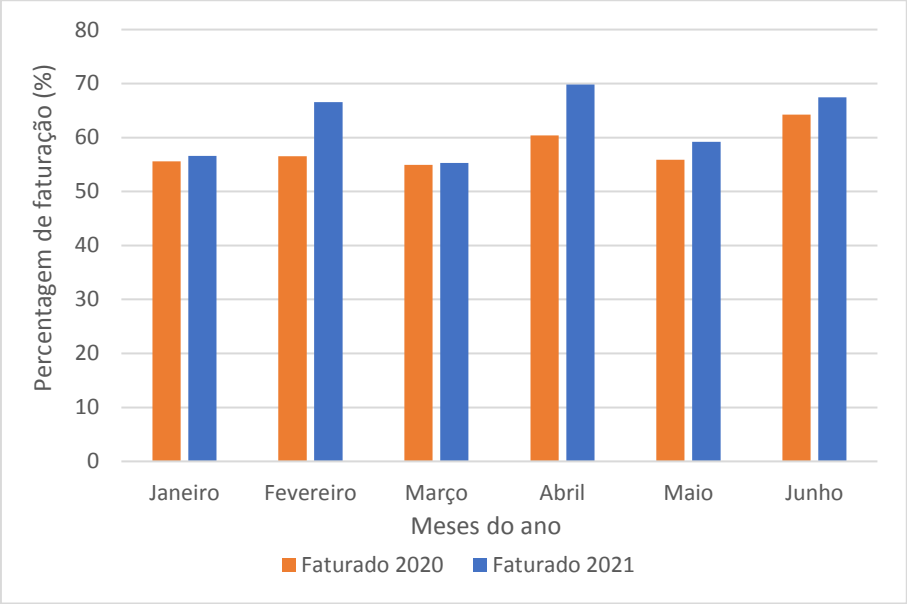


Figura 52 - Percentagem de água faturada no ano de 2020 e 2021.

Como se verifica na figura 52 os primeiros meses do ano de 2021 demonstram uma subida na percentagem de água faturada em relação a 2020. O mês de abril foi aquele em que se registou um valor mais elevado, atingindo 69,8 % de água faturada. Este foi o mês marcado com a maior subida no volume de água entrada no sistema, explicado pelo maior consumo de água por parte dos clientes. A variação deste consumo é de difícil apreciação, uma vez que os padrões de consumo foram fortemente afetados por restrições resultantes da pandemia mundial COVID-19, durante o período de estudo.

Diminuir o volume de água entrada no sistema não é tão benéfico como aumentar a água faturada, porque o preço de venda de água é superior ao preço de compra. Ainda assim, o efeito combinado acarreta vantagens que auxiliam a amortizar os investimentos realizados no âmbito da redução da água não faturada.

5.9. Avaliação Global do Sistema em Baixa de Lousada

De modo a avaliar a evolução do balanço hídrico até 2021, procedeu-se à comparação dos vários componentes para o 1º semestre de 2020 e de 2021, como demonstra a tabela 31. Os cálculos efetuados foram exatamente os mesmos que se apresentaram para o balanço hídrico global do ano 2020, diferindo o período em questão, que passa a ser apenas de seis meses (janeiro a junho).

Tabela 31 - Comparação do Balanço Hídrico do 1º semestre de 2020 e 2021.

	Ano 2020		Ano 2021	
Balanço Hídrico	**Volume (m^3/semestre)**	**Volume (%)**	**Volume (m^3/semestre)**	**Volume (%)**
Água Entrada no Sistema	963534	100	963024	100
Água Faturada	558552	58,0	601585	62,5
Consumo Não Faturado Não Medido	14453	1,5	14445	1,5
Consumo Não Faturado Medido	23537	2,4	30269	3,1
Perdas de Água Totais	366992	38,1	316725	32,9
Uso Ilícito	15720	1,6	52989	5,5
Erros de medição	33724	3,5	35296	3,7
Perdas Aparentes	49464	5,1	88285	9,2
Perdas Reais	317528	33,0	228440	23,7
Água Não Faturada	404982	42,0	361439	37,5

As ações para redução da água não faturada mostraram-se eficazes, observando-se múltiplos efeitos no balanço hídrico do 1º semestre de 2021. Em evidência, está o aumento da água faturada em relação à água entrada no sistema, que resulta essencialmente do combate às perdas reais. O volume de perdas

reais foi a parcela que sofreu as maiores alterações, com uma redução de 9,3 %. A componente da água não faturada baixou assim significativamente no espaço de 1 ano. Esta redução está interligada ao compromisso efetuado na procura ativa de fugas e gestão de pressões.

Em relação às perdas aparentes os resultados foram insatisfatórios, com o volume perdido em uso ilícito e em erros de medição a dilatar. Importa referir que os erros de medição aumentaram no 1º semestre de 2021 em relação ao ano de 2020, apesar de se ter iniciado a campanha de substituição de contadores. Isto pode ser explicado pelo envelhecimento natural dos contadores num ano, o que introduziu maiores erros de medição. Os contadores já renovados até ao momento não foram suficientes para diminuir este tipo este tipo de perdas aparentes, o que motiva a aceleração do processo e alguns reajustes para evitar maiores constrangimentos financeiros. Os novos contadores irão medir um volume de água superior ao registado anteriormente, sendo esperado que as perdas por erros de medição diminuam durante o ano. Quanto aos usos ilícitos e face à subida percentual do seu volume em 2021, é urgente fiscalizar o concelho o quanto antes e aplicar coimas severas no caso de deteção de situações fraudulentas.

Embora se registe uma evolução positiva em termos gerais, nestes primeiros 6 meses do ano, a tendência deverá mudar para se alcançar uma descida mais acentuada na água não faturada, existindo um longo caminho a percorrer. Os resultados deverão impulsionados com a recente definição de ZMC no concelho e a criação de uma equipa de deteção de fugas, com a continuidade da renovação do parque de contadores e pelas futuras ações de fiscalização programadas para o final do ano. No entanto, a meta para o final de 2022 só será atingida com a devida monitorização do programa de redução de perdas implementado, com a criação de uma equipa de controlo de perdas, com o contínuo reajuste das medidas em prol da máxima eficácia e da cuidadosa articulação com os vários departamentos da empresa, trabalhando com um objetivo comum.

6

CONCLUSÕES

Os sistemas de abastecimento de água são cada vez mais complexos e obrigam as entidades gestoras a permanente rigor na sua gestão, correspondendo à sustentabilidade que é exigida num recurso tão precioso. Estes sistemas devem ser dimensionados corretamente, têm de assegurar boas condições a médio e longo prazo com uma correta operacionalidade e necessitam adaptar-se às inovações do setor, de modo a aumentar ao máximo a sua rentabilidade. Um bom desempenho por parte de todas entidades responsáveis pelo abastecimento de água desde a sua captação até ao consumidor só traz benefícios financeiros, sociais e ambientais, promovendo uma melhor qualidade de vida.

Atingir um padrão de excelência neste setor requer conhecimento da rede e das adversidades que nela se verificam. A execução de planos para aumentar a água faturada no sistema, a constante monitorização de variáveis a tempo real e a análise custo-benefício das melhores estratégias a adotar são impulsionadores que certamente revolucionarão o desempenho na prestação deste serviço. Para os resultados corresponderem com o esforço efetuado não pode carecer exigência e trabalho de equipa dos vários departamentos da empresa.

A presente dissertação representa um estudo e definição de estratégias para avaliar a Câmara Municipal Lousada, entidade gestora em baixa, que apresenta uma preocupação comum à realidade testemunhada a nível nacional, a elevada percentagem de água não faturada.

Desde o ano passado, foi realizado um investimento para otimização da rede de distribuição de água de Lousada. Além da expansão do sistema e atualização do cadastro, a aquisição de um sistema de supervisão de dados como o Scada foi uma das medidas que remodelou os métodos utilizados até então. A implementação de caudalímetros e *dataloggers* a eles acoplados à saída de reservatórios e noutros pontos estratégicos, para registo dos dados ao longo do tempo, permitiu a monitorização de uma das variáveis mais importantes do sistema, os caudais. Contudo, este passo não terá a sua devida relevância, se não for acompanhado por um conjunto de outras medidas que o complementam e fortalecem os seus benefícios. A gestão e exploração da rede do concelho não tem sido adequada e a dificuldade atravessada relaciona-se com ausência de um cadastro da rede, inexistência de fiscalização regular, parque de contadores envelhecido, idade da rede elevada, falta de manutenção de infraestruturas, entre outros fatores.

O balanço hídrico realizado para o ano de 2020 no sistema de distribuição de Lousada permitiu visualizar o contexto geral e ter uma síntese dos problemas correntes, o que facultou a possibilidade de retirar conclusões importantes para o restante estudo. Esta foi uma ferramenta de apoio útil para ter a primeira apreciação, incluindo onde se devem aplicar esforços ou constatar a dimensão das contrariedades a combater. Os indicadores de desempenho, aliados ao balanço hídrico, reforçaram a

ideia da prioridade de ações a concretizar. As perdas de água totais foram, sem surpresa, as principais responsáveis para os prejuízos encontrados. Dentro destas, as perdas reais mostraram ser as mais influentes no volume perdido e as perdas aparentes aquelas que podem conduzir a maiores poupanças financeiras.

A estratégia delineada procurou apurar todos os pontos que têm impacte na água não faturada, o que motiva esforços entre os vários departamentos da entidade gestora e empenho total no trabalho desenvolvido. O conjunto de medidas postas em prática em Lousada foram avaliadas para verificar a sua eficácia e efetuar os ajustes necessários. A divisão da rede em zonas de medição e controlo terminou em agosto de 2021, não sendo possível realizar um estudo das vantagens que este investimento vai gerar. A sua implementação teve em conta diferentes fatores, como a altimetria, padrão de consumo, estado de conservação de condutas, densidade de ramais, extensão da rede, a garantia de pressões e delimitação criteriosa dos seus limites.

Os objetivos deste trabalho foram alcançados e o estudo envolvente poderá contribuir para uma melhor eficácia na abordagem utilizada para diminuição da água não faturada no sistema de distribuição de Lousada.

Relativamente às perdas reais, o controlo das oscilações e diminuição da pressão na rede de distribuição representa uma forma acessível de redução do número de roturas na rede, tendo grande impacte na diminuição da água não faturada e consequentemente na água entrada no sistema, com pouco investimento financeiro. A monitorização dos caudais mínimos noturnos e a utilização de um geofone e de um correlador acústico permitiu a deteção mais rápida de roturas, incluindo as que não afloram à superfície. A diminuição do tempo de deteção até à sua reparação é vital, evitando o prolongamento do volume de água perdido.

Quanto às perdas aparentes, ainda não se encontraram os resultados esperados e espera-se que plano de renovação do parque de contadores faça sentir o seu efeito com o avanço desta medida. O estudo realizado da periodicidade ótima de renovação de cada contador poderá ser bastante útil no concelho. As ações de fiscalização que foram programadas para o final do ano serão igualmente lucrativas e poderá ser realizado um estudo interessante no seu decorrer. A telemedição de grandes clientes e auditorias para monitorizar espaços verdes e bocas de incêndio deverão ser efetuadas o mais brevemente possível. Estes procedimentos serão determinantes para a redução sistemática da água não faturada na Câmara de Lousada.

Embora se tenha verificado a diminuição da água não faturada em Lousada no período analisado, é urgente a criação de novos departamentos no combate a perdas de água, a implementação de todas as medidas o quanto antes e o estudo contínuo do panorama encontrado, para o objetivo de 15 % de ANF ser conquistado no intervalo de tempo proposto. Contudo, o objetivo definido pelo município é ambicioso e porventura necessita de um prazo mais alargado para ser alcançável.

Em suma, o aumento da faturação na entidade gestora leva a uma melhoria financeira, que permite reduzir tarifários e/ou aplicar os fundos em outros investimentos, como a renovação das condutas, a compra dos acessórios para delimitação de ZMC, a contratação de trabalhadores e adquirir software recente e inovador. A redução de água não faturada e perdas no sistema de abastecimento incorpora assim numerosos proveitos, com incremento na satisfação dos consumidores, melhoria no nível de atendimento, redução nos custos de manutenção e na compra de água à entidade gestora em alta.

7

DIFICULDADES E PROPOSTAS DE TRABALHO

Ao longo da realização desta dissertação surgiram algumas dificuldades, nomeadamente decorrentes da pandemia mundial que se instalou. A manifestação de inconvenientes devido à Covid-19 afetaram a estratégia definida e levaram a um acréscimo de desafios que o serviço exige, uma vez que limitou a presença das equipas operacionais no terreno e obrigou a uma adaptação e ajuste dos planos, procurando assim mitigar os atrasos e imprevistos na prestação do serviço e da qualidade da água fornecida. Por outro lado, a veracidade do estudo apresentado está interligado à fiabilidade dos dados que foram sendo trabalhados e a utilização de algumas estimativas, por falta de informações em certas áreas, pode comprometer o rigor e precisão dos resultados.

O abastecimento de água à população é uma preocupação que é continuamente aperfeiçoada e não está livre de contrariedades. O trabalho desenvolvido até então deve ter um seguimento que acompanhe os novos desafios que vão surgindo, já que é essencial garantir a continuidade do abastecimento neste serviço prioritário. Para trabalho futuro, recomenda-se um conjunto de ações, expostas de seguida:

- Constante monitorização e avaliação do desempenho de todas as medidas efetuadas, acompanhando a eficácia resultante, procedendo a ajustes e acrescentando novas medidas, se necessário;
- Estudo da viabilidade das ZMC formadas e determinação das perdas de água para cada uma, de modo a facilitar a localização de fugas ou avarias;
- A finalização do modelo criado no *software* EPANET, para simular o comportamento da rede em diferentes cenários com o ponto de vista de otimizar a operacionalidade da mesma. As simulações hidráulicas a executar podem servir, por exemplo, para analisar a variação da pressão na rede nas horas de maior e menor consumo, para averiguar se esta encontra-se dentro dos limites previstos na lei;
- Analisar a influência da sazonalidade nos consumos e de que modo a pressão pode ser alterada para os vários meses do ano;
- Investimento em tecnologias de ponta, com a possibilidade de acesso da atividade de todos os contadores do concelho e do processo de cada cliente, para otimizar a tarefa dos leitores na deteção de consumos suspeitos;
- Atualização do cadastro da rede;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Águas de Paços de Ferreira (2019). *Relatório e Contas 2019*. Consultado a maio de 2021, disponível em: https://www.aguasdepacosferreira.pt/pt/

Águas do Douro e Paiva, S.A (2021). *Site* consultado em fevereiro de 2021, disponível em: https://www.addp.pt/

Alegre, H., Coelho, S. T., Almeida, M., Vieira, P. (2005). *Guia Técnico: Controlo de perdas de água em sistemas públicos de adução e distribuição*. Instituto Regulador de Águas e Resíduos, Instituto da Água, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.

Almeida, O. (2017). *A Sustentabilidade dos sistemas de abastecimento de água. A emergência do combate às Perdas de Água e o Papel do Regulador*. Tese de Doutoramento em Sustentabilidade Social e Desenvolvimento, Universidade Aberta.

Alves, C. (2015). *Avaliação de Custos e Benefícios da Redução de Perdas Aparentes em Sistemas Públicos de Abastecimento de Água por Substituição do Parque de Contadores e Deteção e Controlo de Consumos Ilícitos*. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

APA (2020a). *Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais II (PEAASAR II)*. Acedido em março de 2021, disponível em: https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=7&sub2ref=9&sub3ref=1098

APA (2020b). *Uma nova Estratégia para o Setor de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais (PENSAAR, 2020). Volume 1*. Acedido em março de 2021, disponível em: https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=7&sub2ref=9&sub3ref=1098

Agência Portuguesa do Ambiente. *Site* consultado em março de 2021, disponível em: https://www.apambiente.pt/

Aquasave (2021). Site consultado em julho de 2021, disponível em: http://www.aquasave.mk/en-GB/Home/ServiceDetails/22

Barata, F. (2010). *Controlo de Perdas em Sistemas de Distribuição de Água - Aplicação ao Sistema de Distribuição de Verdelhos*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade da Beira Interior.

Barros, J. (2015). *Perdas Aparentes em Sistemas de Abastecimento de Água. Erros de medição*. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Butler, D. (2000). *Leakage Detection and Management: A comprehensive guide to technology and practice in the water supply industry*. Palmer Environmental, Cwmbran, Reino Unido.

Câmara Municipal de Lousada (2021). *Site* consultado em fevereiro de 2021, disponível em: https://www.cm-lousada.pt/pages/585

Cardoso, A., Oliveira, F., Lacerda, F., Poças Martins, J. (2013). *Redução de Perdas Reais em Sistemas de Abastecimento de Água: Otimização das Pressões numa Grande Rede de Distribuição de Água – Aplicação a um Subsistema da Cidade do Porto*. 8as Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente, 25/11/2013, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Carvalho H. (2014). *Redução de Perdas Reais em Sistemas de Abastecimento de Água. Definição de Critérios para Delimitação de Zonas de Medição e Controlo*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Coelho, S., Loureiro, D., Alegre, H. (2006) *Guia técnico 4 - Modelação e Análise de Sistemas de Abastecimento de Água*. Instituto Regulador de Águas e Resíduos, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.

Comissão Especializada de Sistemas de Distribuição de Água (CESDA) (2014). *Ficha de Boas práticas – Eficiência nos Sistemas de Abastecimento de Água.* 09/2014, p.22, APDA - Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas, Lisboa.

Comissão Especializada de Sistemas de Distribuição de Água (CESDA) (2015). *Ficha de Boas práticas – Eficiência nos Sistemas de Abastecimento de Água.* 10/2015, p.9, APDA - Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas, Lisboa.

Correia, F. (2016). *Projetos de Hidráulica Urbana e Pontes.* Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade de Aveiro.

Decreto-Lei nº56-B/2021. D.R. Série I nº130 (2021/07/07) p. 258-(2) a 258-(4)

Decreto-lei nº 192/2006. D. R. Série I nº 186 (2006/09/26) p.7009-7031

Decreto-lei nº194/2009. D.R. Série I nº161 (2009/08/20) p. 5418-5435

Decreto Regulamentar nº23/95. D.R. Série I-B nº194 (1995/08/23) p. 5284 – 5319

Depexe M., Gasparini R. R. (2012). *Determinação de taxas anuais de redução da eficiência da medição de hidrómeros.* XXIII Encontro Técnico AESABESP, 09/2012, São Paulo, p.11, AESABESP, Curitiba, Brasil.

Despacho nº 5316/2020. D.R. Série II nº89 (2020/05/07) p.85-87

Duarte L. (2019). *Qual o modelo de gestão que melhor responde as necessidades dos consumidores e dos municípios no Abastecimento de Água (AA)*. Dissertação de Mestrado em Administração Pública, Instituto Politécnico de Leiria.

E.R.S.A.R. (2020a). *Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal (RASARP 2020). Volume 1 – Caraterização do Setor de Águas e Resíduos.* Acedido em março de 2021, disponível em: http://www.ersar.pt/pt/site-publicacoes/Paginas/edicoes-anuais-do-RASARP.aspx

E.R.S.A.R. (2020b). *Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal (RASARP 2020). Volume 2 – Controlo da Qualidade de Água para Consumo Humano.* Acedido em março de 2021, disponível em: http://www.ersar.pt/pt/site-publicacoes/Paginas/edicoes-anuais-do-RASARP.aspx

E.R.S.A.R, (2021). *Abastecimento de Água. Site* consultado a fevereiro de 2021, disponível em: www.ersar.pt/pt/setor/caracterizacao/abastecimento-de-agua

E.R.S.A.R nº07/2018 (2018). *Boas Práticas na Medição de Caudais e Volumes em Instrumentos Não Abrangidos Pela Metrologia Geral. Site* consultado a maio de 2021, disponível em: http://www.ersar.pt/pt/site-comunicacao/site-noticias/Paginas/Boas-pr%C3%A1ticas-na-medi%C3%A7%C3%A3o-de-caudais-e-volumes-em-instrumentos-n%C3%A3o-abrangidos-pela-Metrologia-Legal.aspx

Farley, M., Wyeth, G., Md Ghazali, Z., Istandar, A., Singh, S. (2008). *The Manager´s Non-Revenue Water Handbook – A guide to Understandings Water Losses,* United States Agency for Internacional Development, Banguecoque, Tailândia.

Fernandes, J. (2014). *Redução de Perdas Aparentes em Sistemas de Abastecimento de Água. Definição de Critérios para Identificação de Consumos Fraudulentos.* Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Ferreira, A. (2017). *Deteção e Avaliação de Fugas e Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água*. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Gameiro, P. (2014). *Calibração Hidráulica de Modelos de Sistemas de Distribuição de Água Aplicação ao Sistema de Distribuição de Água do Reservatório de Brielas.* Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa.

Godinho, T. (2018). *Controlo ativo de perdas de água – Estudo de viabilidade económica (Águas de Coimbra).* Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.

Gouveia, A. (2015). *Avaliação de Custos e Benefícios do Controlo de Perdas Reais em Sistemas Públicos de Abastecimento de Água. Aplicação a uma zona de distribuição do sistema de Vila Nova de Gaia.* Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Hidromelhoras (2021). Site consulado em julho de 2021, disponível em: https://hidromelhoras.com/wp-content/uploads/2017/07/TMIC_PT.pdf

IMPIC (2021). *Contratos públicos online*. Site consultado em junho de 2021, disponível em: http://www.base.gov.pt/Base/pt/Pesquisa/Contrato?a=7502965

INE (2012). *Censos 2011*. Resultados Definitivos – Portugal. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INE (2021). *Censos 2021*. Resultados preliminares. Site consultado a julho de 2021, disponível em: https://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=censos21_dados&xpid=CENSOS21&xlang=pt

LEAKSSuite Library (2020). *Unavoidable Annual Real Losses* $\boldsymbol{\delta}$ *Infrastructure Leakage Index*. *Site* consultado em maio de 2021, disponível em: https://www.leakssuitelibrary.com/uarl-and-ili/

Lopes, E. (2013). *Gestão de Pressões em Redes de Distribuição de Água – Caso de Santa Maria da Feira.* Tese de Mestrado em Engenharia, Gestão e Água. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa.

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 da Universidade do Porto.

Martins, J. V. (2009). *Comportamento dinâmico de sistemas elevatórios.* Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Mesquita, A., Santos C., Aleixo C., Andrade I., Rosário L., Igreja M., Ribeiro, P. (2012). *Relação das entidades gestoras com os utilizadores dos serviços de águas e resíduos*. Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos, Lisboa.

Moreira, T. (2011). *Gestão de Perdas em Redes de Abastecimento de Água – assistida pelo simulador EPANET*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Novara, D. (2016). *Energy harvesting from municipal water management systems: from storage and distribution to wastewater treatment*. Master of Science Degree in Energy Engineering and Management. Superior Technical Institute Lisbon.

ONU NEWS, (2019). *Site* consultado em fevereiro de 2021, disponível em: *www. https://news.un.org/pt/story/2019/04/1666691*

Organização das Nações Unidas, (2019). *Site* consultado em fevereiro de 2021, disponível em: www.unric.org/pt/agua/

Pacheco, J. (2010). *Perdas em Sistemas de Abastecimento Público de Água. Uma Nova Abordagem com base na Telemedição de Consumos Domésticos.* Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Patrício, R. (2007). *Análise de Perdas na Rede de Distribuição de Água em um Subsetor da Cidade de Presidente Prudente – SP*. Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Brasil.

Pimpão, T. (2012). *Contribuição para a Minimização de Perdas de Água no Subsistema em Baixa da Nazaré.* Mestrado em Engenharia do Ambiente. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Beja.

Poças Martins, J. (2008). *Gestão da Mudança em Empresas de Água.* 3.^{as} Jornadas de Hidráulica Recursos Hídricos e Ambiente, 31/10/2008, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, p.7, Porto.

Poças Martins, J., Campos, R. S., Carvalho, C. T. (2014) *Management of change in Water Companies – In search of sustainability and Excellence.* IWA Publishing.

Ramos, H., M., Covas, D., Araújo, L. (2004). *Válvulas Redutoras de Pressão e Produção de Energia.* 7º Congresso da Água, 08/03/2004 – 12/03/2004, Barcelos, p.14, LNEC, Lisboa.

Regulamento nº 146/2019. D. R. Série II nº 26 (2019/02/06) p.4819-4831

Saleem, S., Mian, H. R., Hu, G. (2020). *Water Distribution System*. Encyclopedia of Water: Science, Technology and Society, (ed. by Patricia A. Maurice). The University of British Columbia, Kelowna, BC, Canada.

Serranito, F. S., Donnelly, A. (eds) (2015). *Controlo Ativo de Perdas de Água*. EPAL, Empresa Portuguesa das Águas Livres S.A., Lisboa. 95pp. ISBN 978-989-8490-02-5

Silva, R. (2015). *Desenvolvimento de Estratégias de Segmentação de Redes de Abastecimento de Água - Aplicação ao Caso de Viana do Castelo.* Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Sousa, A. (2011). *Avaliação de Erros de Sub-contagem em Contadores de Água Domésticos*. Dissertação de Mestrado em Construção Urbana. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.

Trifunovic, N. (2006). *Introduction to Urban Water Distribution*, Taylor & Francis, London, UK.

Vilas-Boas, P. (2008). *"Modelação de uma Rede de Distribuição de Água"*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Water World (2003). *Understanding and managing losses in water distribution networks*. *Site* consultado a fevereiro de 2021, disponível em: https://www.waterworld.com/drinking-water/infrastructure-funding/article/16200323/understanding-and-managing-losses-in-water-distribution-networks

WEF (2017). *The Global Risks Report 2017, 12th Edition*, World Economic Forum, Genebra, Switzerland.

WEF (2019). *The Global Competitiveness Report 2019*. World Economic Forum, Genebra, Switzerland

World Bank Group (2015). *Water and Wastewater Services in the Danube Region: Austria Country Note*. *Site* consultado a maio de 2021, disponível em: https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/22137/Water0and0wast00state0of0the0sector.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXO A. VALORES DE REFERÊNCIA PARA DETERMINAR QUALIDADE DE SERVIÇO DE DIFERENTES INDICADORES DE DESEMPENHO PARA ENTIDADES GESTORAS EM ALTA (ERSAR2020A)

ACESSIBILIDADE ECONÓMICA DE SERVIÇO:

Tabela A1 – Valores de referência (%)

Qualidade do serviço boa	[0; 0,25]
Qualidade do serviço mediana	]0,25; 0,50]
Qualidade do serviço insatisfatória	]0,50; +∞[

OCORRÊNCIA DE FALHAS NO ABASTECIMENTO:

Tabela A2 – Valores de referência (n.º/(ponto de entrega.ano))

Qualidade do serviço boa	0,00
Qualidade do serviço mediana	]0,00; 0,20]
Qualidade do serviço insatisfatória	]0,20; +∞[

ÁGUA SEGURA:

Tabela A3 – Valores de referência (%)

Qualidade do serviço boa	[98,50; 100]
Qualidade do serviço mediana	[94,50; 98,50[
Qualidade do serviço insatisfatória	[00,00; 94,50[

ADESÃO AO SERVIÇO:

Tabela A4 – Valores de referência (%)

Qualidade do serviço boa	100
Qualidade do serviço mediana	[98,0; 100,0[
Qualidade do serviço insatisfatória	[0,0; 98,0[

ÁGUA NÃO FATURADA:

Tabela A5 – Valores de referência (%)

Qualidade do serviço boa	[0,0; 5,0]
Qualidade do serviço mediana	]5,0; 7,5]
Qualidade do serviço insatisfatória	]7,5; 100]

PERDAS REAIS DE ÁGUA:

Tabela A6 – Valores de referência [m^3/(km.dia)]

Qualidade do serviço boa	[0,0; 5,0]
Qualidade do serviço mediana	]5,0; 7,5]
Qualidade do serviço insatisfatória	]7,5; +∞[

ANEXO B. TARIFÁRIO DO SERVIÇO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, DRENAGEM E TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS E RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS – 2020 (CMLOUSADA.PT, 2021)

Nota: Aos valores apresentados acresce o IVA em vigor (6 %), quando aplicável (em todas as tarifas do serviço de abastecimento de água e na taxa de recursos hídricos de saneamento).

ANEXO B1 – TARIFÁRIO DO SERVIÇO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM LOUSADA – 2020

Tarifário do Serviço de Abastecimento de Água - 2020

I. Tarifário geral	Tarifa de disponibilidade (diária / por utilizador)		Tarifa variável (por m³ de água consumida)		Requisitos / Enquadramento Artigos 44.º e seguintes do Regulamento dos Sistemas Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais.
1.1. Utilizador doméstico	Calibre até 25mm	0,1187 €	1.º escalão até 5m3	0,7280 €	Utilizadores domésticos ligados à rede pública de abastecimento de água.
			2.º escalão de 6 a 15m3	0,9828 €	
			3.º escalão de 16 a 25m3	1,5723 €	
			4.º escalão superior a 25m3	2,3114 €	
1.2. Utilizador não-doméstico	Calibre até 20mm	0,1710 €	Escalão único	1,5489 €	Utilizadores não-domésticos ligados à rede pública de abastecimento de água.
	Calibre superior a 20 e até 30mm	0,2412 €			
	Calibre superior a 30 e até 50mm	0,3425 €			
	Calibre superior a 50 e até 100mm	0,5104 €			
	Calibre superior a 100mm	0,7399 €			
1.3 Fornecimento avulso ou ligações provisórias	Calibre até 20mm	0,1710 €	Escalão único	2,4410 €	
1.4 Excesso de água gasto em fugas não reincidentes	Tarifa de disponibilidade da instalação onde ocorreu a fuga		Escalão único	0,9857 €	Presume-se ter existido fuga quando o consumo de um ou dois meses seguidos seja superior a 10 vezes a média dos últimos 12 meses anteriores à ocorrência. No primeiro ano do contrato, presume-se ter existido fuga quando o consumo de um ou dois meses seguidos seja superior a 10 vezes a média dos meses anteriores à ocorrência. Nos casos em que os consumos não excedam 10 vezes as médias referidas, o utilizador pode ainda beneficiar da tarifa de fuga se comprovar a existência da mesma, mediante a entrega de fatura da reparação ou confirmação dos serviços municipais. Considera-se que existe reincidência quando tiver ocorrido uma outra fuga há menos de 2 anos. A reincidência afasta a presunção de fuga, pelo que nesses casos o utilizador só poderá beneficiar da tarifa de fuga se comprovar a existência da mesma.
2. Tarifário para famílias numerosas					
2.1. Utilizador doméstico	Calibre até 25mm	0,1187 €	1.º escalão até 5m3	0,7280 €	As famílias numerosas são salvaguardadas através do redimensionamento do nº de escalões (3), aplicável a utilizadores domésticos com ligação à rede pública de abastecimento de água.
			2.º escalão de 6 a 25m3	0,9828 €	
			3.º escalão superior a 25m3	1,5723 €	

3. Tarifário social					
3.1. Utilizador doméstico	Isenção ou redução de 50%		1.º escalão até 15m3	0,7280 €	Aplicável a utilizadores domésticos que se encontrem numa das situações seguintes: a) caso estejam numa situação de carência económica comprovada pelo serviços de ação social do Município (isenção ou redução da tarifa de disponibilidade, conforme os rendimentos); ou b) caso se trate de bombeiros, em regime de voluntariado, que integrem o corpo ativo dos bombeiros voluntários com sede no concelho de Lousada, com pelo menos dois anos de funções, comprovado anualmente pela entidade respetiva (isenção da tarifa de disponibilidade).
			2.º escalão de 16 a 25m3	1,5723 €	
			3.º escalão superior a 25m3	2,3114 €	
3.2. Utilizador não-doméstico	Calibre até 25mm	0,1187 €	1.º escalão até 15m3	0,8515 €	Aplicável a utilizadores não-domésticos que sejam pessoas coletivas, sem fins lucrativos, que desenvolvam atividades de natureza social, cultural, educativa, desportiva, recreativa ou outra cuja ação social o justifique, incluindo as pessoas coletivas religiosas relativamente aos espaços destinados a fins religiosos.
			2.º escalão superior a 15 m3	1,5489 €	

4. Prestação de Serviços Diversos	Valor	
4.1. Colocação da caixa destinada a nicho de contador	40,3260 €	A Câmara reserva o direito de não prestar este serviço nos casos em que o valor da tarifa não cubra os custos respetivos.
4.2. Suspensão da ligação do serviço a pedido do utilizador	12,1324 €	Esta tarifa será cobrada aquando do pedido do utilizador para suspender a ligação. Será ainda cobrada nos casos em que sejam apresentados pedido de novos contratos, quando estes tenham sido precedidos de pedidos de denúncia de contrato anterior (quando de trata do mesmo utilizador e do mesmo local).
4.3.Reinício da ligação do serviço a pedido do utilizador	18,2043 €	Esta tarifa será cobrada aquando do pedido do utilizador para reiniciar a ligação. Será ainda cobrada nos casos em que sejam apresentados pedido de novos contratos, quando estes tenham sido precedidos de pedidos de denúncia de contrato anterior (quando de trata do mesmo utilizador e do mesmo local).
4.4. Suspensão da ligação do serviço por incumprimento do utilizador	12,1324 €	
4.5. Reinício da ligação do serviço por incumprimento do utilizador	18,2043 €	
4.6. Mudança de local do contador (só contador — até 1 m)	124,3194 €	Aplicável quando seja possível alterar a localização do contador, até 1m de distância, sem execução de novo ramal
4.7. Execução de ramais de água individuais para substituir ramal comum de prédio em propriedade horizontal	104,1028 €	A Câmara reserva o direito de não prestar este serviço nos casos em que a via pública esteja em bom estado e o valor da tarifa não cubra os custos respetivos.
4.8. Realização de vistorias aos sistemas prediais a pedido dos utilizadores	89,6633 €	Por cada edifício, fração autónoma, ou ainda por cada andar ou divisões suscetíveis de utilização independente.
4.9. Verificação extraordinária de contador a pedido do utilizador	48,5181 €	Esta tarifa não é cobrada quando se comprove a respetiva avaria por motivo não imputável ao utilizador.

5. Outros	Valor	
5.1. Custos relativos à notificação de avisos de corte	3,4069 €	Valor unitário dos custos administrativos diretamente relacionados com a produção e expedição da notificação de aviso de corte.
5.2. Fornecimento de água a outras autarquias	0,4310 €	No fornecimento a outras autarquias é aplicado o preço praticado pelas Águas Douro e Paiva, S.A., na área geográfica do município.
5.3 Recursos Hídricos Água	0,0166 €	Normas de Aplicação - Despacho nº 484/2009 do Ministro do Ambiente de 8/01/2009

ANEXO B2 – TARIFÁRIO DO SERVIÇO DE SANEAMENTO EM LOUSADA – 2020

Tarifário do Serviço de Drenagem e Tratamento Águas Residuais - 2020

I. Tarifário geral		Tarifa de disponibilidade (diária / por utilizador)	Tarifa variável			Requisitos / Enquadramento
			por m3 de água faturado		diária por utilizador	Artigos 44.º e seguintes do Regulamento dos Sistemas Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais.
I.1. Utilizador doméstico	I.1.1. Com ligação à rede pública de abastecimento de água	0,1296 €	1.º escalão até 5m3	0,6427 €	n/a	Indexado ao valor da tarifa do sistema em alta
			Superior a 5m3	0,7129 €		
	I.1.2. Sem ligação à rede pública de abastecimento de água; ou com ligação à rede pública de abastecimento de água e outros meios alternativos de abastecimento (consumo ≤10m3)		n/a		0,2260 €	Utilizadores domésticos não ligados à rede pública de abastecimento de água e utilizadores ligados que possuam outros meios de abastecimento de água alternativo cujo consumo a partir da rede pública seja ≤ 10m³/30 dias. O volume de Águas Residuais produzido no período objeto de faturação é estimado em função do consumo médio de água de utilizadores com caraterísticas similares no âmbito do território municipal (10m³/30 dias). A presunção do uso de meios alternativos de abastecimento de água pode ser afastada mediante verificação dos serviços municipais, a pedido do utilizador.
I.2. Utilizador não-doméstico	I.2.1. Com ligação à rede pública de abastecimento de água	0,1306 €	1,2833 €		n/a	Utilizadores não-domésticos ligados à rede pública de abastecimento de água.
	I.2.2. Sem ligação à rede pública de abastecimento de água; ou com ligação à rede pública de abastecimento de água e outros meios alternativos de abastecimento (consumo ≤10m3)		n/a		0,4278 €	Utilizadores não-domésticos não ligados à rede pública de abastecimento de água e utilizadores ligados que possuam outros meios de abastecimento de água alternativo cujo consumo a partir da rede pública seja ≤ 10m3/30 dias. O volume de Águas Residuais produzido no período objeto de faturação é estimado em função do consumo médio de água de utilizadores com caraterísticas similares no âmbito do território municipal (10m3/30 dias). A presunção do uso de meios alternativos de abastecimento de água pode ser afastada mediante verificação dos serviços municipais, a pedido do utilizador.
	I.2.3. Produtores de águas residuais industriais equivalentes a domésticas	4,9192 €	0,7422 €		n/a	Produtores de águas residuais industriais equivalentes a domésticas, com medidor de caudal eletromagnético.
I.3. Excesso de águas residuais derivado a fugas de água não reincidentes		Tarifa de disponibilidade da instalação onde ocorreu a fuga	0,6427 €		n/a	Indexado ao valor da tarifa do sistema em alta.
I.4. Utilizadores da rede pública municipal de saneamento cujo contrato de recolha seja celebrado diretamente com a entidade gestora de saneamento em alta			0,2903 €		n/a	Tarifa de utilização do serviço (apenas drenagem).

2. Tarifário para famílias numerosas					
2.1. Utilizador doméstico		0,1296 €		0,6427 €	n/a	As famílias numerosas são salvaguardadas através da fixação de um escalão único igual ao escalão inferior da tarifa variável aplicável a utilizadores domésticos com ligação à rede pública de abastecimento de água.
3. Tarifário social						
3.1. Utilizador doméstico		Isenção ou redução de 50%	1.º escalão até 15m3	0,6427 €	n/a	Aplicável a utilizadores domésticos que se encontrem numa das situações seguintes: a) caso estejam numa situação de carência económica comprovada pelo serviços de ação social do Município (isenção ou redução da tarifa de disponibilidade, conforme os rendimentos); ou b) caso se trate de bombeiros, em regime de voluntariado, que integrem o corpo ativo dos bombeiros voluntários com sede no concelho de Lousada, com pelo menos dois anos de funções, comprovado anualmente pela entidade respetiva (isenção da tarifa de disponibilidade).
			Superior a 15m3	0,7129 €		
			n/a		0,2260 €	
3.2. Utilizador não-doméstico	3.2.1. Com ligação à rede pública de abastecimento de água	0,1296 €	1.º escalão até 15m3	0,6427 €	n/a	Aplicável a utilizadores não-domésticos que sejam pessoas coletivas, sem fins lucrativos, que desenvolvam atividades de natureza social, cultural, educativa, desportiva, recreativa ou outra cuja ação social o justifique, incluindo as pessoas coletivas religiosas relativamente aos espaços destinados a fins religiosos. Para estes utilizadores é aplicada a tarifa disponibilidade e a tarifa variável aplicáveis a utilizadores domésticos.
			Superior a 15m3	0,7129 €		
	3.2.2. Sem ligação à rede pública de abastecimento de água; ou com ligação à rede pública de abastecimento de água e outros meios alternativos de abastecimento (consumo ≤10m3)		n/a		0,2260 €	

4. Prestação de serviços diversos	Valor	
4.1. Colocação de medidor de caudal eletromagnético (DN 50) para águas residuais industriais equivalentes a domésticas	245,9744 €	
4.2. Realização de vistorias ou ensaios de sistemas prediais e domiciliários de saneamento a pedido dos utilizadores.	90,9186 €	Por cada edifício, fração autónoma, ou ainda por cada andar ou divisões suscetíveis de utilização independente
4.3. Requisição do serviço de limpeza de fossas com recurso a trator cisterna de 4,5 m3	68,1889 €	Tarifa correspondente à primeira descarga
4.4. Carga adicional do serviço de limpeza de fossas com recurso a trator cisterna de 4,5 m3	52,9601 €	Tarifa por cada descarga adicional
4.5. Execução de ramal de drenagem de águas pluviais até 20 metros	282,0234 €	
4.6. Execução de ramal de drenagem de águas pluviais	44,2670 €	Tarifa por cada metro adicional de ramal

5. Outros	Valor	
5.1. Custos relativos à notificação de avisos de corte	3,4546 €	Valor unitário dos custos administrativos diretamente relacionados com a produção e expedição da notificação de aviso de corte.
5.2. Recolha e tratamento de efluentes de outras autarquias	0,6564 €	Na recolha e tratamento de efluentes a outras autarquias é aplicado o preço praticado pelas Águas do Norte, S.A., na área geográfica do município.
5,3 Recursos Hídricos Águas Residuais	0,0063 €	Normas de Aplicação - Despacho nº 484/2009 do Ministro do Ambiente de 8/01/2009

ANEXO B3 – TARIFÁRIO DO SERVIÇO DE GESTÃO DE RESÍDUOS EM LOUSADA – 2020

Tarifário do Serviço de Gestão de Resíduos Urbanos - 2020

		Tarifa de disponibilidade (diária / por utilizador)	Tarifa variável		Requisitos / Enquadramento
1. Tarifário geral			por m^3 de água consumida	diária por utilizador	Artigos 17.º a 23º do Regulamento Tarifário do Serviço de Gestão de Resíduos Urbanos (RTSGRU), publicado no Diário da República, 2.ª série, n.º 74, de 15 de abril de 2014 (Deliberação n.º 928/2014)
1.1. Utilizador doméstico	1.1.1. Com ligação à rede pública de abastecimento de água	0,1633 €	0,1581 €	n/a	Utilizadores domésticos ligados à rede pública de abastecimento de água.
	1.1.2. Sem ligação à rede pública de abastecimento de água; ou com ligação à rede pública de abastecimento de água e outros meios alternativos de abastecimento (consumo ≤10m3)		n/a	0,0527 €	Utilizadores domésticos não ligados à rede pública de abastecimento de água e utilizadores domésticos ligados à rede pública de abastecimento de água que possuam outros meios alternativos de abastecimento, cujo consumo a partir da rede pública é igual ou inferior a $10m^3$/30 dias. O volume de RSU produzido no período objeto de faturação é estimado em função do consumo médio de água de utilizadores com características similares no âmbito do território municipal ($10m^3$/30 dias).
1.2. Utilizador não-doméstico	1.2.1. Com ligação à rede pública de abastecimento de água	0,2285 €	0,7431 €	n/a	Utilizadores não-domésticos ligados à rede pública de abastecimento de água.
	1.2.2. Sem ligação à rede pública de abastecimento de água		n/a	0,0495 €	Utilizadores não-domésticos não ligados à rede pública de abastecimento de água. Por não ser possível a indexação ao consumo de água e tendo em consideração o rácio de produção de resíduos face aos restantes utilizadores, estima-se um volume de RSU produzido no período objeto de faturação equivalente ao de um utilizador não-doméstico com consumo de água de $2m^3$/30 dias.
2. Tarifário social					Artigo 22.º do RTSGRU
2.1. Utilizador doméstico	2.1.1. Com ligação à rede pública de abastecimento de água	Isenção ou redução de 50%	0,1564 €	n/a	Aplicável a utilizadores domésticos (cf. requisitos/enquadramento dos pontos 1.1.1. e 1.1.2.) que se encontrem numa das situações seguintes: a) caso estejam numa situação de carência económica comprovada pelo serviços de ação social do Município (isenção ou redução da tarifa de disponibilidade, conforme os rendimentos); ou b) caso se trate de bombeiros, em regime de voluntariado, que integrem o corpo ativo dos bombeiros voluntários com sede no concelho de Lousada, com pelo menos dois anos de funções, comprovado anualmente pela entidade respetiva (isenção da tarifa de disponibilidade).
	2.1.2. Sem ligação à rede pública de abastecimento de água; ou com ligação à rede pública de abastecimento de água e outros meios alternativos de abastecimento (consumo ≤10m3)		n/a	0,0521 €	
2.2. Utilizador não-doméstico	2.2.1. Com ligação à rede pública de abastecimento de água	0,1633 €	0,1581 €	n/a	Aplicável a utilizadores não-domésticos (cf. requisitos/enquadramento dos pontos 1.2.1. e 1.2.2.) que sejam pessoas coletivas, sem fins lucrativos, que desenvolvam atividades de natureza social, cultural, educativa, desportiva, recreativa ou outra cuja ação social o justifique, incluindo as pessoas coletivas religiosas relativamente aos espaços destinados a fins religiosos. Para estes utilizadores é aplicada a tarifa disponibilidade e a tarifa variável aplicáveis a utilizadores domésticos.
	2.2.2. Sem ligação à rede pública de abastecimento de água		n/a	0,0527 €	
3. Tarifário para famílias numerosas					Artigo 23.º do RTSGRU
3.1. Utilizador doméstico com ligação à rede pública de abastecimento de água		0,1633 €	0,1581 €	n/a	As famílias numerosas são salvaguardadas através da fixação de um limite na tarifa variável aplicável a utilizadores domésticos com ligação à rede pública de abastecimento de água, cujo valor não poderá exceder a correspondente ao consumo de $15m^3$.
4. Outros		Valor			Requisitos / Enquadramento
4.1. Produtores ocasionais (recolha não diária - contentores de 800L)		4,6943 €			Valor diário por contentor de 800L.
4.2. Custos relativos à notificação de falta de pagamento do serviço		3,4546 €			Valor unitário dos custos administrativos diretamente relacionados com a produção e expedição da notificação de aviso de falta de pagamento.
4,3 Taxa de Gestão de Resíduos		0,0946 €			Normas de Aplicação - Portaria n.º 278/2015 de 11 de setembro

5. Cláusula de salvaguarda:

Em 2019 e no seguimento do tarifário aprovado em 2018, dar-se-á continuidade às alterações na estrutura tarifária do serviço de gestão de resíduos urbanos, por força da obrigatoriedade da implementação do Regulamento Tarifário do Serviço de Gestão de Resíduos Urbanos, publicado no Diário da República, 2.ª série, n.º 74, de 15 de abril de 2014 (Deliberação n.º 928/2014). Assim, para evitar grandes oscilações e inerentes distorções, fixa-se os limites seguintes para as tarifas variáveis:

a) Utilizadores domésticos com ligação à rede pública de abastecimento de água – a tarifa variável não poderá exceder a correspondente ao consumo de $15m^3$;

b) Utilizadores não-domésticos com ligação à rede pública de abastecimento de água – a tarifa variável não poderá exceder a correspondente ao consumo de $25m^3$.

ANEXO B4 – TARIFÁRIO DO PREÇO DE AQUISIÇÃO DE ÁGUA À ADDP

Utilizadores Águas do Douro e Paiva, S.A.		
Ano	Tarifa (€/m^3)	CTA - Componente tarifária acrescida(€/m^3)
2017	0,3709	0,0425
2018	0,3640	0,0519
2019	0,3644	0,0615
2020	0,3636	0,0777

ANEXO C. TARIFÁRIO DO SERVIÇO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, DRENAGEM E TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS E RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS – 2021 (CMLOUSADA.PT, 2021)

Nota: Aos valores apresentados acresce o IVA em vigor (6 %), quando aplicável (em todas as tarifas do serviço de abastecimento de água e na taxa de recursos hídricos de saneamento).

ANEXO C1 – TARIFÁRIO DO SERVIÇO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM LOUSADA – 2021

Tarifário do Serviço de Abastecimento de Água - 2021

1. Tarifário geral	Tarifa de disponibilidade €/30 dias		Tarifa variável (por m³ de água consumida)		Requisitos / Enquadramento Artigos 44.º e seguintes do Regulamento dos Sistemas Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais.
1.1. Utilizador doméstico	Calibre até 25mm	3,5760 €	1.º escalão até 5m3	0,7309 €	Utilizadores domésticos ligados à rede pública de abastecimento de água.
			2.º escalão de 6 a 15m3	0,9867 €	
	Calibre > 25mm	7,2660 €	3.º escalão de 16 a 25m3	1,5786 €	
			4.º escalão superior a 25m3	2,3206 €	
1.2. Utilizador não-doméstico	Calibre até 20mm	5,1510 €	Escalão único	1,5786 €	Utilizadores não-domésticos ligados à rede pública de abastecimento de água.
	Calibre superior a 20 e até 30mm	7,2660 €			
	Calibre superior a 30 e até 50mm	10,3170 €			
	Calibre superior a 50 e até 100mm	15,3720 €			
	Calibre superior a 100mm	22,2870 €			
1.3 Fornecimento avulso ou ligações provisórias	Calibre até 20mm	5,1510 €	Escalão único	2,4508 €	
1.4 Excesso de água gasto em fugas não reincidentes	Tarifa de disponibilidade da instalação onde ocorreu a fuga		Escalão único	0,9896 €	Presume-se ter existido fuga quando o consumo de um ou dois meses seguidos seja superior a 10 vezes a média dos últimos 12 meses anteriores à ocorrência. No primeiro ano do contrato, presume-se ter existido fuga quando o consumo de um ou dois meses seguidos seja superior a 10 vezes a média dos meses anteriores à ocorrência. Nos casos em que os consumos não excedam 10 vezes as médias referidas, o utilizador pode ainda beneficiar da tarifa de fuga se comprovar a existência da mesma, mediante a entrega de fatura da reparação ou confirmação dos serviços municipais. Considera-se que existe reincidência quando tiver ocorrido uma outra fuga há menos de 2 anos. A reincidência afasta a presunção de fuga, pelo que nesses casos o utilizador só poderá beneficiar da tarifa de fuga se comprovar a existência da mesma.
2. Tarifário para famílias numerosas					
2.1. Utilizador doméstico	Calibre até 25mm	3,5760 €	1.º escalão até 5m3	0,7309 €	As famílias numerosas são salvaguardadas através do redimensionamento do nº de escalões (3), aplicável a utilizadores domésticos com ligação à rede pública de abastecimento de água.
			2.º escalão de 6 a 25m3	0,9867 €	
			3.º escalão superior a 25m3	1,5786 €	

3. Tarifário social					
3.1. Utilizador doméstico	Isenção ou redução de 50%		1.º escalão até 15m3	0,7309 €	Aplicável a utilizadores domésticos que se encontrem numa das situações seguintes: a) caso estejam numa situação de carência económica comprovada pelo serviços de ação social do Município (isenção ou redução da tarifa de disponibilidade, conforme os rendimentos); ou b) caso se trate de bombeiros, em regime de voluntariado, que integrem o corpo ativo dos bombeiros voluntários com sede no concelho de Lousada, com pelo menos dois anos de funções, comprovado anualmente pela entidade respetiva (isenção da tarifa de disponibilidade).
			2.º escalão de 16 a 25m3	1,5786 €	
			3.º escalão superior a 25m3	2,3206 €	
3.2. Utilizador não-doméstico	Calibre até 25mm	3,5760 €	1.º escalão até 15m3	0,8549 €	Aplicável a utilizadores não-domésticos que sejam pessoas coletivas, sem fins lucrativos, que desenvolvam atividades de natureza social, cultural, educativa, desportiva, recreativa ou outra cuja ação social o justifique, incluindo as pessoas coletivas religiosas relativamente aos espaços destinados a fins religiosos.
			2.º escalão superior a 15 m3	1,5786 €	
4. Prestação de Serviços Diversos			Valor		
4.1. Colocação da caixa destinada a nicho de contador			40,4873 €		A Câmara reserva o direito de não prestar este serviço nos casos em que o valor da tarifa não cubra os custos respetivos.
4.2. Suspensão da ligação do serviço a pedido do utilizador			12,1809 €		Esta tarifa será cobrada aquando do pedido do utilizador para suspender a ligação. Será ainda cobrada nos casos em que sejam apresentados pedido de novos contratos, quando estes tenham sido precedidos de pedidos de denúncia de contrato anterior (quando de trate do mesmo utilizador e do mesmo local).
4.3.Reinício da ligação do serviço a pedido do utilizador			18,2771 €		Esta tarifa será cobrada aquando do pedido do utilizador para reiniciar a ligação. Será ainda cobrada nos casos em que sejam apresentados pedido de novos contratos, quando estes tenham sido precedidos de pedidos de denúncia de contrato anterior (quando de trate do mesmo utilizador e do mesmo local).
4.4. Suspensão da ligação do serviço por incumprimento do utilizador			12,1809 €		
4.5. Reinício da ligação do serviço por incumprimento do utilizador			18,2771 €		
4.6. Mudança de local do contador (só contador — até 1 m)			124,8167 €		Aplicável quando seja possível alterar a localização do contador, até 1m de distância, sem execução de novo ramal
4.7. Execução de ramais de água individuais para substituir ramal comum de prédio em propriedade horizontal			104,5192 €		A Câmara reserva o direito de não prestar este serviço nos casos em que a via pública esteja em bom estado e o valor da tarifa não cubra os custos respetivos.
4.8. Realização de vistorias aos sistemas prediais a pedido dos utilizadores			90,0220 €		Por cada edifício, fração autónoma, ou ainda por cada andar ou divisões suscetíveis de utilização independente.
4.9. Verificação extraordinária de contador a pedido do utilizador			48,7122 €		Esta tarifa não é cobrada quando se comprove a respetiva avaria por motivo não imputável ao utilizador.
5. Outros			Valor		
5.1. Custos relativos à notificação de avisos de corte			3,4205 €		Valor unitário dos custos administrativos diretamente relacionados com a produção e expedição da notificação de aviso de corte.
5.2. Fornecimento de água a outras autarquias			0,4314 €		No fornecimento a outras autarquias é aplicado o preço praticado pelas Águas Douro e Paiva, S.A., na área geográfica do município.
5.3 Recursos Hídricos Água			0,0167 €		Normas de Aplicação - Despacho nº 484/2009 do Ministro do Ambiente de 8/01/2009

ANEXO C2 – TARIFÁRIO DO SERVIÇO DE SANEAMENTO EM LOUSADA – 2021

Tarifário do Serviço de Drenagem e Tratamento Águas Residuais - 2021

1. Tarifário geral		Tarifa de disponibilidade €/ 30 dias	Tarifa variável por m3 de água faturado		Tarifa variável €/ 30 dias	Requisitos / Enquadramento Artigos 44.º e seguintes do Regulamento dos Sistemas Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais.
1.1. Utilizador doméstico	1.1.1. Com ligação à rede pública de abastecimento de água	3,9030 €	1.º escalão até 5m3	0,6578 €	n/a	Indexado ao valor da tarifa do sistema de abastecimento
			2.º escalão de 6 a 15m3	0,7894 €		
			3.º escalão de 16 a 25m3	0,8682 €		
			4.º escalão superior a 25m3	0,9282 €		
	1.1.2. Sem ligação à rede pública de abastecimento de água; ou com ligação à rede pública de abastecimento de água e outros meios alternativos de abastecimento (consumo ≤10m3)		n/a		7,2360 €	Utilizadores domésticos não ligados à rede pública de abastecimento de água e utilizadores ligados que possuam outros meios de abastecimento de água alternativo cujo consumo a partir da rede pública seja ≤ 10m³/30 dias. O volume de Águas Residuais produzido no período objeto de faturação é estimado em função do consumo médio de água de utilizadores com características similares no âmbito do território municipal (10m³/30 dias - Faturado 5m3 1º escalão e 5m3 2º escalão) . A presunção do uso de meios alternativos de abastecimento de água pode ser afastada mediante verificação dos serviços municipais, a pedido do utilizador.
1.2. Utilizador não-doméstico	1.2.1. Com ligação à rede pública de abastecimento de água	3,9230 €	1,2884 €		n/a	Utilizadores não-domésticos ligados à rede pública de abastecimento de água.
	1.2.2. Sem ligação à rede pública de abastecimento de água; ou com ligação à rede pública de abastecimento de água e outros meios alternativos de abastecimento (consumo ≤10m3)		n/a		12,8850 €	Utilizadores não-domésticos não ligados à rede pública de abastecimento de água e utilizadores ligados que possuam outros meios de abastecimento de água alternativo cujo consumo a partir da rede pública seja ≤ 10m3/30 dias. O volume de Águas Residuais produzido no período objeto de faturação é estimado em função do consumo médio de água de utilizadores com características similares no âmbito do território municipal (10m3/30 dias - Faturado 5m3 1º escalão e 5m3 2º escalão). A presunção do uso de meios alternativos de abastecimento de água pode ser afastada mediante verificação dos serviços municipais, a pedido do utilizador.
	1.2.3. Produtores de águas residuais industriais equivalentes a domésticas	148,1670 €	0,7452 €		n/a	Produtores de águas residuais industriais equivalentes a domésticas, com medidor de caudal eletromagnético.
1.3. Excesso de águas residuais derivado a fugas de água não reincidentes		Tarifa de disponibilidade da instalação onde ocorreu a fuga	0,6578 €		n/a	Indexado ao valor da tarifa do sistema de abastecimento
1.4. Utilizadores da rede pública municipal de saneamento cujo contrato de recolha seja celebrado diretamente com a entidade gestora de saneamento em alta			0,2915 €		n/a	Tarifa de utilização do serviço (apenas drenagem).

2. Tarifário para famílias numerosas						
2.1. Utilizador doméstico		3,9030 €		0,6578 €	n/a	As famílias numerosas são salvaguardadas através da fixação de um escalão único igual ao escalão inferior da tarifa variável solicitável a utilizadores domésticos com ligação à rede pública de abastecimento de água.
3. Tarifário social						
3.1. Utilizador doméstico		Isenção ou redução de 50%	1.º escalão até 15m3	0,6578 €	n/a	Aplicável a utilizadores domésticos que se encontrem numa das situações seguintes: a) caso estejam numa situação de carência económica comprovada pelo serviços de ação social do Município (isenção ou redução da tarifa de disponibilidade, conforme os rendimentos); ou b) caso se trate de bombeiros, em regime de voluntariado, que integrem o corpo ativo dos bombeiros voluntários com sede no concelho de Lousada, com pelo menos dois anos de funções, comprovado anualmente pela entidade respetiva (isenção da tarifa de disponibilidade).
			Superior a 15m3	0,7894 €		
			n/a		7,2360 €	
3.2. Utilizador não-doméstico	3.2.1. Com ligação à rede pública de abastecimento de água	3,9030 €	1.º escalão até 15m3	0,6578 €	n/a	Aplicável a utilizadores não-domésticos que sejam pessoas coletivas, sem fins lucrativos, que desenvolvam atividades de natureza social, cultural, educativa, desportiva, recreativa ou outra cuja ação social o justifique, incluindo as pessoas coletivas religiosas relativamente aos espaços destinados a fins religiosos. Para estes utilizadores é aplicada a tarifa disponibilidade e a tarifa variável solicitáveis a utilizadores domésticos.
			Superior a 15m3	0,7894 €		
	3.2.2. Sem ligação à rede pública de abastecimento de água; ou com ligação à rede pública de abastecimento de água e outros meios alternativos de abastecimento (consumo ≤10m3)		n/a		7,2360 €	

4. Prestação de serviços diversos	Valor	
4.1. Colocação de medidor de caudal eletromagnético (DN 50) para águas residuais industriais equivalentes a domésticas	246,9583 €	
4.2. Realização de vistorias ou ensaios de sistemas prediais e domiciliários de saneamento a pedido dos utilizadores.	91,2823 €	Por cada edifício, fração autónoma, ou ainda por cada andar ou divisões suscetíveis de utilização independente
4.3. Realização do serviço de limpeza de fossas com recurso a trator cisterna de 4,5 m3	68,4617 €	Tarifa correspondente à primeira descarga
4.4. Carga adicional do serviço de limpeza de fossas com recurso a trator cisterna de 4,5 m3	53,1719 €	Tarifa por cada descarga adicional
4.5. Execução de ramal de drenagem de águas pluviais até 20 metros	283,1515 €	
4.6. Execução de ramal de drenagem de águas pluviais	44,4441 €	Tarifa por cada metro adicional de ramal

5. Outros	Valor	
5.1. Custos relativos à notificação de avisos de corte	3,4684 €	Valor unitário dos custos administrativos diretamente relacionados com a produção e expedição da notificação de aviso de corte.
5.2. Recolha e tratamento de efluentes de outras autarquias	0,6732 €	Na recolha e tratamento de efluentes a outras autarquias é aplicado o preço praticado pelas Águas do Norte, S.A., na área geográfica do município.
5,3 Recursos Hídricos Águas Residuais	0,0063 €	Normas de Aplicação - Despacho nº 484/2009 do Ministro do Ambiente de 8/01/2009

ANEXO C3 – TARIFÁRIO DO SERVIÇO DE GESTÃO DE RESÍDUOS EM LOUSADA – 2021

Tarifário do Serviço de Gestão de Resíduos Urbanos - 2021

1. Tarifário geral		Tarifa de disponibilidade (diária por utilizador)	Tarifa variável		Recolhidos / Enquadramento
			por m³ de água consumida	Diária por utilizador	Artigos 17.º a 22º do Regulamento Tarifário do Serviço de Gestão de Resíduos Urbanos (RTSGRU), publicado no Diário da República, 2.ª série, n.º 74, de 15 de abril de 2014 (Deliberação n.º 928/2014)
1.1. Utilizador doméstico	1.1.1. Com ligação à rede pública de abastecimento de água	0,1640 €	0,1587 €	n/a	Utilizadores domésticos ligados à rede pública de abastecimento de água.
	1.1.2. Sem ligação à rede pública de abastecimento de água; ou com ligação à rede pública de abastecimento de água e outros meios alternativos de abastecimento (consumo ≤10m3)		n/a	0,0529 €	Utilizadores domésticos não ligados à rede pública de abastecimento de água e utilizadores domésticos ligados à rede pública de abastecimento de água que possuam outros meios alternativos de abastecimento, cujo consumo a partir da rede pública é igual ou inferior a 10m³/20 dias. O volume de RSU produzido no período objeto de faturação é estimado em função do consumo médio de água de utilizadores com características similares no âmbito do território municipal (10m³/20 dias).
1.2. Utilizador não-doméstico	1.2.1. Com ligação à rede pública de abastecimento de água	0,2294 €	0,7461 €	n/a	Utilizadores não-domésticos ligados à rede pública de abastecimento de água.
	1.2.2. Sem ligação à rede pública de abastecimento de água		n/a	0,0497 €	Utilizadores não-domésticos não ligados à rede pública de abastecimento de água. Por não ser possível a indexação ao consumo de água e tendo em consideração o rácio de produção de resíduos face aos restantes utilizadores, estima-se um volume de RSU produzido no período objeto de faturação equivalente ao de um utilizador não-doméstico com consumo de água de 2m³/20 dias.
2. Tarifário social					Artigo 22.º do RTSGRU
2.1. Utilizador doméstico	2.1.1. Com ligação à rede pública de abastecimento de água	Isenção ou redução de 50%	0,1570 €	n/a	Aplicável a utilizadores domésticos (cf. recolhidos/enquadramento dos pontos 1.1.1. e 1.1.2.) que se encontrem numa das situações seguintes: a) caso estejam numa situação de carência económica comprovada pelo serviços de ação social do Município (isenção ou redução da tarifa de disponibilidade, conforme os rendimentos); ou b) caso se trate de bombeiros, em regime de voluntariado, que integrem o corpo ativo dos bombeiros voluntários com sede no concelho de Lousada, com pelo menos dois anos de funções, comprovado anualmente pela entidade respetiva (isenção da tarifa de disponibilidade).
	2.1.2. Sem ligação à rede pública de abastecimento de água; ou com ligação à rede pública de abastecimento de água e outros meios alternativos de abastecimento (consumo ≤10m3)		n/a	1,5690 €	
2.2. Utilizador não-doméstico	2.2.1. Com ligação à rede pública de abastecimento de água	0,1640 €	0,1587 €	n/a	Aplicável a utilizadores não-domésticos (cf. recolhidos/enquadramento dos pontos 1.2.1. e 1.2.2.) que sejam pessoas coletivas, sem fins lucrativos, que desenvolvam atividades de natureza social, cultural, educativa, desportiva, recreativa ou outra cuja ação social o justifique, incluindo as pessoas coletivas religiosas relativamente aos espaços destinados a fins religiosos. Para estes utilizadores é aplicada a tarifa disponibilidade e a tarifa variável aplicáveis a utilizadores domésticos.
	2.2.2. Sem ligação à rede pública de abastecimento de água		n/a	0,0529 €	
3. Tarifário para famílias numerosas					Artigo 23.º do RTSGRU
3.1. Utilizador doméstico com ligação à rede pública de abastecimento de água		0,1640 €	0,1587 €	n/a	As famílias numerosas são salvaguardadas através da fixação de um limite na tarifa variável aplicável a utilizadores domésticos com ligação à rede pública de abastecimento de água, cujo valor não poderá exceder a correspondente ao consumo de 15m³.
4. Outros		Valor			Recolhidos / Enquadramento
4.1. Produtores ocasionais (recolha não diária - contentores de 800L)		4,7131 €			Valor diário por contentor de 800L.
4.2. Custos relativos à notificação de falta de pagamento do serviço		3,4684 €			Valor unitário dos custos administrativos diretamente relacionados com a produção e expedição da notificação de aviso de falta de pagamento.
4.3 Taxa de Gestão de Resíduos		0,1228 €			Normas de Aplicação - Portaria n.º 278/2015 de 11 de setembro
5. Cláusula de salvaguarda: Em 2021 e no seguimento do tarifário aprovado em 2020, dar-se-á continuidade às alterações na estrutura tarifária do serviço de gestão de resíduos urbanos, por força da obrigatoriedade da implementação do Regulamento Tarifário do Serviço de Gestão de Resíduos Urbanos, publicado no Diário da República, 2.ª série, n.º 74, de 15 de abril de 2014 (Deliberação n.º 928/2014). Assim, para evitar grandes oscilações e inerentes distorções, fixa-se os limites seguintes para as tarifas variáveis: a) Utilizadores domésticos com ligação à rede pública de abastecimento de água – a tarifa variável não poderá exceder a correspondente ao consumo de 15m³; b) Utilizadores não-domésticos com ligação à rede pública de abastecimento de água – a tarifa variável não poderá exceder a correspondente ao consumo de 25m³.					