

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE 2013/2014

**REDUÇÃO DAS PERDAS APARENTES EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE
ÁGUA ATRAVÉS DA DETEÇÃO E CONTROLO DE CONSUMOS ILÍCITOS**

JOANA RAQUEL SILVEIRA TEIXEIRA

Dissertação submetida para obtenção do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

Presidente do Júri: Manuel Fernando Ribeiro Pereira
(Professor Associado do Departamento de Engenharia Química da Faculdade de
Engenharia da Universidade do Porto)

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

Supervisor na empresa: Susana Sofia Carvalho de Sousa
(Responsável da Unidade Orgânica de Reposição da Legalidade da Águas do Porto, EM)

Julho de 2014

Aos meus pais e ao meu irmão

Tudo parece impossível até que seja feito

Nelson Mandela

AGRADECIMENTOS

A concretização desta dissertação só foi possível com o apoio de várias pessoas, que através do seu contributo, permitiram que este objetivo fosse conseguido. Assim sendo, merece um especial agradecimento:

O Prof. Dr. Joaquim Poças Martins pelo desafio proposto, pela sabedoria transmitida, pela orientação, pelos esclarecimentos e sua disponibilidade.

A Dra. Susana Sousa, que me recebeu com uma enorme simpatia e disponibilizou de forma rápida todos os meios e informações necessárias à concretização deste trabalho. Agradeço também pela confiança que demonstrou ter em mim e nas minhas capacidades, pela alegria, preocupação, conhecimentos transmitidos e em particular pelo apoio incondicional.

A administração da Águas do Porto, EM e em particular o Sr. Eng. João Matos Fernandes por me ter concedido a oportunidade de desenvolver a presente dissertação em ambiente empresarial e pela disponibilização rápida de todos os mecanismos necessários à concretização deste estudo.

A Eng. Maria João Oliveira, que foi sem dúvida uma das pessoas que mais contribuiu para a concretização desta dissertação. Agradeço pela forma simpática como me recebeu e por ter tentado sempre integrar-me na equipa, pelos esclarecimentos e sugestões, pela ajuda, pelas palavras de apoio e calma nos momentos mais difíceis e como não poderia deixar de ser pela companhia nos pequenos-almoços.

O Eng. João Paulo Almeida, o João Lopes, o Daniel e o Valdemar Freitas por terem disponibilizado todas as informações necessárias à concretização deste trabalho e pelos esclarecimentos relativamente aos *ArcGIS*.

O Sr. Mesquita, Sr. Ribeiro e Sr. Rui pela ajuda, simpatia e apoio durante a elaboração da presente dissertação.

A Carla, Magda e Maria João pela ajuda e sugestões que deram ao longo deste trabalho e ainda pela alegria, palavras de incentivo e preocupação.

A todas as equipas de cortes e em particular o Alexandre Neves, pela simpatia, preocupação e ensinamentos transmitidos ao longo destes meses.

A Helena Rodrigues, Inês Alves, Paula Malheiro e o Flávio Oliveira pela ajuda e disponibilidade demonstrada.

O meu pai António Teixeira, a minha mãe Ana Maria Teixeira, o meu irmão Manuel Teixeira e toda a minha família, pelo apoio, carinho e compreensão que demonstraram ao longo do meu percurso académico e pelas palavras de incentivo. Um agradecimento especial ao meu avô Manuel Silveira que apesar de não ter assistido à conclusão dos meus estudos, sempre sonhou ver-me acabar o curso e foi sem dúvida uma das pessoas que demonstrou mais confiança nas minhas capacidades, tendo servido como exemplo de empenho e determinação para mim nos momentos mais difíceis.

A Cláudia Costa, minha companheira da faculdade e do estágio, pela amizade, compreensão e ajuda demonstrada ao longo dos últimos anos e em particular durante a realização desta dissertação.

A Catarina Teixeira, Cristiana Ferreira e o Flávio Resende por me terem apoiado nos momentos mais difíceis, pela amizade e por demonstrarem orgulho no meu percurso académico.

RESUMO

As perdas de água são uma das principais fontes de ineficiência das empresas de abastecimento de água e dividem-se em perdas reais e aparentes. As últimas, têm uma importância acrescida pelo facto de representarem um impacte económico para a entidade gestora sendo que atualmente são poucas as medidas aplicadas para a sua redução.

A dissertação desenvolvida teve como principal objetivo a deteção e controlo de consumos ilícitos de água como meio de redução das perdas aparentes em sistemas de abastecimento. Para tal, consideraram-se em primeiro lugar três zonas distintas da Cidade do Porto, cujos consumos individuais de água foram representados por tipologia habitacional, a três dimensões com recurso à aplicação *ArcScene*. Com esta metodologia pretendeu-se detetar consumos anómalos, ou seja, consumos nulos ou muito reduzidos relativamente aos restantes clientes com a mesma tipologia habitacional assim como consumos elevados que pudessem indiciar fugas de água na rede predial.

Numa segunda abordagem, selecionaram-se 7 casos de clientes com consumo de água suspenso por falta de pagamento e analisou-se a leitura no momento da suspensão do serviço e posteriormente. Nos casos em que se verificou consumo de água sem pedido de religação, verificou-se se se tratavam efetivamente de ilícitos.

A metodologia adotada revelou resultados muito positivos, provando que esta deve ser aplicada de forma sistemática e articulada. A perda de receita dos ilícitos detetados foi avaliada em cerca de € 3000. Porém, os resultados a médio e longo prazo excedem largamente este valor, uma vez que a divulgação junto dos clientes da existência de medidas de deteção de ilícitos pode atuar como um elemento dissuasor para clientes com predisposição para incorrer neste tipo de ilegalidade. Prova disso é o facto de 25% dos casos em que foi detetado um ilícito terem efetuado a regularização da sua situação com a EG.

A grande vantagem desta metodologia é a identificação de ilícitos de forma simples e imediata, sem custos representativos para a EG, permitindo ainda rentabilizar e otimizar as visitas efetuadas ao cliente, aumentando a taxa de sucesso.

PALAVRAS-CHAVE: redução de perdas aparentes, deteção e controlo de consumos ilícitos, participação, suspensão do abastecimento de água, leitura.

ABSTRACT

The water losses are one of the main source of inefficiency of water supply companies and they are divided into real and apparent losses. The last ones have higher importance because they represent a high cost to the water utility and currently they still are in an early stage of reduction.

The developed dissertation has as main objective the detection and control of illicit consumption of water as a way of apparent losses reduction in water supply systems. For this, were considered in first three different zones of Porto city whose individual consumptions of water were represented by housing typology, in three dimensions using *ArcScene* application. With this methodology we purpose to detect anomalous consumptions, like null consumptions or very low consumptions relatively to remaining clients with the same housing typology. But also exist high consumptions that could indicate water leakages in the building network.

In the second approach, it was selected seven cases of clients with the water consumption suspended by non-payment and was analyzed the reading in the moment of the suspension of service and after that. In the cases which was detected water consumption without request for reconnection it was checked if they were effectively illicit.

The adopted methodology revealed very positive results proving that this should be always applied with the coordination of everyone involved. The loss of revenue of the detected illicit was evaluated in more than € 3000. The results the medium and long term exceed largely, once disclosure with customers of the existence of actions of detection of illicit may act as a deterrent for clients with predisposition to incur in this type of illegality. Proof of this, is the fact of 25% of the cases where was detected a illicit have made the regularization of the situation with the water company.

The great advantage of this methodology is the identification of illicit in a simple and immediate way with low costs, allowing the improvements of the visit to the client and the increase of the success rate.

KEYWORDS: reduction of apparent losses, detection and control of illicit consumption of water, participation, suspension of the water supply, reading.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA	1
1.2. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	2
2. ESTADO DA ARTE	5
2.1. INTRODUÇÃO AO TEMA	5
2.2. HISTÓRIA DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM PORTUGAL	6
2.2.1. ESTADO DO SETOR DAS ÁGUAS EM PORTUGAL	8
2.2.2. Sustentabilidade do Setor das Águas	9
2.2.3. Modelos de Gestão	9
2.2.4. SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	11
2.2.4.1. Sistemas de Abastecimento de Adução	12
2.2.4.2. Sistemas de Abastecimento de Distribuição	13
2.2.5. PROGRAMA NACIONAL PARA O USO EFICIENTE DA ÁGUA	15
2.3. PERDAS DE ÁGUA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO	17
2.3.1. NÍVEL ECONÓMICO DE PERDAS	19
2.4. DEFINIÇÃO DE PERDAS REAIS	19
2.4.1. CLASSIFICAÇÃO DAS PERDAS REAIS	20
2.4.2. MEDIDAS DE CONTROLO DAS PERDAS REAIS	21
2.5. DEFINIÇÃO DE PERDAS APARENTES	23
2.5.1. ERROS DE MEDIÇÃO	24
2.5.1.1. Redução dos Erros de Medição	26
2.5.2. ERROS INFORMÁTICOS	26
2.5.2.1. Redução dos Erros Informáticos	27
2.5.3. ERROS HUMANOS	27
2.5.3.1. Redução dos Erros Humanos	28
2.5.4. CONSUMOS NÃO AUTORIZADOS	29

2.5.4.1. Tipos de Consumos Não Autorizados.....	30
2.5.4.2. Redução do Consumo Não Autorizado.....	33
2.6. MEDIDAS DE CONTROLO DAS PERDAS APARENTES.....	34
2.7. REDUÇÃO DAS PERDAS DE ÁGUA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	35
2.8. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA	35
2.8.1. MODELOS TRIDIMENSIONAIS.....	37
2.8.1.1. Dados Vetoriais	37
2.8.1.2. Dados Matriciais	37
2.8.1.3. Redes Triangulares Irregulares.....	38
2.8.1.4. <i>Triangulação de Delaunay</i>	39
2.9. ARCGIS 3D ANALYST E ARCSCENE.....	40
2.9.1. CASO DE ESTUDO	41
2.10. CONCEITO DE CONTRAORDENAÇÃO	43
2.11. INFLUÊNCIA DA SUSPENSÃO DO FORNECIMENTO DE ÁGUA NAS PERDAS APARENTES	44
2.11. CONCLUSÃO DO ESTADO DA ARTE.....	45
3. ÂMBITO E OBJETIVOS	47
3.1. ÂMBITO.....	47
3.2. OBJETIVOS.....	47
4. Detecção de Consumos Ilícitos.....	49
4.1. ÁGUAS DO PORTO, EM.....	49
4.1.1. DESCRIÇÃO DA EMPRESA	49
4.1.2. ÁGUA NÃO FATURADA	50
4.1.3. RESULTADOS OBTIDOS	52
4.2. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DO ESTUDO DA DETEÇÃO E CONTROLO DE CONSUMOS ILÍCITOS.....	53
4.2.1. CONSUMOS ILÍCITOS	53
4.2.2. REPRESENTAÇÃO DA ZONA A – TIPOLOGIA 1	57
4.2.3. REPRESENTAÇÃO DA ZONA A – TIPOLOGIA 2	70
4.2.4. REPRESENTAÇÃO DA ZONA A – TIPOLOGIA 3	77
4.2.5. REPRESENTAÇÃO DA ZONA A – TIPOLOGIA 4	85
4.2.6. REPRESENTAÇÃO DA ZONA A – TIPOLOGIA 5	87

4.2.7. REPRESENTAÇÃO DA ZONA B.....	89
4.2.8. REPRESENTAÇÃO DA ZONA C.....	91
4.3. DETEÇÃO DE CONSUMOS APÓS A SUSPENSÃO DO FORNECIMENTO DE ÁGUA.....	93
4.3.1. REPRESENTAÇÃO – CASO 1.....	94
4.3.2. REPRESENTAÇÃO – CASO 2.....	96
4.3.3. REPRESENTAÇÃO – CASO 3.....	97
4.3.4. REPRESENTAÇÃO – CASO 4.....	99
4.3.5. REPRESENTAÇÃO – CASO 5.....	101
4.3.6. REPRESENTAÇÃO – CASO 6.....	102
4.3.7. REPRESENTAÇÃO – CASO 7.....	104
4.4. ANÁLISE DE RESULTADOS.....	105
4.5. SÍNTESE DA METODOLOGIA PROPOSTA.....	108
5. Conclusões e Recomendações.....	111
5.1. CONCLUSÕES.....	111
5.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	112
BIBLIOGRAFIA.....	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1 – Carro de distribuição de água em Vila Real de Santo António em 1935.....	7
Fig. 2.2 – Evolução da população servida com abastecimento de água.....	8
Fig. 2.3 – Componentes da sustentabilidade do setor da água.....	9
Fig. 2.4 – Principais características dos modelos de gestão do setor das águas.....	10
Fig. 2.5 – Cadeia de valor do setor de serviços de água.....	11
Fig. 2.6 – Distribuição geográfica das EG de serviços de abastecimento de água de adução.....	12
Fig. 2.7 – Distribuição geográfica das EG de serviços de abastecimento de água de distribuição.....	14
Fig. 2.8 – Ineficiência nacional no uso da água por setor no ano de 2000 e 2009.....	16
Fig. 2.9 – Metas de ineficiência da utilização da água do PNUEA para 2020.....	17
Fig. 2.10 – Fugas de água no SAA do Porto.....	20
Fig. 2.11 – Metodologia de controlo das perdas reais.....	21
Fig. 2.12 – Componentes das perdas aparentes.....	24
Fig. 2.13 – Unmeasured-Flow Reducer (UFR).....	26
Fig. 2.14 – Ligação ilícita ao SAA do Porto.....	29
Fig. 2.15 – Representação esquemática de uma ligação do tipo “bypass”.....	30
Fig. 2.16 – Representação esquemática de uma derivação de ramal.....	30
Fig. 2.17 – Representação esquemática de uma ligação direta.....	31
Fig. 2.18 – Ligação direta detetada no SAA do Porto.....	31
Fig. 2.19 – Contador violado com quebra do lacre e relojoaria retirada.....	32
Fig. 2.20 – Contador violado com furo da cúpula.....	33
Fig. 2.21 – Estratégia de combate às perdas aparentes.....	34
Fig. 2.22 – Representação de diferentes tipos de informação geográfica nos SIG.....	36
Fig. 2.23 – Representação de dados vetoriais.....	37
Fig. 2.24 – Representação esquemática das células constituintes dos dados matriciais.....	38
Fig. 2.25 – Representação dos nós e arestas e faces de uma RTI.....	39
Fig. 2.26 – Modelo digital do terreno obtido com recurso à <i>triangulação de Delaunay</i>	40
Fig. 2.27 – Principais características do <i>ArcGIS 3D Analyst</i>	40
Fig. 2.28 – Modelação tridimensional de um heliporto utilizando com utilização do <i>ArcScene</i>	42
Fig. 2.29 – Tramitação do processo de contraordenação.....	44
Fig. 2.30 – Selo colocado após o corte de água num cliente do SAA do Porto.....	45
Fig. 4.1 – Gestão integrada do ciclo urbano da água.....	49

Fig. 4.2 – Sistema de abastecimento de água do Porto	50
Fig. 4.3 – Evolução da água não faturada (m ³)	51
Fig. 4.4 – Evolução da situação tributária entre 2012 e 2013.....	52
Fig. 4.5 – Evolução do número de ilícitos detetados desde janeiro até maio de 2014.....	54
Fig. 4.6 – Evolução do número de participações detetadas nas execuções fiscais.....	55
Fig. 4.7 – Consumo de água dos clientes da tipologia 1 da zona A no mês de janeiro	58
Fig. 4.8 – Gráfico da evolução do consumo de água (m ³) do cliente I	59
Fig. 4.9 – Consumo diário de água (m ³ /dia) do cliente I.....	60
Fig. 4.10 – Representação dos consumos cumulativos anuais do cliente I	61
Fig. 4.11 – Detecção do ilícito I durante a fiscalização efetuada à rede predial	62
Fig. 4.12 – Reposição da suspensão do abastecimento de água após a deteção do ilícito I	63
Fig. 4.13 – Consumo de água dos clientes da tipologia 1 da zona A no mês de fevereiro.....	63
Fig. 4.14 – Evolução do consumo de água (m ³) do cliente II.....	64
Fig. 4.15 – Detecção do ilícito II durante a fiscalização efetuada à rede predial	65
Fig. 4.16 – Evolução do consumo de água (m ³) do cliente III.....	66
Fig. 4.17 – Detecção do ilícito III durante a fiscalização efetuada à rede predial	66
Fig. 4.18 – Consumo de água dos clientes da tipologia 1 da zona A no mês de março	68
Fig. 4.19 – Evolução do consumo de água (m ³) do cliente IV	68
Fig. 4.20 – Representação dos consumos cumulativos anuais do cliente suspeito.....	70
Fig. 4.21 – Consumo de água dos clientes da tipologia 2 da zona A no mês de janeiro	71
Fig. 4.22 – Evolução do consumo de água (m ³) do cliente V	72
Fig. 4.23 – Detecção do ilícito V durante a fiscalização efetuada à rede predial	72
Fig. 4.24 – Consumo de água dos clientes da tipologia 2 da zona A no mês de fevereiro.....	73
Fig. 4.25 – Evolução do consumo de água (m ³) do cliente VI	74
Fig. 4.26 – Consumo de água dos clientes da tipologia 2 da zona A no mês de março	75
Fig. 4.27 – Evolução do consumo de água (m ³) do cliente VII	76
Fig. 4.28 – Detecção do ilícito VII durante a fiscalização efetuada à rede predial	76
Fig. 4.29 – Consumo de água dos clientes da tipologia 3 da zona A no mês de janeiro	77
Fig. 4.30 – Representação dos consumos cumulativos anuais do cliente suspeito.....	78
Fig. 4.31 – Consumo de água dos clientes da tipologia 3 da zona A no mês de fevereiro.....	79
Fig. 4.32 – Evolução do consumo de água (m ³) do cliente suspeito	80
Fig. 4.33 – Representação dos consumos cumulativos anuais do cliente suspeito.....	80
Fig. 4.34 – Consumo de água dos clientes da tipologia 3 da zona A no mês de março	81

Fig. 4.35 – Evolução do consumo de água (m ³) do cliente VIII	82
Fig. 4.36 – Detecção do ilícito VIII durante a fiscalização efetuada à rede predial	82
Fig. 4.37 – Evolução do consumo de água (m ³) do cliente IX	83
Fig. 4.38 – Detecção do ilícito IX durante a fiscalização efetuada à rede predial	84
Fig. 4.39 – Consumo de água dos clientes da tipologia 4 da zona A no mês de janeiro.....	85
Fig. 4.40 – Consumo de água das clientes da tipologia 4 da zona A no mês de fevereiro	86
Fig. 4.41 – Consumo de água dos clientes da tipologia 4 da zona A no mês de março	87
Fig. 4.42 – Consumo de água dos clientes da tipologia 5 da zona A no mês de janeiro	88
Fig. 4.43 – Consumo de água dos clientes da tipologia 5 da zona A no mês de fevereiro	88
Fig. 4.44 – Consumo de água dos clientes da tipologia 5 da zona A no mês de março	89
Fig. 4.45 – Consumo de água dos clientes da zona B no mês de janeiro.....	90
Fig. 4.46 – Consumo de água dos clientes da zona B no mês de fevereiro	90
Fig. 4.47 – Consumo de água dos clientes da zona B no mês de março	91
Fig. 4.48 – Consumo de água dos clientes da zona C no mês de janeiro.....	92
Fig. 4.49 – Consumo de água dos clientes da zona C no mês de fevereiro	92
Fig. 4.50 – Consumo de água dos clientes da zona C no mês de Março	93
Fig. 4.51 – Leitura do contador após o corte do abastecimento de água do cliente X.....	95
Fig. 4.52 – Ilícito detetado durante a verificação técnica à habitação X.....	95
Fig. 4.53 – Leitura do contador após o corte do abastecimento de água do cliente XI.....	96
Fig. 4.54 – Ilícito detetado durante a verificação técnica à habitação XI.....	97
Fig. 4.55 – Leitura do contador após o corte do abastecimento de água do cliente XII.....	98
Fig. 4.56 – Ilícito detetado durante a verificação técnica à habitação do cliente XII	98
Fig. 4.57 – Leitura do contador após o corte do abastecimento de água do cliente XIII.....	99
Fig. 4.58 – Ilícito detetado durante a verificação técnica à habitação do cliente XIII	100
Fig. 4.59 – Leitura do contador após a suspensão do fornecimento de água do cliente XIV	101
Fig. 4.60 – Ilícito detetado durante a verificação técnica efetuada à habitação do cliente XIV.....	101
Fig. 4.61 – Leitura do contador após a suspensão do fornecimento de água do cliente XV	102
Fig. 4.62 – Ilícito detetado durante a verificação técnica efetuada à habitação do cliente XV.....	103
Fig. 4.63 – Leitura do contador após a suspensão do fornecimento de água do cliente XVI	104
Fig. 4.64 – Ilícito detetado durante a verificação técnica efetuada à habitação do cliente XVI.....	104
Fig. 4.65 – Percentagem de clientes da zona A que cometeu uma ilicitude	107
Fig. 4.66 – Evolução da dívida dos clientes	108

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Panorama dos serviços de abastecimento de água de adução	13
Tabela 2.2 – Panorama dos serviços de abastecimento de água de distribuição.....	15
Tabela 2.3 – Balança Hídrico	18
Tabela 4.1 – Tarifário aplicado pela Águas do Porto, EM	56
Tabela 4.2 – Impactes do ilícito I na EG	62
Tabela 4.3 – Impactes do ilícito II na EG	65
Tabela 4.4 – Impactes do ilícito III na EG	67
Tabela 4.5 – Impactes do ilícito IV na EG.....	69
Tabela 4.6 – Impactes do ilícito V na EG.....	73
Tabela 4.7 – Impactes do ilícito VI na EG.....	74
Tabela 4.8 – Impactes do ilícito VII na EG.....	77
Tabela 4.9 – Impactes do ilícito VIII na EG.....	83
Tabela 4.10 – Impactes do ilícito IX na EG.....	84
Tabela 4.11 – Clientes com consumo de água após suspensão do abastecimento.....	94
Tabela 4.12 – Impactes do ilícito X na EG.....	96
Tabela 4.13 – Impactes do ilícito XI na EG.....	97
Tabela 4.14 – Impactes do ilícito XII na EG.....	99
Tabela 4.15 – Impactes do ilícito XIII na EG.....	100
Tabela 4.16 – Impactes do ilícito XIV na EG.....	102
Tabela 4.17 – Impactes do ilícito XV na EG.....	103
Tabela 4.18 – Impactes do ilícito XVI na EG.....	105
Tabela 4.19 – Impactes dos ilícitos detetados na EG.....	106

ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

ALI – *Apparent Loss Index*

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

CAP – Controlo Ativo de Perdas

EG – Entidade Gestora

Et al. – E outros

ETA – Estação de Tratamento de Água

ERSAR – Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos

Fig. – Figura

GGA – Gabinete de Gestão de Anomalias

IGeoE – Instituto Geográfico do Exército

INAC – Instituto Nacional de Aviação Civil

IWA – *International Water Association*

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

MDT – Modelo Digital do Terreno

NEP – Nível Económico de Perdas

NEPa – Nível Económico de Perdas Aparentes

NEPr – Nível Económico de Perdas Reais

PC – Posto de Cloragem

PNUEA – Plano Nacional para o Uso Eficiente da Água

RTI – Redes Triangulares Irregulares

SAA – Sistema de Abastecimento de Água

SI – Sistemas de Informação

SIEG – Serviços de Interesse Económico Geral

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

SMAS – Serviços Municipalizados de Água e Saneamento do Porto

UFR – *Unmeasured Flow Reducer*

VFR – *Visual Flight Rules*

VRP – Válvula Redutora de Pressão

ZMC – Zonas de Medição e Controlo

1

INTRODUÇÃO

1.1. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

Os sistemas de abastecimento de água (SAA) enfrentam atualmente um novo paradigma relacionado com as perdas, tanto a nível de perdas reais como aparentes. Estas últimas, apesar de representarem um volume inferior relativamente às perdas reais, em termos económicos são mais significativas, uma vez que a sua valorização é feita ao preço de venda da água que é cerca de cinco vezes superior ao custo por metro cúbico das perdas reais.

A nível nacional as perdas reais situam-se nos 24% e as aparentes em 11 %, nos quais se incluem consumos autorizados mas não faturados ou ligações ilegais. Estes valores são considerados elevados relativamente à média europeia e podem ser explicados pelo desconhecimento por parte das entidades gestoras (EG) dos seus valores de perdas. Assim sendo, no caso das perdas aparentes o desenvolvimento de metodologias adequadas, que geralmente não requerem um elevado investimento por parte das EG podem levar a uma redução significativa do impacte económico que estas implicam.

Os componentes que constituem as perdas aparentes são os erros de medição, erros informáticos, erros humanos e ainda o consumo não autorizado, sendo este último o principal enfoque da presente dissertação. O estudo de medidas para a redução dos consumos não autorizados não é um tema muito desenvolvido na bibliografia, no entanto este representa um impacte significativo a nível social, técnico, financeiro e ambiental no funcionamento da EG e consequentemente na satisfação dos clientes.

A verificação da existência de um consumo não autorizado, que pode tomar a forma de ligações ilícitas, religações não autorizadas, adulteração dos contadores e a utilização fraudulenta de hidrantes resume-se atualmente à inspeção da rede predial. No entanto, salienta-se ainda que uma análise integrada do historial dos utilizadores e da evolução do comportamento de consumo destes, constitui uma vantagem no combate à redução dos consumos não autorizados permitindo ainda que a EG tenha um conhecimento mais aprofundado da evolução futura do consumo dos clientes, o que constitui uma vantagem no dimensionamento da rede.

A existência de consumos de água nulos ou muito baixos relativamente à tipologia habitacional é um aspeto muitas vezes ignorado pelas EG, que pode indiciar a existência de fraudes. Assim sendo, a agregação dos consumos de água por tipologia de habitação e por zona permite a identificação de consumos anómalos que necessitam de investigação mais detalhada.

É de relevância comprovada o estudo de consumo ilícito de água após a suspensão do fornecimento, já que esta é uma situação vulgar em Portugal, porém grande parte das EG resumem a sua atuação à revisão da suspensão do fornecimento de água. A criação de bases de dados que emitam alertas, em

caso de consumo ilícito de água após o corte efetivo do fornecimento é uma medida que deve ser considerada na redução deste tipo de fraudes, assim como outras.

1.2. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Com a presente dissertação pretende-se mostrar a importância e utilidade da deteção e controlo de consumos ilícitos na redução das perdas aparentes dos SAA. Assim sendo, começou-se por fazer uma contextualização do tema através do estado da arte. De seguida, procedeu-se à análise do caso de estudo e por fim retirou-se as conclusões do mesmo.

- **Capítulo 1 - Introdução**

Neste capítulo faz-se uma breve contextualização do tema, do âmbito da dissertação e da sua relevância na melhoria da eficiência da utilização dos recursos hídricos.

- **Capítulo 2 – Estado da Arte**

No segundo capítulo é apresentada a recolha bibliográfica efetuada nesta dissertação.

Em primeiro lugar é feita uma breve contextualização histórica dos SAA a par de apresentação da importância da água na sociedade atual.

Seguidamente foi efetuada uma revisão bibliográfica das perdas de água nos SAA, concretamente das perdas reais e aparentes sendo que estas últimas foram as mais exploradas, pois constituem o objeto de estudo da presente dissertação.

Posteriormente demonstrou-se a relevância dos sistemas de informação geográfica (SIG), os tipos de informação geográfica e a sua aplicabilidade nos SAA. Apresentou-se também a importância do processo contraordenacional e da suspensão do fornecimento de água no combate às perdas aparentes.

Por fim, apresenta-se uma conclusão do estado da arte que salienta os pontos mais importantes da recolha bibliográfica, assim como os aspetos que deveriam ser mais aprofundados na bibliografia.

- **Capítulo 3 – Âmbito e Objetivos**

Neste capítulo, perante a escassa informação detetada no estado da arte, destacaram-se os fatores identificados como pertinentes, no período de tempo disponível para a realização da dissertação em ambiente empresarial.

O principal objetivo desta dissertação é a deteção e controlo de consumos ilícitos de água como medida de redução das perdas aparentes em empresas de águas, utilizando algumas zonas da cidade do Porto como caso de estudo prático. Para tal representaram-se os consumos de água individuais, por tipologia habitacional para a deteção de consumos anómalos e a identificação de clientes com consumo de água após a suspensão do fornecimento de água.

- **Capítulo 4 – Detecção de Consumos Ilícitos**

Neste capítulo foi efetuada, em primeiro lugar, uma descrição da empresa Águas do Porto, EM onde foi concretizada a presente dissertação.

Relativamente à apresentação de resultados, começou-se por mostrar a representação dos consumos de água a três dimensões e os ilícitos detetados nas zonas do Porto analisadas. Seguidamente apresentam-se os ilícitos com base na sua deteção após a suspensão do abastecimento de água. Por fim, efetuou-se uma análise dos volumes de água consumidos de forma ilícita e os respetivos custos para a EG.

- **Capítulo 5 – Conclusões e Recomendações**

No último capítulo, foram descritas as principais conclusões do estudo, concretizado com esta dissertação e as recomendações para eventuais trabalhos futuros efetuados nesta área.

2

ESTADO DA ARTE

2.1. INTRODUÇÃO AO TEMA

A crescente aglomeração da população e das atividades económicas assim como a melhoria da qualidade de vida coloca grandes pressões sobre o recurso água. Este facto, leva a que as origens de água com qualidade adequada para consumo humano estejam cada vez mais inacessíveis. Para além disto, ainda há que ter em consideração a sazonalidade da oferta da água, uma vez que a procura deste recurso é maior nos meses de verão, em que este é mais escasso (Martins, 2007).

Recentemente tem-se assistido a um aumento dos custos com o serviço de abastecimento de água devido ao aumento do consumo de água, associado a padrões de desenvolvimento mais elevados e à deterioração das origens de água, em conjunto com a ocorrência de escassez sazonal ou relativa. Face a isto, é imperativo recolocar o enfoque em termos de orientação estratégica da gestão da água, também no lado da procura. De salientar que, o aumento da oferta de água não é uma estratégia sustentável a longo prazo, em particular no que se refere a um recurso com qualidade para consumo humano (Martins, 2007).

O acesso à água e ao saneamento de águas residuais foram recentemente declarados como direitos humanos pela comunidade internacional, com a participação ativa do Governo Português. Esta qualificação jurídica é pertinente no modo como os serviços de abastecimento de água e saneamento de águas residuais devem ser prestados e entendidos. O teor destes direitos é definido por um conjunto de critérios (Albuquerque, 2012):

- **Acessibilidade física:** o abastecimento de água deve ser estar acessível na própria habitação, nos locais de trabalho e em locais coletivos, a nível de distância, segurança e conveniência para pessoas com mobilidade reduzida;
- **Disponibilidade:** todos os cidadãos devem ter acesso à água em quantidade suficiente para a satisfação das necessidades básica de alimentação, higiene pessoal e outros usos domésticos essenciais, de forma contínua;
- **Qualidade:** a água deve ter características que a tornem adequada para consumo humano e portanto não represente perigo para a saúde pública;
- **Acessibilidade económica:** todos os cidadãos devem ter acesso à água a um preço aceitável, que não comprometa a capacidade de adquirir outros bens e serviços essenciais assegurados pelos direitos humanos, tais como a alimentação, a habitação e a saúde;
- **Aceitabilidade:** as instalações do SAA e saneamento de águas residuais devem assegurar, o respeito pela dignidade humana mediante os padrões culturais atuais.

Para além destes critérios específicos, o acesso à água e ao saneamento devem ser assegurados mediante princípios de não discriminação (o que significa por exemplo, a garantia de acesso à água de grupos desfavorecidos), a participação dos interessados e a responsabilização pública, tal como sucede com os restantes direitos humanos (Albuquerque, 2012).

Com efeito, o abastecimento de água e o saneamento de águas residuais correspondem a serviços de interesse geral ou, mais especificamente, Serviços de Interesse Económico Geral (SIEG) uma vez que garantem a satisfação das necessidades básicas da maioria dos cidadãos quer sejam económicas, sociais ou culturais, e cuja existência seja fundamental à vida. Os SIEG são igualmente reconhecidos como serviços públicos essenciais pela legislação nacional, nomeadamente pela Lei dos serviços públicos essenciais (Lei n.º 23/96, de 26 de Julho) (ERSAR, 2013a).

2.2. HISTÓRIA DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM PORTUGAL

A definição de políticas públicas de abastecimento de água em Portugal começou no final do século XIX. O aparecimento de diversas doenças infecciosas comprovadamente relacionadas com a inexistência de SAA e saneamento de águas residuais capazes de assegurar o acesso à água potável e a condições mínimas de higiene à população, em conjunto com elevadas taxas de mortalidade e morbilidade infantil, apresentavam-se como motivos para justificar uma mudança no sistema, que deveria redefinir as indicações essenciais das políticas de saúde pública e assegurar as condições técnicas, administrativas e materiais fundamentais à sua implementação em todo o território nacional (Pato, 2011).

A infraestruturização das habitações com SAA deveria seguir os avanços tecnológicos mais desenvolvidos da época, cuja implementação estava a ser feita em algumas cidades europeias e norte-americanas. Por outro lado, para que as infraestruturas tivessem o resultado pretendido, seria fundamental desenvolver um conjunto de outras funções, nomeadamente: o crescimento da rede de laboratórios de saúde pública, responsáveis pela verificação da qualidade da água e da determinação das causas de mortalidade e morbilidade e a formação de técnicos na área da engenharia e medicina sanitária para planear as infraestruturas, gerir os serviços e trabalhar as atribuições de administração e inspeção (Pato, 2011).

O desenvolvimento das ações anteriormente referidas era crucial para a melhoria das condições de saúde pública, pelo que o exercício destas funções foi aplicado na legislação que definiu os propósitos da reforma dos serviços de administração sanitária, cuja publicação ocorreu entre 1899 e 1901 (Pato, 2011).

A frágil situação financeira que se verificava em Portugal em 1892, em conjunto com a indecisão política no que diz respeito ao melhor modelo de organização político-administrativa do território impediam o desenvolvimento de um modelo de governação que se pretendia criar de forma estruturada, ao nível de todo o território nacional (Pato, 2011).

Nos primeiros trinta anos do século XX, assistiu-se a um processo de implementação e desenvolvimento de políticas públicas de abastecimento de água, lento e disfuncional. O primeiro inquérito às condições sanitárias das “principais povoações portuguesas”, efetuado em 1903 pelo Conselho de Melhoramentos Sanitários, incluía menos de um quarto da população e não teria seguimento. Porém, a década de 1930 representa um esforço de diagnóstico no sentido em que foram realizados três inquéritos às condições de abastecimento de água e drenagem de águas residuais do país, o que denotava um claro e renovado interesse político neste domínio de governação (Pato, 2011).

Em 1932, o Estado possibilitou às Câmaras Municipais a admissão de técnicos projetistas, estranhos à Administração Geral dos Serviços Hidráulicos e Elétricos, quando antecipadamente autorizadas e com a comparticipação de obras até 50%. Entre 1932 e 1933 foi criada a secção de Melhoramentos de Águas e Saneamento, no quadro orgânico do Ministério das Obras Públicas e a da Junta Sanitária de Águas, sob tutela do Ministério Interior. Apesar dos esforços feitos, em 1941 apenas 26% da população tinha acesso a sistemas de distribuição domiciliária de águas, sendo que em 1972 foram efetuados estudos de âmbito nacional com vista a uma política integrada de saneamento básico no qual se verificou que a percentagem de população com acesso a sistemas de distribuição de água era de 40% (J. Poças Martins, 2012).

Na Fig. 2.1. é possível observar o modo de distribuição de água em Vila Real de Santo António em 1935.

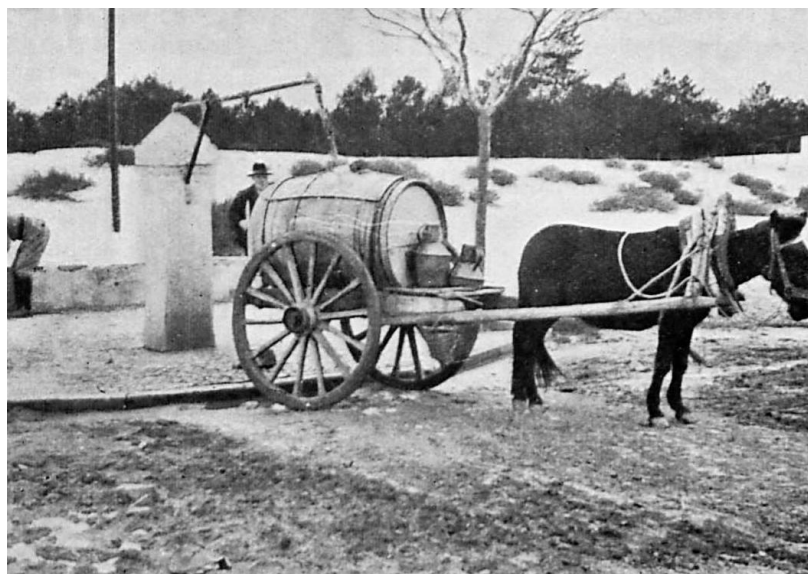


Fig. 2.1 - Carro de distribuição de água em Vila Real de Santo António em 1935 (Pato, 2011).

A partir de Abril de 1974 verificou-se um investimento político notório na resolução dos problemas sanitários. Entre 1975 e 1990 os níveis de atendimento à população com SAA passaram de 40% para 80%, respetivamente. Esta evolução positiva deve-se à aplicação de inúmeras medidas, entre as quais, a criação da Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos e Saneamento Básico e da Direção-Geral de Saneamento Básico, a formação da primeira pós-graduação em engenharia sanitária e do Núcleo de Engenharia Sanitária no Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) que contribuiu para a colmatação dos problemas relativos à falta de quadros técnicos e por fim, o esforço dos municípios no processo de infraestruturização (J. Poças Martins, 2012), (Pato, 2011).

A análise histórica das políticas públicas de abastecimento e saneamento de águas residuais é uma condição essencial para a compreensão da situação atual e para a reflexão acerca das possibilidades de desenvolvimento futuras (Pato, 2011). De seguida apresenta-se o estado atual do setor das águas em Portugal.

2.2.1. ESTADO DO SETOR DAS ÁGUAS EM PORTUGAL

A importância do setor da água em Portugal pode ser vista segundo inúmeras perspetivas, nomeadamente por ser um recurso fundamental à maior parte das atividades económicas, com um impacto determinante na qualidade de vida das populações e com uma forte influência na saúde pública, tal como anteriormente referido. Os serviços de águas são muito importantes do ponto de vista económico, dado que requerem investimentos avultados em infraestruturas e mobilizam outros sectores de atividade económica, enquanto fornecedores de serviços, bens materiais e produtos (Martins, 2007).

A evolução positiva do setor das águas em Portugal foi notória nas últimas décadas. Relativamente ao abastecimento público de água, a situação evoluiu expressivamente nos últimos anos, resultado de um esforço importante no investimento, tendo sido fundamental o cofinanciamento por fundos comunitários (ERSAR, 2013a).

O reforço da infraestruturização do setor levado a cabo nos últimos anos, levou a um acréscimo significativo da cobertura dos serviços de abastecimento de água e saneamento de águas residuais. No que diz respeito ao abastecimento de água, verifica-se que no início da década de 90 a cobertura deste serviço era de aproximadamente 80%, tendo vindo a aumentar contínua e significativamente, atingindo 95% em 2011, com 99% nas zonas urbanas e 90% nas rurais (ERSAR, 2013a).

A Fig. 2.2 mostra a evolução da população servida com abastecimento de água desde 1994 até 2011.



Fig. 2.2 - Evolução da população com acesso a abastecimento de água (ERSAR, 2013a).

A evolução positiva verifica-se também com a qualidade da água, uma vez que, nos últimos anos a percentagem de água controlada e de boa qualidade aumentou de forma contínua. De salientar que em 2011 cerca de 98% da água era controlada e de boa qualidade, quando em 1993 este indicador era apenas de 50% (ERSAR, 2013a).

O desenvolvimento empresarial nos serviços de águas encontra-se numa fase de crescimento e expansão, apesar de ter havido uma diminuição na criação de novos sistemas multimunicipais de águas e na empresarialização dos serviços nos últimos anos (ERSAR, 2013a).

2.2.2. SUSTENTABILIDADE DO SETOR DAS ÁGUAS

A fixação de objetivos e medidas tem, inevitavelmente, que ter em conta que toda a problemática enunciada gira à volta de um aspeto fundamental, que é a questão tarifária. Uma política de financiamento que garanta a cobertura total de custos será o motor para a resolução da maior parte das questões que ainda estejam em aberto (PEAASAR II, 2007).

No centro do conjunto de limitações sobre o setor encontra-se a necessidade de definição de uma política tarifária sustentável, cuja importância ultrapassa a área económica, devido às interações com outras áreas: social, financeira, ambiental, política e até mesmo cultural (Martins, 2007).

O preço justo da água deve representar o equilíbrio entre as três componentes da sustentabilidade do setor, isto é, cobrir os custos do serviço através de tarifas socialmente aceites e escalonadas de forma a contribuir para o seu uso eficiente, tal como pode ser visto na Fig. 2.3 (PEAASAR II, 2007).



Fig. 2.3 - Componentes da sustentabilidade do setor da água (Adaptado de PEAASAR II, 2007).

2.2.3. MODELOS DE GESTÃO

A atribuição de competências de abastecimento de água às autarquias, em conjunto com a falta de concorrência, resultado das características específicas de produção, e principalmente de distribuição no setor, associadas às infraestruturas em rede, levou à existência de inúmeros monopólios locais em Portugal. Esta tendência repete-se em cada concelho, levando à existência de apenas um operador por município. Em certos casos, existe apenas uma EG para vários municípios (Martins, 2007).

As características deste setor, particularmente o elevado número de EG, têm dificultado a criação e a aplicação de um modelo único que consiga dar resposta à sua essência multidisciplinar e intersectorial (ERSAR, 2013a).

De salientar que, existem três modelos de gestão distintos, a saber: Concessionárias multimunicipais, concessionárias municipais e entidades municipais. As principais características destes modelos podem ser observadas na Fig. 2.4.

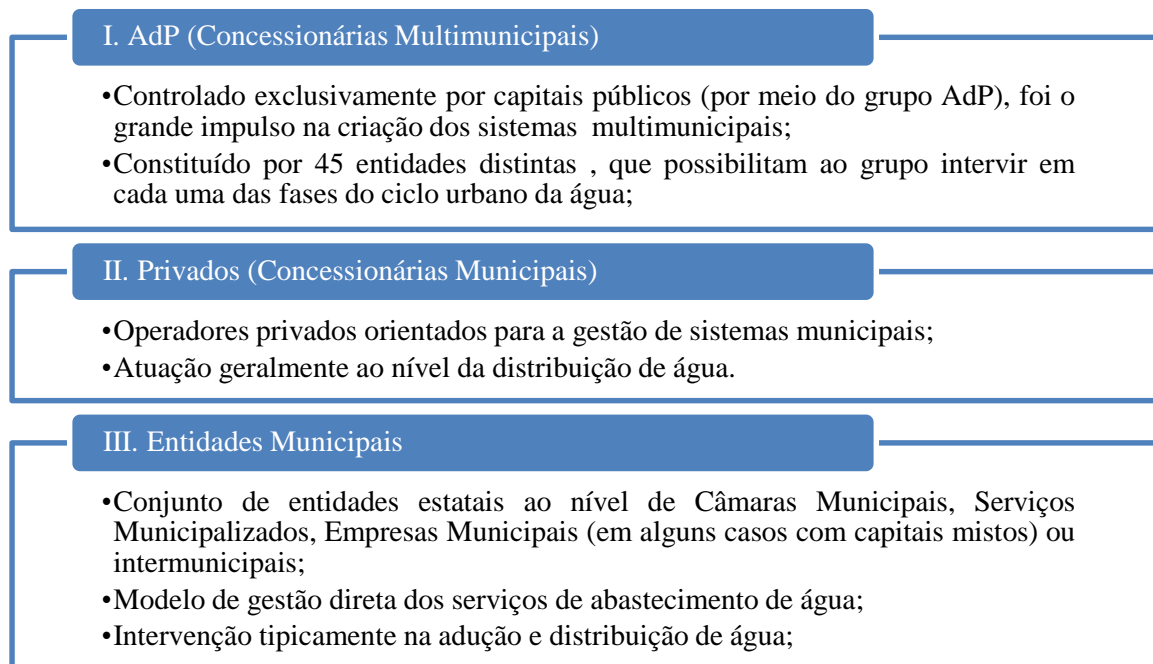


Fig. 2.4 - Principais características dos modelos de gestão do setor das águas (Adaptado de KPMG, 2011).

De acordo com o Decreto-Lei n.º 194/2009 de 20 de Agosto, a EG dos serviços municipais é determinada pela entidade titular, mediante um dos seguintes modelos de gestão: prestação direta do serviço, delegação de serviço em empresa constituída em parceria com o Estado, delegação do serviço em empresa do setor empresarial local ou concessão do serviço.

A gestão direta dos sistemas é efetuada pelo município, conjunto de municípios ou área metropolitana através dos respetivos serviços municipais ou municipalizados (ou intermunicipalizados). Os serviços municipais e municipalizados, distinguem-se pelo nível de autonomia administrativa e financeira (superior no segundo caso, em que há orçamento próprio), apesar de em ambos os casos se tratar de serviços integrados no município, nos quais as tarifas são determinadas pelos respetivos órgãos (ERSAR, 2013a).

Por outro lado, podem ser celebradas parcerias entre o Estado e os municípios com vista à gestão e exploração de sistemas municipais de abastecimento público de água e de saneamento de águas residuais, tal como é referido no Decreto-Lei supracitado.

A delegação dos serviços em empresas do setor empresarial local permite que estas sejam responsáveis pela gestão de serviços de interesse geral, nomeadamente o abastecimento público de água e o saneamento de águas residuais. A delegação é efetuada através da celebração de um contrato de gestão que estabelece os objetivos a prosseguir pela empresa e a política de preços recomendada (ERSAR, 2013a).

O Decreto-Lei n.º 194/2009 prevê ainda a possibilidade de concessão dos serviços municipais que inclui a operação, manutenção e a conservação do sistema e pode ainda envolver a construção, renovação e substituição de infraestruturas. Neste caso deve existir um contrato de concessão, um caderno de encargos e uma comissão de acompanhamento da concessão.

2.2.4. SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Os SAA constituem infraestruturas de produção e distribuição de um bem económico de elevado valor nomeadamente a água para consumo humano (Alegre *et al.*, 2005).

Um SAA corresponde à retirada de água da natureza, adaptação da sua qualidade, transporte até aos aglomerados e fornecimento aos clientes em quantidade suficiente para a satisfação das suas necessidades. Os SAA podem ser projetados para atender a pequenas povoações ou a grandes cidades, dependendo das características e dimensão das suas instalações (Mota, 2012).

Na Fig. 2.5. é possível observar a cadeia de valor das atividades dos setores dos serviços de águas.

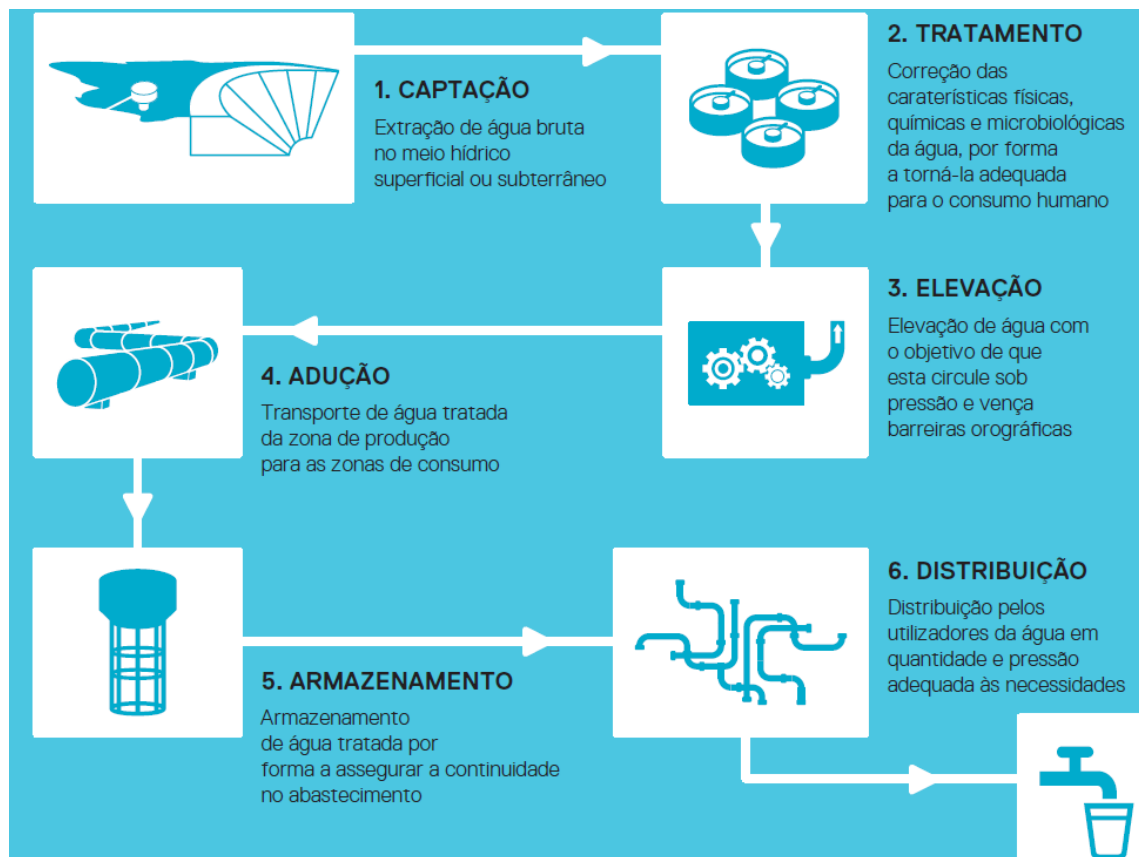


Fig. 2.5 - Cadeia de valor do setor de serviços de água (ERSAR, 2013a).

Um SAA engloba todos os equipamentos e instalações responsáveis pela captação, tratamento, transporte, armazenamento e distribuição de água potável, de modo a garantir o abastecimento às populações. Que incluem (Mota, 2012):

- Captação: Infraestrutura onde a água é retirada da sua origem natural.
- Posto de cloração (PC) e/ou Estação de Tratamento de Água (ETA): Infraestrutura onde a água é tratada de modo a tornar-se própria para consumo humano.
- Estação elevatória: Infraestrutura onde a água é bombeada (ou elevada) para zonas localizadas a altitudes superiores.

- Conduta adutora: Tubagem que transporta a água desde a captação até à rede de abastecimento, estabelecendo a ligação entre os vários equipamentos e instalações.
- Reservatório: Infraestrutura onde a água é armazenada.
- Rede de abastecimento (rede de distribuição): Conduções, geralmente instaladas na via pública, que transportam a água até aos ramais de ligação, os quais garantem o abastecimento de água às habitações.

O conjunto de atividades fundamentais ao desenvolvimento e fornecimento dos serviços de abastecimento de água denomina-se de cadeia de valor.

Os SAA são geralmente classificados segundo as designações de adução e distribuição, mediante as atividades realizadas pelas EG. Esta classificação esteve na base da criação dos sistemas multimunicipais, maioritariamente responsáveis pela adução e dos sistemas municipais responsáveis pela distribuição (ERSAR, 2013a).

2.2.4.1. Sistemas de Abastecimento de Adução

Os sistemas de adução abrangem todos os componentes que se encontram a montante da rede de distribuição de água, ou seja, a captação, tratamento, adução e armazenamento de água (Paixão, 1996).

Na Fig. 2.6 é possível observar a distribuição geográfica das EG do serviço de abastecimento público de água de adução.

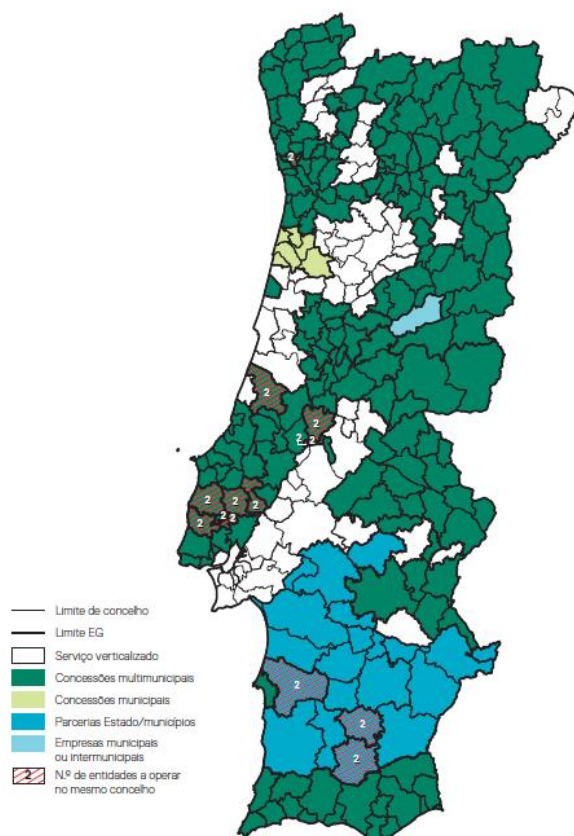


Fig. 2.6 - Distribuição geográfica das EG de serviços de abastecimento de água de adução (ERSAR, 2013a).

A observação da figura anterior permite constatar que as concessões multimunicipais detêm um maior número de municípios a nível nacional. Verifica-se também a existência de municípios em que o serviço de abastecimento de água é verticalizado, isto é as entidades que efetuam o abastecimento público de água detêm toda a cadeia de valor, realizando a captação e o tratamento da água bem como a distribuição ao consumidor. Em Portugal Continental existem cerca de 107 municípios nestas condições, a que correspondem cerca de 3,6 milhões de habitantes, concentrando-se principalmente no centro do país.

Na Tabela 2.1 encontra-se o estado dos serviços de abastecimento de água de adução.

Tabela 2.1 - Panorama dos serviços de abastecimento de água de adução (Adaptado de ERSAR, 2013a).

Submodelo de Gestão	EG	Concelhos Abrangidos	Área Abrangida (km²)	População Abrangida (milhares de hab.)	Densidade Populacional (hab/km²)
Concessões multimunicipais	12	184	51 786	6 147	119
Concessões municipais	1	6	639	142	222
Parcerias Estado/municípios	1	21	16 052	265	17
Empresas municipais ou intermunicipais	1	1	435	51	118
Outros submodelos de gestão/não aplicável	1	2	101	0,4	4

Analisando a tabela anteriormente apresentada verifica-se que são as concessões multimunicipais o modelo de gestão que abrange o maior número de habitantes (6147 milhares de habitantes) a que correspondem 12 EG e 184 concelhos. Sucedem-se as parcerias Estado/municípios com 1 EG, 21 concelhos abrangidos e uma população servida de 265 milhares de habitantes. Os submodelos de gestão menos representativos em Portugal são as concessões municipais, as empresas municipais ou intermunicipais e outros submodelos de gestão.

2.2.4.2. Sistemas de Abastecimento de Distribuição

Os sistemas de distribuição incluem toda a rede de distribuição, isto é, são responsáveis pela divisão da água, assegurando que esta chega aos consumidores finais em quantidade e qualidade adequadas (Paixão, 1996).

Na Fig. 2.7 é possível observar a distribuição geográfica das EG do serviço de abastecimento público de água de distribuição, por submodelo de gestão.

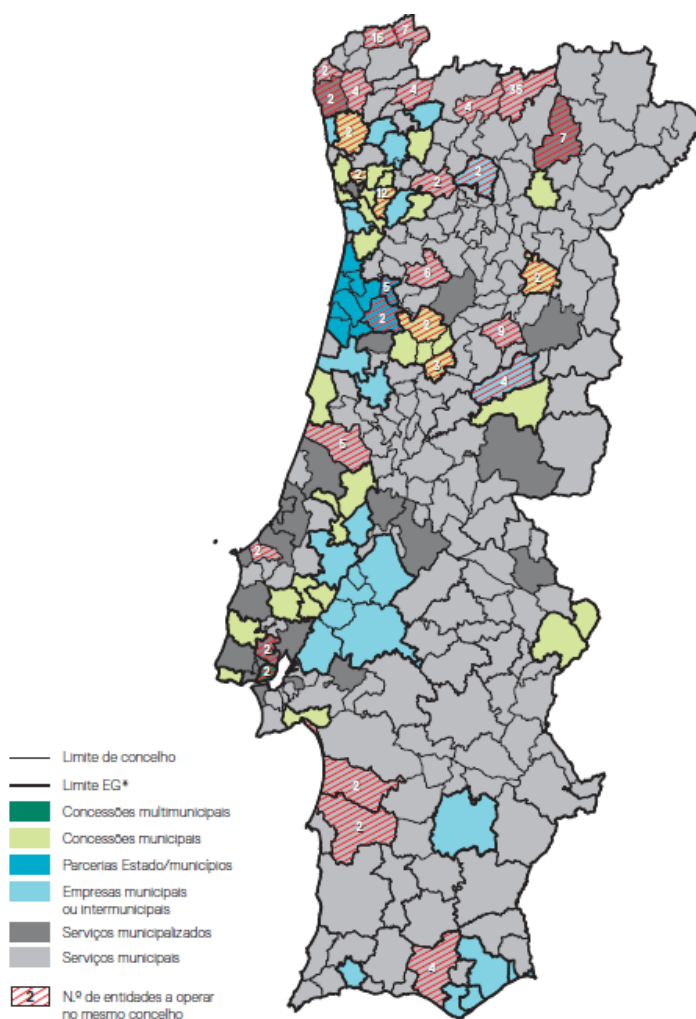


Fig. 2.7 - Distribuição geográfica das EG de serviços de abastecimento de água de distribuição (ERSAR, 2013a).

A figura anteriormente apresentada permite deduzir que a prestação de serviços de distribuição de água é maioritariamente feita por serviços municipais, seguindo-se as concessionárias municipais, as empresas municipais e intermunicipais, os serviços municipalizados, os outros submodelos de gestão, as parcerias Estado/municípios e, em último lugar, as concessões multimunicipais (ERSAR, 2013a).

Na Tabela 2.2 apresenta-se o panorama dos serviços de abastecimento de água de distribuição.

Tabela 2.2 - Panorama dos serviços de abastecimento de água de distribuição (Adaptado de ERSAR, 2013a).

Submodelo de gestão	EG	Concelhos Abrangidos	Área Abrangida (km ²)	População Abrangida (milhares de hab.)	Densidade Populacional (hab./km ²)
Concessões multimunicipais	2	2	160	575	3 594
Concessões municipais	27	32	7 448	1 808	243
Parcerias Estado/municípios	1	10	1 476	332	225
Empresas municipais e intermunicipais	24	29	9 052	1 766	195
Serviços municipais	191	191	62 322	3 107	50

A tabela anterior permite constatar que os serviços municipais são o submodelo de gestão que abrange um maior número de habitantes (3,1 milhões) a que correspondem 191 municípios. Porém, esta tipologia é predominante em zonas rurais, ou seja, com menor densidade populacional (50 habitantes/km²). Em sentido oposto, as concessões multimunicipais, com uma densidade populacional de 3,5 mil hab./km² são caracterizadas pela prestação de serviços em áreas urbanas. Outros submodelos de gestão com relevância no abastecimento de água em baixa são as concessionárias municipais, as empresas municipais ou intermunicipais e os serviços municipalizados que abrangem 1,8 milhões de habitantes, 1,7 milhões de habitantes e 2,2 milhões de habitantes, respetivamente. Apesar destes submodelos de gestão abrangerem um número muito inferior de municípios do que os serviços municipais, as especificidades mais urbanas das suas áreas de intervenção podem ser o motivo do elevado número de habitantes servidos (ERSAR, 2013a).

2.2.5. PROGRAMA NACIONAL PARA O USO EFICIENTE DA ÁGUA

O Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA) é um instrumento de política nacional para um uso eficiente da água, particularmente nos setores urbano, agrícola e industrial, contribuindo para a diminuição do risco de escassez hídrica e para a melhoria das condições ambientais, mantendo a satisfação das necessidades vitais e a qualidade de vida das populações, assim como o progresso socioeconómico de Portugal. Este programa tem ainda como benefícios indiretos: a redução do volume de água residual rejeitado para o meio hídrico e a redução dos consumos de energia, aspetos altamente dependentes dos usos da água. Para além disto, há ainda que ter em consideração que a ineficiência no transporte e utilização da água podem atingir valores monetários muito relevantes na estrutura de custos da água e na necessidade de antecipação de investimentos para dar resposta à procura de água (APA,2012). Os objetivos estratégicos do PNUEA são:

- Promover uma atitude duradoura de proteção da água perante os cidadãos, em particular na população infantil e juvenil, de forma a potenciar a alteração de comportamentos;
- Criar uma consciência nos cidadãos em geral mas também nos gestores dos SAA, quanto à relevância da utilização eficiente da água;

- Habilitar e capacitar as entidades responsáveis pela conceção e gestão de sistemas de abastecimento e dos equipamentos, através da produção e disponibilização de ferramentas de informação e de auxílio à formação;
- Terminar com os desperdícios de água e minimizar a níveis aceitáveis as perdas de água nos sistemas de abastecimento, considerando em primeiro lugar os que são potencialmente mais expressivos (sistemas de natureza pública e/ou coletiva);
- Fomentar iniciativas concretas com base em parcerias entre entidades públicas e/ou privadas;
- Assegurar a avaliação periódica e sistemática das ações que possibilitem conhecer a evolução do PNUEA.

A procura anual de água no território continental no início do século XXI era de cerca de 7500 milhões de m³ em Portugal, no conjunto dos três setores: urbano, agrícola e industrial. Em termos de volume, o setor agrícola é o maior consumidor. Relativamente aos custos de abastecimento, o setor urbano é o mais expressivo, dado que a água para consumo humano requer tratamento preliminar. De salientar que nem toda a água captada é efetivamente aproveitada, pois existe uma fração importante de desperdício associada: a perdas no sistema de armazenamento, transporte e distribuição e ao uso ineficiente da água para os fins esperados (APA, 2012).

A Fig. 2.8 mostra a ineficiência nacional no uso da água por setor relativamente a perdas no sistema de armazenamento, transporte e distribuição.



Fig. 2.8 - Ineficiência nacional no uso da água por setor no ano de 2000 e 2009 (APA, 2012).

Analisando a figura anteriormente apresentada verifica-se que no ano de 2000, o setor urbano e agrícola eram os que apresentavam maior desperdício de água (40%), seguindo-se o setor industrial (30%). No ano de 2009, o setor agrícola era o mais representativo em termos de ineficiência de utilização da água (37,5 %) seguindo-se o setor urbano (25 %) e por fim o setor industrial (22,5 %). Apesar da evolução positiva verificada na eficiência da utilização da água, permanece ainda uma porção importante de desperdício, associada a ineficiência de usos e perdas, mantendo-se a existência de oportunidades de melhoria do consumo de água em todos os setores (APA, 2012).

Na Fig. 2.9 apresenta-se a meta de ineficiência de utilização da água no ano de 2020.

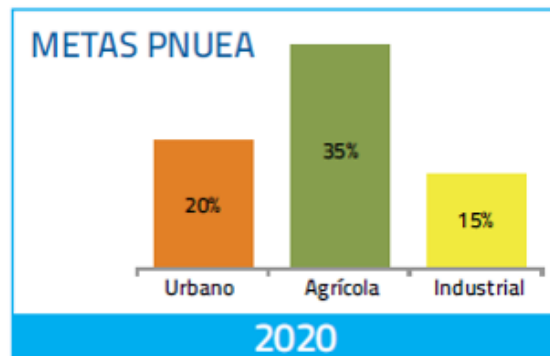


Fig. 2.9 - Metas de ineficiência da utilização da água do PNUEA para 2020 (APA, 2012).

A obtenção dos resultados apresentados na figura anterior depende da implementação de um conjunto de medidas destinadas a aumentar a eficiência da utilização da água nos setores urbano, agrícola e industrial. As medidas a desenvolver no setor urbano incluem a redução de perdas de água nos SAA e a diminuição de consumos através da:

- **Adequação tecnológica:** Engloba todas as medidas de adequação e reconversão de equipamentos de armazenamento, transporte, distribuição e utilização da água, que levem à implementação da eficiência hídrica em cada setor;
- **Adequação de comportamentos:** Visa a alteração de comportamentos e rotinas humanas, que promovam a melhoria da eficiência hídrica.

O PNUEA, focado na redução das perdas de água nos sistemas de abastecimento e na otimização da utilização da água é, um mecanismo de gestão indispensável para a preservação dos Recursos Hídricos, num país onde a variabilidade climática cria habitualmente situações de escassez de água (APA, 2012).

2.3. PERDAS DE ÁGUA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO

O aumento dos custos da exploração dos SAA associado à escassez dos recursos hídricos tem levado muitas EG a melhorarem a eficiência dos sistemas de distribuição, através da redução das perdas de água (Mutikanga, 2012).

As perdas de água são umas das principais fontes de ineficiência das EG do abastecimento de água. Comparativamente com outros setores produtivos, são poucos os que perdem, no seu processo de transporte e distribuição, quantidades tão significativas do produto produzido (Alegre *et al.*, 2005).

As perdas referem-se a água que não é faturada nem utilizada para outros usos autorizados, mas que é captada, tratada, transportada em infraestruturas de valor patrimonial elevado e com custos de operação e manutenção expressivos. Na prática, não existem redes totalmente estanques, as fugas e extravasamentos são inevitáveis, no entanto uma rede bem construída e mantida tem poucas perdas (Alegre *et al.*, 2005).

A diminuição das perdas de água representa, muitas vezes, uma alternativa económica à exploração de novos recursos através de medidas de elevado custo tais como novas barragens, poços profundos ou dessalinização (Fallis *et al.*, 2011).

A água não faturada corresponde ao volume de água resultante da diferença entre o total anual de água à entrada no sistema e o consumo autorizado faturado. Envolve não só as perdas reais e aparentes, mas também o consumo não autorizado faturado (J. Poças Martins, 2013).

O primeiro passo para reduzir as perdas de água é a elaboração de um balanço hídrico. Este permite que a EG conheça a dimensão, as fontes e os custos da água não faturada. A *International Water Association* (IWA) desenvolveu um balanço hídrico com estrutura e terminologia padronizadas que é amplamente utilizado em muitos países do mundo (Farley *et al.*, 2008).

As EG devem utilizar o balanço hídrico para calcular cada componente e para determinar onde é que as perdas se localizam (Farley *et al.*, 2008).

Na Tabela 2.3 apresenta-se o balanço hídrico desenvolvido pelo IWA.

Tabela 2.3 - Balanço Hídrico (Adaptado de Alegre *et al.*, 2005).

Água Entrada no Sistema (m ³ /ano)	Consumo Autorizado (m ³ /ano)	Consumo Autorizado Faturado (m ³ /ano)	Consumo Autorizado Medido (m ³ /ano)	Água Faturada (m ³ /ano)
			Consumo Autorizado Não Medido (m ³ /ano)	
		Consumo Autorizado Não Faturado (m ³ /ano)	Consumo Não Faturado Medido (m ³ /ano)	Água Não Faturada (m ³ /ano)
			Consumo Não Faturado Não medido (m ³ /ano)	
	Perdas de Água (m ³ /ano)	Perdas Aparentes (m ³ /ano)	Uso Não Autorizado (m ³ /ano)	
			Erros de Medição (m ³ /ano)	
		Perdas Reais (m ³ /ano)	Fugas nas Conduitas (m ³ /ano)	
			Fugas e extravasamentos nos reservatórios (m ³ /ano)	
			Fugas nos Ramais (m ³ /ano)	

A experiência mostra que o cálculo dos componentes do balanço hídrico com uma precisão aceitável é especialmente difícil quando não há leituras num número significativo de clientes. Nestes casos, recomenda-se que o consumo autorizado seja obtido através de medições em amostras com um número suficiente de ligações individuais e de subcategorias expressivas do ponto de vista estatístico. Por outro lado, pode ser calculado a partir da medição de caudais totais em áreas restritas, com

uniformidade de utilizadores-tipo, também de várias categorias e subcategorias. Por fim, subtraem-se à água à entrada do sistema as perdas por fugas, sendo estas obtidas por análise dos subcomponentes dos consumos noturnos e ajustadas de forma adequada pelas variações diurnas de pressão (Alegre *et al.*, 2005).

2.3.1. NÍVEL ECONÓMICO DE PERDAS

A definição de uma estratégia de controlo de perdas tem como objetivo determinar a partir de que nível de perdas é economicamente viável proceder a um reforço dos meios de redução, para melhorar a gestão de pressões ou para a localização e reparação de fugas não visíveis.

Na bibliografia é recomendada uma análise de custo-benefício que deve incluir as seguintes parcelas:

- Custos:
 - Custos de Engenharia;
 - Custos de Construção;
 - Custos de Produtos;
 - Aumento de custos de manutenção de novo equipamento e *software*;
 - Redução de proveitos eventualmente decorrente de gestão de pressões.
- Benefícios:
 - Redução de perdas a custo marginal;
 - Redução de custos de manutenção decorrente da redução de fugas reportadas.

O estabelecimento de uma estratégia de controlo de perdas exige o cálculo do nível económico de perdas (NEP). Este pode ser definido o ponto em que o custo marginal do controlo ativo de perdas compensa o custo marginal da água perdida, isto é a situação em que o custo de redução de perdas em unidade de volume é semelhante ao custo de produção dessa unidade de volume de água. Para que se consiga atingir o nível económico de perdas é imperativo ter acesso ao nível económico de perdas reais (NEPr) e o nível económico de perdas aparentes (NEPa). Isto deve-se ao facto dos procedimentos para a redução de erros de medição e de consumos não contabilizados não dependerem dos procedimentos para a minimização de perdas reais (Alegre *et al.*, 2005).

2.4. DEFINIÇÃO DE PERDAS REAIS

As perdas de água ocorrem em todas as redes de distribuição até mesmo nas mais recentes. As perdas físicas, também designadas por perdas reais, incluem o volume total de perdas de água menos as perdas aparentes (Farley *et al.*, 2008).

As perdas reais correspondem ao volume de água perdido num determinado período de tempo através de todos os tipos de fugas, roturas ou extravasamentos e dependem da frequência, caudal e duração média de cada fuga (Fallis *et al.*, 2011), (Alegre *et al.*, 2005).

Na Fig. 2.10 é possível observar duas fugas de água no SAA do Porto.



Fig. 2.10 - Fugas de água no SAA do Porto.

As perdas reais dependem de vários fatores, a saber (Alegre *et al.*, 2005):

- A pressão de serviço média, nos casos em que o sistema está pressurizado;
- O estado das condutas e dos seus componentes;
- A localização do medidor domiciliário no ramal;
- A densidade e comprimento médio de ramais;
- O tipo de solo e as condições do terreno, importantes nomeadamente no modo como se torna aparente ou não a ocorrência de roturas e fugas;
- O comprimento total das condutas;
- A percentagem de tempo em que o sistema está pressurizado (fator muito relevante em regiões em que o abastecimento é intermitente);

2.4.1. Classificação das Perdas Reais

As perdas reais podem ser divididas em quatro tipologias, nomeadamente:

Perdas de base – Correspondem a pequenas fugas que não são identificadas com os aparelhos de deteção atualmente existentes. Caracterizam-se por caudais reduzidos, longa duração e elevados volumes de água perdida (Alegre *et al.*, 2005), (Farley *et al.*, 2008).

Perdas por roturas – Caracterizam-se por ter caudais elevados, um período de tempo relativamente curto e volumes moderados. Devido à sua dimensão e visibilidade, o tempo de reparação é relativamente curto. Através do registo do número de reparações durante um período de referência (geralmente 12 meses), é possível calcular o número de fugas ou roturas e desta forma, estimar o volume total de água perdida (Alegre *et al.*, 2005), (Farley *et al.*, 2008).

Perdas por extravasamento dos reservatórios e fugas relacionadas com a fissuração das paredes – As fugas e extravasamentos dos reservatórios são facilmente quantificadas. Ocorrem maioritariamente em períodos de baixo consumo e são identificáveis através de inspeções periódicas às instalações dos *dataloggers*, que registam o nível do reservatório automaticamente em intervalos de tempo predefinidos. O volume de água perdido através das fugas por fissuração das paredes e lajes dos reservatórios pode ser obtido através de um ensaio de estanqueidade, em que após o fecho das válvulas de entrada e de saída de água, é calculada a variação do nível da água. (Farley *et al.*, 2008).

Perdas por fugas e roturas identificáveis com equipamentos de deteção de fugas – Caracterizam-se por caudais médios, duração e volumes dependentes da política de controlo ativo e de perdas adotada pela EG (Alegre *et al.*, 2005).

2.4.2. Medidas de Controlo das Perdas Reais

O controlo das perdas reais é obtido através de um conjunto de medidas nomeadamente, a gestão da pressão na rede, o controlo ativo de perdas, a renovação e a substituição de condutas e também qualidade e rapidez na reparação das fugas, tal como é possível observar na Fig. 2.11 (Farley *et al.*, 2008).

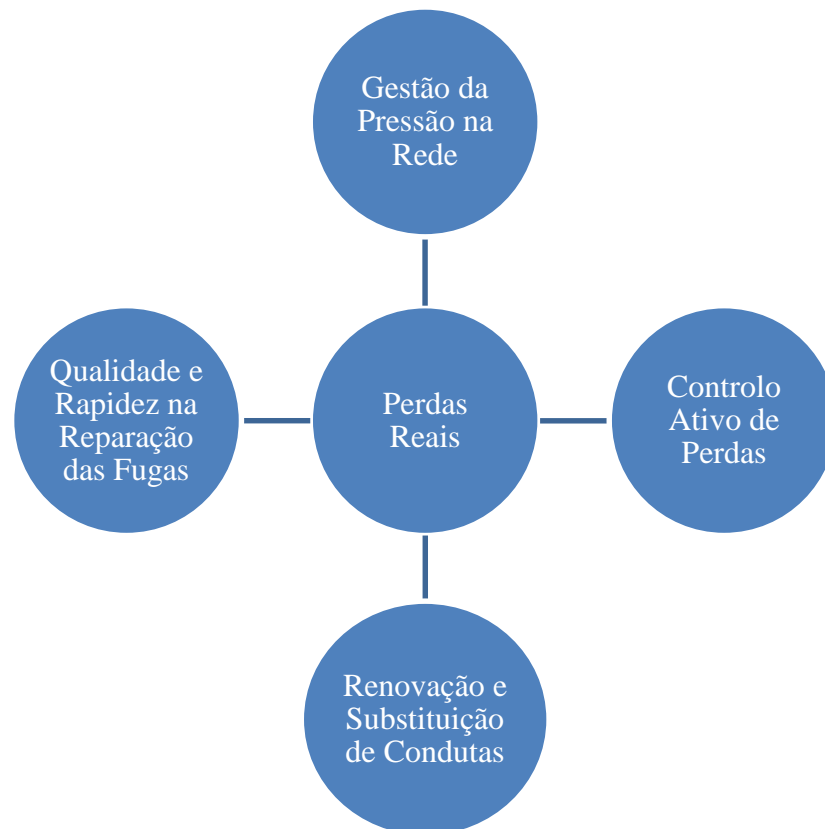


Fig. 2.11 - Metodologia de controlo das perdas reais (Adaptado de Farley *et al.*, 2008).

De seguida é feita uma breve descrição de cada uma das metodologias de controlo das perdas reais.

Gestão de Pressão na Rede

A gestão da pressão na rede é um elemento essencial para o controlo das perdas reais nos SAA. O número de fugas na rede de distribuição está relacionado com a pressão aplicada pelas bombas ou por gravidade (Farley *et al.*, 2008).

A gestão da pressão na rede consiste em assegurar os níveis ótimos de serviço, de tal forma que a satisfação das necessidades dos clientes não seja colocada em causa e que o fornecimento de água seja eficiente. Esta metodologia tem inúmeras vantagens, nomeadamente a redução das perdas reais,

diminuindo pressões desnecessárias ou excessivas e eliminando flutuações de pressão (Fallis *et al.*, 2011).

Existem vários métodos para reduzir a pressão na rede de distribuição, entre eles as válvulas reductoras de pressão (VRP) e as câmaras de perda de carga, no entanto as VRP são as mais utilizadas e mais rentáveis. Estes instrumentos são instalados em pontos estratégicos da rede, para reduzir ou manter a pressão num certo nível (Farley *et al.*, 2008).

Controlo Ativo de Perdas (CAP)

O CAP é um método de intervenção para reduzir as perdas reais no qual a EG disponibiliza capital, pessoal e equipamentos para detetar e reparar fugas, que não foram detetados no solo. O principal objetivo do controlo ativo de perdas é reduzir o tempo de duração das fugas de água de forma a reduzir as perdas reais (Fallis *et al.*, 2011).

O CAP pode ser dividido em 3 fases principais:

1. **Consciencialização:** A monitorização contínua dos caudais da rede de distribuição é essencial para detetar a ocorrência de fugas numa fase inicial. As zonas de medição e controlo permitem uma monitorização contínua de áreas específicas da rede de distribuição, possibilitando a rápida deteção até mesmo de pequenas fugas.
2. **Detecção:** Este processo consiste em restringir a investigação da localização das fugas a uma certa área da rede de distribuição, ou a uma secção específica da conduta. Para tal, podem fechar-se temporariamente as válvulas de uma certa zona ou por outro lado, utilizar *loggers* acústicos.
3. **Localização:** A localização das fugas requer vários métodos acústicos e não acústicos, nomeadamente hastes de escuta, geofones, correlação acústica, radares e injeções de gás (Fallis *et al.*, 2011).

O CAP é essencial para uma relação custo-benefício e gestão de fugas eficiente. Quanto mais rápida for a análise dos caudais das zonas de medição e controlo, mais rápida será a localização das fugas que em conjunto com a reparação rápida destas, irá diminuir significativamente o volume de água perdido (Farley *et al.*, 2008).

Renovação e Substituição de Conduitas

O envelhecimento das conduitas da rede de distribuição de água é um aspeto que deve ser considerado no processo de redução das perdas reais (Farley *et al.*, 2008).

A existência de um elevado volume de perdas de água é um indicador do mau estado de funcionamento das redes ou seja, da degradação das conduitas e acessórios de abastecimento de água (Alegre *et al.*, 2005).

A substituição ou renovação de conduitas requer um conhecimento detalhado das condições das mesmas e do estado de deterioração. Para além disto, é possível através dos registos da localização e frequência das fugas e roturas criar locais de intervenção prioritária para reabilitação, renovação ou substituição de conduitas (Farley *et al.*, 2008).

Qualidade e Rapidez na Reparação das Fugas

O período de tempo que decorre desde a deteção de uma fuga até à sua reparação, influencia o volume de água perdido e consequentemente as perdas reais. A qualidade da reparação também tem influência na duração da mesma, na medida em que, a utilização de materiais de má qualidade associada à inexperiência das equipas de reparação, aumentam a probabilidade da ocorrência de uma nova fuga no mesmo local (Farley *et al.*, 2008), (Fallis *et al.*, 2011).

A formulação da política de reparação de fugas deve incluir (Farley *et al.*, 2008):

- Organização e procedimentos eficazes desde a deteção da fuga até à sua reparação;
- Disponibilidade de equipamentos, materiais e financiamento;
- Normas adequadas para materiais e mão-de-obra;
- Compromisso com a gestão;
- Serviço com qualidade.

2.5. DEFINIÇÃO DE PERDAS APARENTES

As perdas aparentes também denominadas de perdas comerciais, abrangem a água que foi consumida mas não foi faturada. Na maioria dos casos, a água passou pelo contador mas não foi registada com precisão. Este tipo de perdas são frequentemente ignoradas por muitas EG, que restringem a sua atuação ao nível das perdas reais (Farley *et al.*, 2008).

As perdas aparentes ocorrem devido a ineficiência na medição, registo, arquivo e incorreções nas operações utilizadas para controlar o volume de água da EG (Mutikanga, 2012).

Este tipo de perdas representa em certos casos, um volume de água perdido mais elevado do que com as perdas reais. Para além disto, a redução das perdas aparentes aumenta a receita da EG, enquanto a diminuição das perdas reais reduz os custos de produção. Para qualquer EG economicamente sustentável, a tarifa da água será superior aos custos de produção, em certos casos, quatro vezes superior. Por este motivo, um pequeno volume de perdas aparentes terá um grande impacte financeiro na EG (Farley *et al.*, 2008).

Apesar do impacte financeiro das perdas aparentes nos SAA e da existência de várias ferramentas e metodologias para determinar a componente das perdas reais do balanço hídrico, verifica-se que o controlo das perdas aparentes encontra-se ainda numa fase inicial, havendo ainda muito trabalho a desenvolver nesta área (Mutikanga, 2012).

A IWA recomenda que seja utilizado um indicador denominado *Apparent Loss Index* (ALI), para quantificar as perdas aparentes uma vez, que a medição com base apenas numa percentagem pode ser demasiado simplista. Assim sendo, o ALI relaciona o valor das perdas aparentes com um valor de referência de 5% da água faturada (Rizzo *et al.*, 2007).

$$\text{Indicador de Perdas Aparentes (ALI)} = \frac{\text{Valor de Perdas Aparentes}}{5\% \text{ da Água Faturada}}$$

As perdas aparentes podem ser divididas em quatro componentes fundamentais que podem atuar e interagir alternadamente, estes podem ser visualizados na Fig. 2.12.

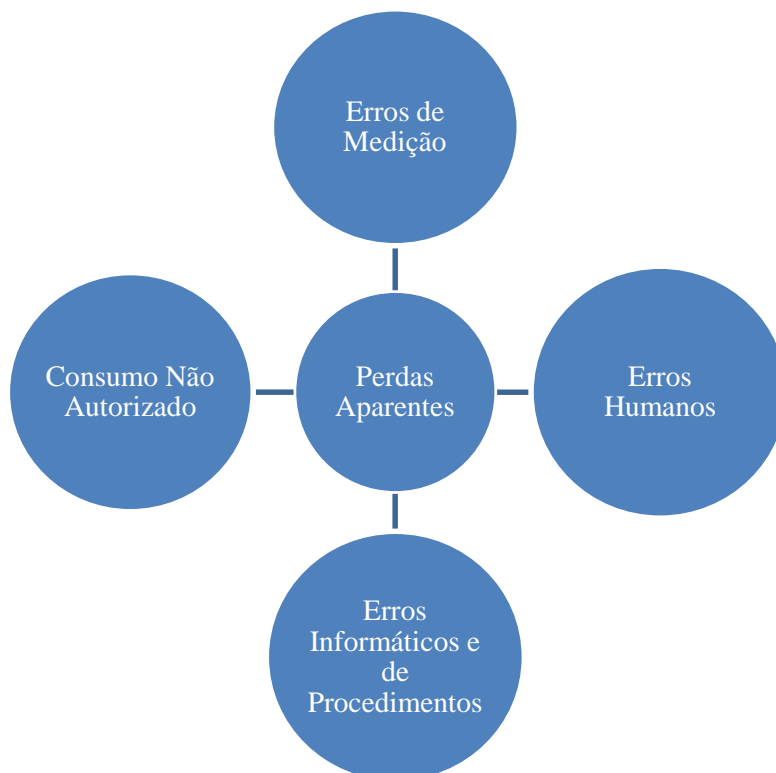


Fig. 2.12 - Componentes das perdas aparentes (Adaptado de Farley *et al.*, 2008).

De seguida descreve-se cada uma das componentes das perdas aparentes em detalhe.

2.5.1. ERROS DE MEDIÇÃO

Os erros de medição são geralmente a principal causa das perdas aparentes e são devidos à instalação incorreta dos contadores, à falta de calibração e também à deterioração dos contadores da água (Fallis *et al.*, 2011).

De salientar que, a água que é fornecida e consumida mas não é faturada, tem um impacto negativo considerável, no equilíbrio económico da EG. Os erros de medição são considerados um componente significativo das perdas aparentes dos SAA (Arregui *et al.*, 2006).

Os erros de medição devem-se essencialmente a incorreções de contagem do contador e são tanto maiores, quanto menor for o caudal. Este fenómeno tende a aumentar com o tempo e com o deterioramento do contador (Rizzo *et al.*, 2007).

Tal como qualquer outro equipamento mecânico, os contadores da água vão perdendo a precisão de medição ao longo do tempo devido ao desgaste, o que provoca uma diminuição de receita por parte da EG, tal como anteriormente citado (Mutikanga, 2012).

A deterioração do contador não ocorre apenas devido ao desgaste, está também relacionada com as próprias características da água medida pois, a precisão diminui mais rapidamente quanto mais agressiva física e quimicamente for a água e quanto maior for a concentração de sólidos suspensos (Rizzo, s/data).

Por outro lado, a deposição de calcário no interior do contador pode bloqueá-lo ou criar resistência ao rolamento das peças móveis. Este facto é mais relevante para caudais reduzidos, em que a força de rotação exercida é particularmente baixa (Malheiro, 2011).

Outra das razões da rápida deterioração dos contadores da água é a existência de roturas nos ramais de abastecimento pois, durante as intervenções de reparação das condutas acabam por entrar pequenos grãos de areia, que têm um efeito negativo no funcionamento do equipamento (Malheiro, 2011).

Os contadores instalados ao ar livre ou seja, sem qualquer tipo de proteção perdem precisão mais rapidamente pois estão sujeitos a condições meteorológicas extremas. Temperaturas muito elevadas podem deteriorar componentes de plástico e até mesmo deformá-los. Por outro lado, temperaturas muito baixas podem aumentar a pressão dentro do contador, acima do valor máximo recomendado (Arregui *et al.*, 2006).

Outro dos fatores que condiciona a durabilidade e precisão dos contadores é a correta instalação do mesmo. Certos tipos de contadores a jato são dimensionados para serem instalados horizontalmente, e podem ter um fraco desempenho quando instalados por exemplo na vertical, devido ao aumento do atrito das peças móveis, que a médio ou longo prazo influencia significativamente a precisão do contador (Malheiro, 2011).

A distribuição de velocidades à entrada do contador condiciona a durabilidade do mesmo. É essencial tornar o escoamento homogéneo a montante do contador, através por exemplo da colocação de uma conduta reta antes do elemento de medição (Malheiro, 2011).

O uso sazonal da água tem uma influência determinante na subcontagem dos contadores, dado que estes permanecem sem utilização durante longos períodos de tempo, o que contribui para a sua rápida deterioração (Arregui *et al.*, 2006).

A perda de precisão do contador pode ainda ser devida à existência de reservatórios domiciliários, que moderam o diagrama de consumo e levam a que o caudal que passa através do contador seja muito reduzido mas também devido à presença de fugas ou extravasamentos dentro das habitações, a que correspondem consumos significativos mas constantes ao longo do tempo, com caudais instantâneos reduzidos, sujeitos a subcontagem (Alegre *et al.*, 2005).

Por fim, a adulteração do contador contribui também para a submedição. De salientar que, alguns elementos de medição são mais facilmente manipuláveis que outros (Arregui *et al.*, 2006).

De salientar que, os erros de medição incluem (Alegre *et al.*, 2005):

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

A gestão de clientes no que diz respeito à leitura de contadores, faturação e cobrança, assim como o atendimento e gestão dos clientes, representa um fator determinante na gestão das perdas de água, em particular nas perdas aparentes. A EG deve assegurar a fiabilidade dos equipamentos de medição e sistemas de leitura, faturação e cobrança, no qual a responsabilidade cabe em larga medida à gestão de clientes (Alegre *et al.*, 2005).

2.5.1.1. REDUÇÃO DOS ERROS DE MEDIÇÃO

Os erros de medição têm uma influência considerável no volume de perdas aparentes dos SAA. Assim sendo, as EG devem tentar encontrar soluções para minimizar este problema. De seguida, apresentam-se algumas das medidas de redução dos erros de medição.

A redução da submedição dos contadores pode passar pela instalação de um redutor de caudais, *Unmeasured-Flow Reducer* (UFR) que permite alterar o regime de caudais através do contador aquando da ocorrência de baixas pressões, diminuindo conseqüentemente as perdas aparentes. Assim sendo, o UFR permanece fechado enquanto a diferença de pressão entre montante e jusante é baixa, permitindo a livre passagem do caudal quando a pressão começa a aumentar. Na Fig. 2.13 é possível visualizar um UFR.



Fig. 2.13 - Unmeasured-Flow Reducer (UFR) (A.R.I., 2014).

O UFR regula o caudal em todos os instantes, de tal forma que apenas permite a passagem de água pelo contador quando este consegue medi-la. Inicialmente o UFR mantém-se fechado, enquanto a pressão a montante é inferior ao limite de abertura. Posteriormente, o UFR permite a passagem de água pelo contador com uma velocidade tal que permite que a sua contagem seja eficaz. Por fim, quando a pressão a montante se aproxima da de jusante, a válvula fecha novamente, impedindo a passagem de caudais muito reduzidos que não seriam contabilizados (A.R.I., 2014).

A substituição de contadores é outra medida eficaz na redução dos erros de medição. Recomenda-se que seja efetuada uma análise custo-benefício considerando a perda de precisão do contador, o custo de substituição e o preço da água assim como inspeções regulares aos contadores que devem ser substituídos periodicamente (Malheiro, 2011).

Para além disto é conveniente considerar o padrão de consumo do cliente, no momento da escolha do contador. No entanto, no caso das indústrias e do comércio a previsão dos consumos de água é de difícil obtenção e portanto, a instalação de contadores desadequados ao padrão de consumo é frequente. Por estes motivos, aconselha-se uma cuidada análise dos caudais recomendados pelo fabricante de modo a evitar este tipo de situações (Malheiro, 2011).

2.5.2. ERROS INFORMÁTICOS

Os erros informáticos e de procedimentos ocorrem durante a transmissão e processamento dos dados das leituras. Este tipo de erros são muito importantes, podem surgir com alguma frequência e devem ser evitados, uma vez que se não forem detetados numa fase inicial, há a geração de informações equívocas que não são detetadas (Farley *et al.*, 2008).

Em certos casos, podem ocorrer erros nos próprios sistemas informáticos, que levam à produção de informações erradas que dificilmente são detetadas. A emissão de faturas sobre volumes de água irreais ou o envio da faturação para um cliente errado são exemplos de incoerências nos sistemas informáticos que podem ocorrer com alguma frequência (Malheiro, 2011).

A relevância dos erros informáticos reflete-se na maioria das vezes em aspetos idênticos aos erros humanos, dado tratar-se de incorreções devidas aos dados. O não reconhecimento da situação da rede de distribuição por parte da EG é provavelmente a mais grave consequência deste tipo de incoerências (Malheiro, 2011).

De salientar que, as principais causas dos erros informáticos são as falhas de *software*, através de erros de programação. Caso a empresa não possua um bom filtro de dados, que lhe permita detetar e corrigir erros precocemente, eles permanecem no sistema criando problemas de gestão (Malheiro, 2011).

É ainda muito importante referir que o sistema informático deve analisar os dados que são enviados e gerar alertas em situações irregulares, de modo a que estas sejam rapidamente resolvidas. Para além daquilo que já foi referido anteriormente, os erros informáticos podem ainda surgir de falhas na escrita do software, que neste caso não provêm apenas de valores de leituras erradas (Malheiro, 2011).

Por último, há ainda que salientar que os erros informáticos podem surgir de modificações nas bases de dados da EG. Caso o histórico dos clientes não seja introduzido de forma correta, a probabilidade de ocorrência de erros informáticos será maior. Concluindo, a capacidade de assimilação da informação no seio da EG, condiciona em larga medida o sucesso do controlo das perdas de água.

2.5.2.1. REDUÇÃO DOS ERROS INFORMÁTICOS

A estratégia de redução dos erros informáticos inclui a escolha das melhores ferramentas de contabilidade da água. Os sistemas de informação geográfica (SIG) ou *Business Intelligence Tools* permitem a análise automática dos dados e também uma quantificação e análise mais fácil dos quatro componentes das perdas aparentes (Malheiro, 2011).

Os SIG têm capacidade para gerir com eficácia numerosas bases de dados alfanuméricos e gráficos geograficamente referenciados e devem ser considerados como uma medida de redução dos erros informáticos (Alegre *et al.*, 2005).

Um sistema de gestão de clientes eficiente e atualizado é fundamental para a minimização dos erros informáticos pois contém a informação de base para a faturação, envolvendo os consumos de água de cada cliente (Alegre *et al.*, 2005).

O uso alargado de telemedição domiciliária permite medir de forma fiável e sincronizada, o caudal fornecido em cada instante, a uma determinada área e o caudal que é entregue aos clientes, o que permite detetar mais facilmente erros informáticos (Alegre *et al.*, 2005).

2.5.3. ERROS HUMANOS

Os erros humanos ocorrem devido a leituras dos contadores recolhidas incorretamente e podem ser cometidos por negligência, por falta de aptidões profissionais das equipas de leituras, ou inexperiência das mesmas e ainda por corrupção. Não raras vezes, o envelhecimento ou mau estado do contador, os locais de difícil acesso ou até mesmo a inexperiência do leitor levam à ocorrência de erros de leitura, que podem ser tão simples como a troca de uma vírgula ou de um algarismo (Farley *et al.*, 2008).

A falta de aptidões profissionais das equipas de leituras ou a inexperiência das mesmas, pode levar a erros na leitura dos contadores ou a pequenos equívocos, como por exemplo colocar um algarismo errado (Farley *et al.*, 2008).

De salientar que, sempre que o leitor transmite um problema, este deve ser resolvido com alguma celeridade, para que este não se sinta desmotivado e deixe de comunicar os problemas que deteta. Os leitores são o ponto de contacto direto com os consumidores e portanto as suas atividades têm um impacto financeiro direto na EG, pelo que esta deve investir na formação e motivação dos leitores para que estes reportem a informação de forma efetiva e eficiente. A EG deve ainda constituir sistemas e procedimentos para evitar os erros através de uma maior supervisão dos leitores, implementação de rotas de leitura e controlos locais constantes (Farley *et al.*, 2008).

Para além daquilo que já foi referido, convém salientar ainda que o prestígio de uma empresa está relacionado com a satisfação dos clientes. Se as faturas forem enviadas com erros, isto gerará um sentimento de revolta nos consumidores, o que levará consequentemente a um aumento do número de reclamações (Malheiro, 2011).

O tradicional sistema de leitura tem maior probabilidade de ocorrência de erros, sendo responsável por um grande número de reclamações. A falta de acessibilidade aos contadores, nos casos em que estes se encontram dentro da habitação, e as resultantes leituras por estimativa, representa um aspeto de grande preocupação para muitas EG (Loureiro *et al.*, 2007).

2.5.3.1. REDUÇÃO DOS ERROS HUMANOS

Uma das medidas de redução dos erros de medição, passa pela substituição das tabelas de recolha de leituras por aparelhos coletores. Desta forma, é possível visualizar o histórico de leituras no próprio local e detetar eventuais incongruências antes que estas passem à base de dados da empresa (Pereira, 2007).

De seguida, apresentam-se algumas das medidas recomendadas na bibliografia para incrementar o grau de confiança das leituras recolhidas (Pereira, 2007):

- Auditoria aos relatórios de campo, de modo a garantir que as leituras recolhidas são efetivamente as reais e não estimadas;
- Auditoria ao número de leituras por estimativa, que deve ser diminuto em relação ao número de leituras reais.

A implementação de sistemas de telemetria domiciliária é outra das medidas que pode ser tomada para a redução dos erros humanos. Este sistema permite recolher automaticamente dados de consumo a partir de contadores domiciliários, transferi-los e armazená-los numa base de dados central, interna ou externa à EG, para fins de faturação ou outras aplicações de Engenharia (Loureiro *et al.*, 2007).

Os sistemas de telemetria domiciliária permitem efetuar leituras mais frequentes e fiáveis, reduzindo as estimativas de consumo, o que possibilita uma faturação mais eficiente e uma diminuição das reclamações dos consumidores. Este tipo de tecnologia fornece ainda informação relativamente à ocorrência de fugas e fraudes (Loureiro *et al.*, 2007).

2.5.4. CONSUMOS NÃO AUTORIZADOS

Os consumos não autorizados devem-se a ações levadas a cabo pelos clientes para consumirem água sem a pagar e incluem o estabelecimento de ligações ilícitas, religações não autorizadas, uso de ligações do tipo “*bypass*”, adulteração dos contadores e a utilização fraudulenta de marcos e bocas de incêndio. Este tipo de ações constitui um problema social e técnico, cuja resolução requer a intervenção da engenharia mas também, uma abordagem sociocultural que exige mudanças nos comportamentos e atitudes da comunidade em relação ao uso da água (Mutikanga, 2012).

As ligações ilícitas ocorrem maioritariamente em zonas de construção clandestina e em zonas com baixa segurança. A ocorrência de ilícitos está relacionada com o contexto externo, no entanto cabe à EG tomar medidas para reduzir os efeitos destas situações (Alegre *et al.*, 2005).

A Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR) através de uma nota de imprensa emitida em 2 de novembro de 2013, recomenda que seja feito um esforço na redução dos furtos de água, tipicamente superiores em períodos de crise económica, através do reforço das inspeções às redes prediais.

Na Fig. 2.14 é possível visualizar um ilícito, em que houve a retirada do contador e portanto a água é consumida sem ser contabilizada.



Fig. 2.14 - Ligação ilícita ao SAA do Porto.

Os ilícitos envolvem a instalação física de uma ligação às condutas de distribuição de água sem o conhecimento e aprovação da empresa de águas. Este tipo de ilicitude pode ocorrer durante a instalação de uma nova ligação de fornecimento, ou quando a água é cortada por falta de pagamento por parte do cliente, por dificuldades económicas ou então porque este se recusa a pagar para o abastecimento ser restabelecido (Farley *et al.*, 2008).

2.5.4.1. TIPOS DE CONSUMOS NÃO AUTORIZADOS

O “*bypass*” é um tipo de consumo não autorizado que consiste na instalação de uma conduta adicional em torno do contador. Em muitos casos, esta conduta encontra-se enterrada e portanto a sua deteção torna-se difícil. Este tipo fraude é normalmente cometida por instalações industriais e comerciais, em que apenas um pequeno volume de água passa pelo contador. O “*bypass*” é dificilmente detetado quando é efetuado nos primeiros meses de abastecimento pois cria um histórico de consumo fictício para a EG (Pereira, 2007). Na Fig. 2.15 encontra-se representada esquematicamente uma ligação do tipo “*bypass*”.

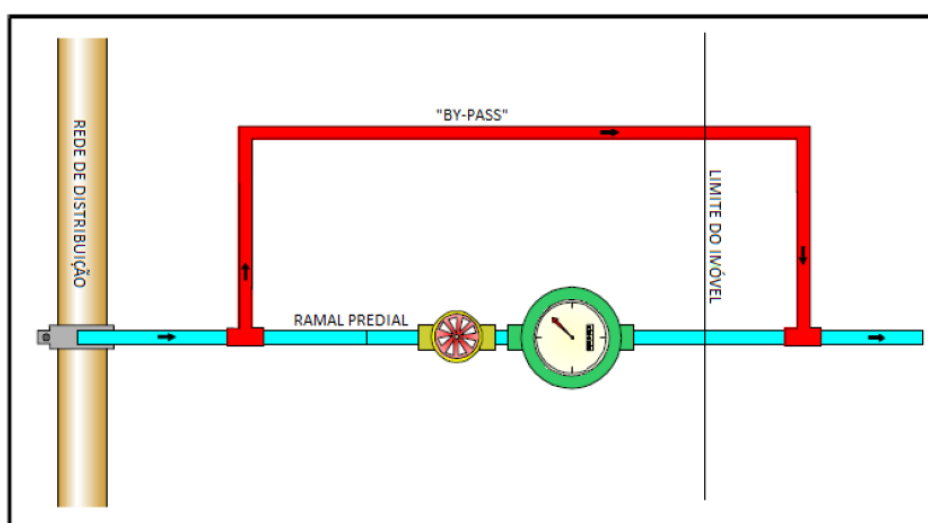


Fig. 2.15 - Representação esquemática de uma ligação do tipo “*bypass*” (Lédo, 1999).

A derivação do ramal é outro tipo de ilícito semelhante ao anteriormente referido. Neste caso o infrator faz um desvio semelhante ao do “*bypass*”, no entanto não volta a ligar ao ramal predial. Este tipo de consumo não autorizado encontra-se representado na Fig. 2.16.

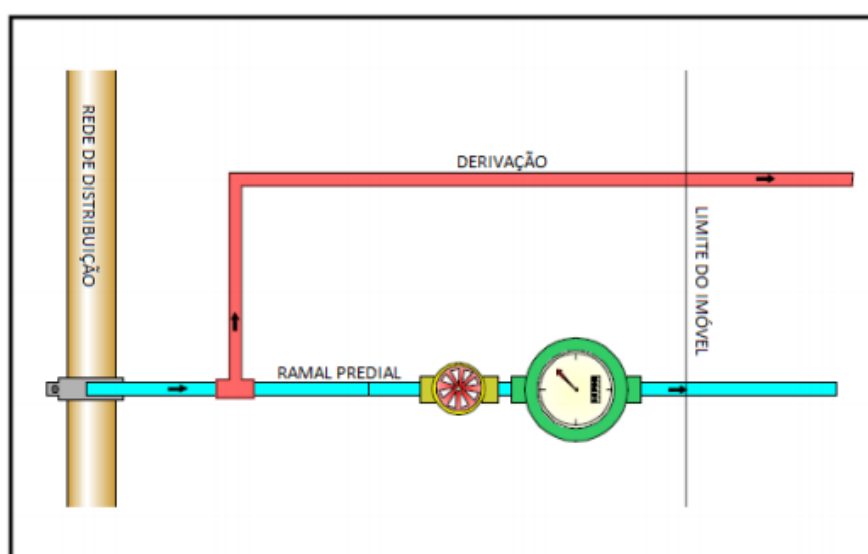


Fig. 2.16 - Representação esquemática de uma derivação de ramal (Lédo, 1999).

No caso da ligação direta, a água não passa pelo contador, ou seja existe um ramal ligado diretamente à rede de distribuição que abastece a habitação (Pereira, 2007). Na Fig. 2.17 é possível observar uma representação esquemática deste tipo de fraude.

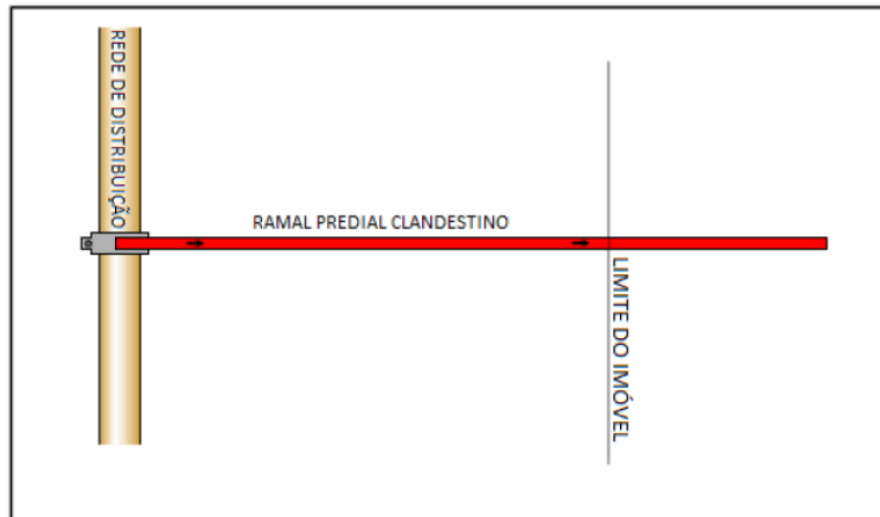


Fig. 2.17 - Representação esquemática de uma ligação direta (Lédo, 1999).

Na Fig. 2.18 é possível observar uma ligação direta detetada no SAA do Porto.



Fig. 2.18 - Ligação direta detetada no SAA do Porto.

Este tipo de fraudes são prejudiciais para a EG uma vez que, não há medição dos consumos de água dos clientes e as ligações são efetuadas de forma precária, sem a utilização de mão-de-obra especializada e materiais apropriados, o que leva ao aumento das perdas de água (Pereira, 2007).

A adulteração ou violação do contador é outra forma de consumo não autorizado que tem como objetivo manipulá-lo de forma a alterar as suas características metrológicas. Neste tipo de ilicitude destaca-se a quebra do lacre do contador, a inversão do sentido de escoamento, a manipulação da relojoaria, o furo da cúpula e a ainda a introdução de uma agulha que paralise o movimento da relojoaria do contador (Pereira, 2007).

O lacre é um componente do contador que protege a relojoaria do equipamento. Neste tipo de ilícito, o lacre é quebrado e o parafuso é manipulado ou a relojoaria é integralmente retirada (Pereira, 2007). Na Fig. 2.19 encontra-se representado um contador cujo lacre foi quebrado e a relojoaria completamente retirada.



Fig. 2. 19 - Contador violado com quebra do lacre e relojoaria retirada (Pereira, 2007).

A inversão do sentido de escoamento é outro tipo de manipulação indevida do contador. Neste caso, durante o período compreendido entre a data de leitura atual e a seguinte, o equipamento é colocado em posição inversa. Desta forma, o volume registado decresce, o que permite a manipulação dos consumos mensais de água (Pereira, 2007).

O furo na cúpula é normalmente efetuado com recurso a um metal aquecido. Através do furo é introduzida uma agulha que paralisa o movimento da relojoaria. Assim sendo, só a parte inferior do contador, onde se localiza a turbina, continua o movimento (Pereira, 2007).

A Fig. 2.20 permite visualizar um contador com furo da cúpula.



Fig. 2.20 - Contador violado com furo da cúpula (Pereira, 2007).

Outro tipo de consumo não autorizado é a utilização indevida de hidrantes. É frequente o enchimento de tanques de veículos para rega ou para limpeza das ruas nos marcos de incêndio que deveriam ser manipulados unicamente pelos serviços de bombeiros. É da responsabilidade da EG intervir neste tipo de situações, assim como, garantir a proteção e manutenção dos hidrantes (Alegre *et al.*, 2005).

O sistema de proteção contra incêndio no interior dos edifícios não contém contador para evitar, a ocorrência de perdas de carga localizadas. É comum a ocorrência de usos fraudulentos destes dispositivos de incêndio. Também neste caso a EG deve desenvolver mecanismos para minimizar a possibilidade destas ocorrências, não só ao nível dos equipamentos e soluções construtivas autorizadas mas também ao nível dos sistemas de deteção de fraudes (Alegre *et al.*, 2005).

2.5.4.2. REDUÇÃO DO CONSUMO NÃO AUTORIZADO

Face ao que foi referido anteriormente é fácil deduzir que as medidas de redução do consumo não autorizado estão relacionadas com a deteção de ligações “*bypass*”, adulteração dos contadores e uso indevido de hidrantes.

Para fazer a deteção das ligações “*bypass*” e derivação de ramal utilizam-se os seguintes métodos: retira-se o contador e verifica-se se ocorre ou não retorno da água, em caso afirmativo mede-se a pressão, caso esta seja semelhante à que se verifica na rede de distribuição então confirma-se o “*bypass*”. Se não ocorrer retorno, recomenda-se uma inspeção predial completa, com tomadas internas de pressão para comparação com a pressão da rede e confirmação através da chegada de água no reservatório da existência de uma derivação de ramal (Lédo, 1999).

No caso de surgirem dúvidas relativamente à credibilidade da metodologia anterior, pode proceder-se à obstrução do ramal a montante do contador. No caso de não haver reclamação por falta de água após decorrido algum tempo então basta somente confirmar a obstrução e efetuar uma inspeção à rede predial (Malheiro, 2011).

A deteção de ligações clandestinas pode ser feita recorrendo à metodologia anteriormente descrita e ainda com a recolha de amostras de água e análise, para comparação da cor e níveis de cloro com a água da rede de distribuição (Malheiro, 2011).

Para além disto, os clientes devem ser incentivados a denunciar ligações clandestinas e deve existir regulamentação que penalize os incumpridores. Os leitores devem também estar informados para denunciar casos de ligações diretas que sejam identificadas durante as suas rondas (Farley *et al.*, 2008).

Um das recomendações para limitar as ligações ilícitas é a instalação de válvulas com fechadura. Aconselha-se ainda que nos casos em que há corte de água por falta de pagamento e não é solicitada a regularização da situação no prazo de uma semana, se faça uma visita ao local (Farley *et al.*, 2008).

Um dos ilícitos frequentemente cometidos é a adulteração de contadores e neste caso existe uma grande diversidade de métodos de redução. De seguida apresentam-se algumas das medidas que podem ser adotadas no caso da adulteração de contadores.

Relativamente ao furo da cúpula, os contadores devem conter um anel metálico em forma de cilindro instalado na relojoaria. Para além disto, a existência de cúpulas de vidro também dificulta este tipo de manipulação (Lédo, 1999).

A deteção da inversão do contador pode ser conseguida através de visitas aleatórias ao local, fora das datas de leitura. A existência de marcas deixadas por ferramentas no contador é um forte indício de adulteração do mesmo (Lédo, 1999).

A instalação de telemetria é outra metodologia viável na redução da adulteração dos contadores pois esta tecnologia permite a emissão de alertas aquando da ocorrência de uma vasta gama de anomalias, nomeadamente o desmantelamento do contador, paragem, remoção ou inversão do sentido de escoamento deste (Malheiro, 2011).

2.6. MEDIDAS DE CONTROLO DAS PERDAS APARENTES

A estratégia de combate às perdas aparentes deve incluir uma melhoria na eficiência da medição e faturação de todos os consumos de água, deve assegurar uma gestão equilibrada de recursos humanos, materiais e organizacionais. A estratégia de combate às perdas aparentes deve ainda ter o patrocínio, envolvimento e acompanhamento, desde a fase inicial, ao mais alto nível da organização (Mugeiro *et al.*, 2008). Na Fig. 2.21 apresenta-se a estratégia de combate às perdas aparentes.

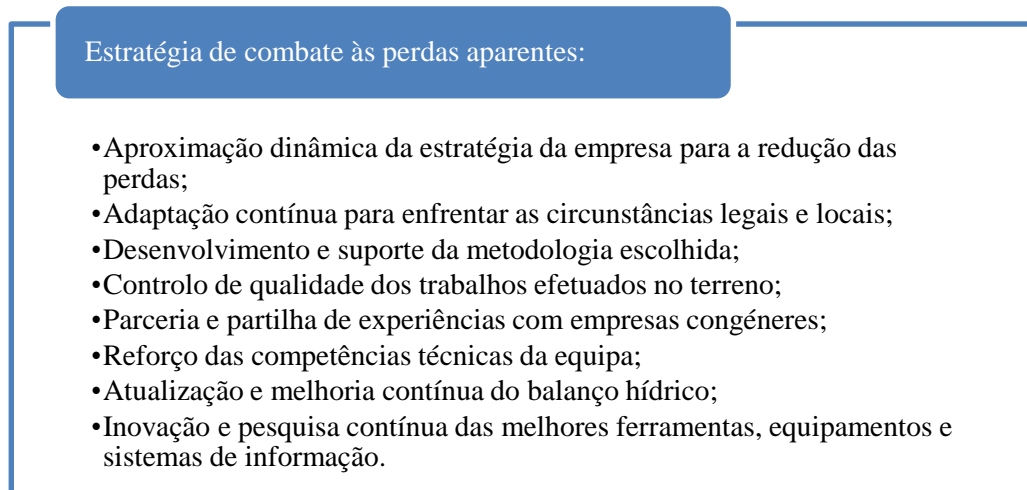


Fig. 2.21 - Estratégia de combate às perdas aparentes (Adaptado Mugeiro *et al.*, 2008).

2.7. REDUÇÃO DAS PERDAS DE ÁGUA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O desenvolvimento sustentável está relacionado com o sucesso de um negócio que possibilita uma maior prosperidade, oportunidades mais equitativas e o uso de recursos naturais de uma forma que os preserve para as gerações futuras (Fallis *et al.*, 2011).

Nos SAA, as perdas de água são um obstáculo à sustentabilidade, tal como a lista de potenciais impactes de seguida mostra:

- **Impactes económicos:** Custos de exploração, tratamento e transporte da água que é perdida e não chega aos clientes. As fugas e extravasamentos requerem trabalhos de reparação dispendiosos e podem inclusive causar danos na infraestrutura das proximidades.
- **Impactes técnicos:** Os extravasamentos podem provocar falhas no abastecimento, de tal forma que o sistema pode deixar de funcionar de forma contínua. O abastecimento intermitente pode provocar problemas técnicos pela entrada de ar para as condutas, o que vai levar os clientes a instalar reservatórios nas suas próprias habitações.
- **Impactes sociais:** As perdas de água prejudicam os clientes quer pelas interrupções no abastecimento, pela baixa pressão da água mas também pelos riscos para a saúde que podem surgir da infiltração de águas residuais e outros poluentes nas condutas com baixa pressão ou fornecimento intermitente.
- **Impactes ecológicos:** As perdas provocam o aumento da extração de água que agrava a pressão sobre os recursos hídricos e conseqüentemente requer energia adicional que por sua vez provoca a emissão de gases com efeito de estufa que poderiam ser evitados (Fallis *et al.*, 2011).

Os impactes anteriormente referidos demonstram que as perdas de água comprometem a sustentabilidade dos SAA. As EG devem portanto analisar, quantificar, combater e reduzir as perdas reais e aparentes (Fallis *et al.*, 2011).

2.8. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Os SIG surgiram nos anos 60 e o seu desenvolvimento foi muito lento pois o equipamento utilizado não possuía a capacidade de processamento e o manuseamento da informação geográfica necessária, o que impedia a sua utilização. Esta situação só se alterou na década de 90, quando o *hardware* começou a dar resposta às necessidades impostas (Cunha, 2009).

Os SIG tal como os sistemas de informação (SI) tradicionais integram *hardware*, *software*, dados e também capital humano. A principal diferença e vantagem dos SIG relativamente aos SI está na componente geográfica (ESRI Portugal, 2013). Um SIG é uma ferramenta informática que permite gerir toda a informação baseada na localização geográfica. O objetivo de um SIG é combinar dados de diversas fontes de forma a criar novas informações e fornecer uma ferramenta espacial de apoio à decisão (Fallis *et al.*, 2011).

Os SIG permitem ver, compreender, questionar, interpretar e visualizar dados de muitas formas, mostrando relações, padrões e tendências espaciais, concretizadas em mapas, globos, relatórios ou gráficos (ESRI Portugal, 2013).

De salientar que, estes são SI por excelência, cuja progressão e implementação está em notório desenvolvimento, dado que todo o nosso pensamento se organiza em torno da geografia. Os SIG podem ser introduzidos em inúmeros SI de qualquer tipo de empresa (ESRI Portugal, 2013).

As principais componentes dos SIG são (Cunha, 2009):

- Dados espaciais provenientes de diversas fontes, tais como fotografias aéreas, levantamentos cartográficos, censos entre outros, cujo principal objetivo é a agregação e integração georreferenciada de diversas fontes;
- Recursos humanos, dado que estes representam a componente fundamental para gerir procedimentos complexos relativos a esta tecnologia, desde o levantamento, armazenamento, tratamento, apresentação e estudo de dados;
- *Hardware*, que inclui a unidade central de processamento, armazenamento, dispositivos de entradas de dados e dispositivos de saída;
- *Software*, necessário para o processamento da informação espacial, inclui duas componentes essenciais: gestão da base geográfica e da base alfanumérica.

A Fig. 2.22 mostra a aplicação de diferentes tipos de informação geográfica: as linhas representam condutas, os polígonos representam os edifícios, os pontos estão relacionados com as válvulas e a informação do objeto é dada pela imagem de satélite.

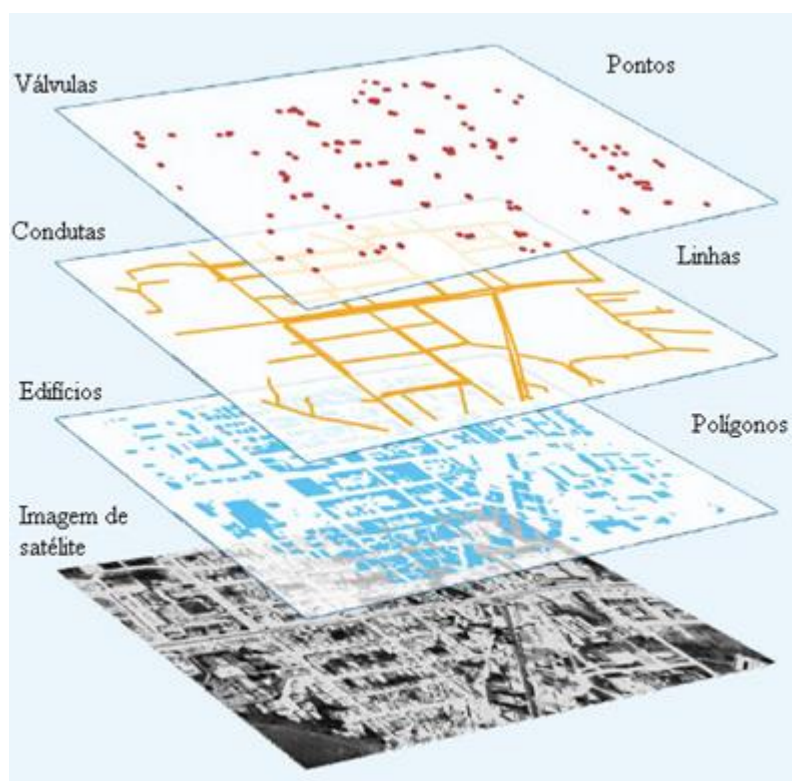


Fig. 2.22 - Representação de diferentes tipos de informação geográfica nos SIG (adaptado de Fallis *et al.*, 2011).

A observação da figura anterior permite concluir que os SIG têm inúmeras potencialidades para os SAA. Os dados contidos num SIG podem ser vinculados a uma localização geográfica, como por exemplo os contadores de água de cada cliente e as condutas de distribuição de uma determinada zona.

2.8.1. MODELOS TRIDIMENSIONAIS

Os modelos tridimensionais podem ser divididos em três categorias, dependendo das suas características específicas: dados vetoriais, dados matriciais, malha triangular irregular (Fallis *et al.*, 2011).

2.8.1.1. DADOS VETORIAIS

Os dados vetoriais são utilizados para representar objetos geográficos com formas bem definidas com um conjunto de coordenadas (referências espaciais). A cada objeto geográfico pode ser alocado um conjunto de atributos (Fallis *et al.*, 2011).

Os dados vetoriais reproduzem fundamentalmente o modelo conceptual da cartografia impressa, caracterizam-se por serem bidimensionais e constituídos por objetos estáticos, com fronteiras bem delimitadas (Cunha, 2009).

No modelo vetorial é possível introduzir e editar dados do tipo pontos, linhas ou polígonos/áreas localizados com base nas suas coordenadas, tal como representado na Fig. 2.23 (Cunha, 2009).



Fig. 2.23 - Representação de dados vetoriais (Cunha, 2009).

2.8.1.2. DADOS MATRICIAIS

Na sua forma mais simples, os dados matriciais consistem num conjunto de células organizadas em linhas e colunas, em que cada uma contém um valor que representa a informação, por exemplo a temperatura. Os dados matriciais são fotografias digitais aéreas, imagens de satélite ou até mesmo mapas digitalizados (ArcGIS, 2014).

Os dados matriciais são muito utilizados para representar dados que mudam continuamente ao longo de uma superfície. A elevação em relação à superfície da Terra é uma das aplicações mais frequentes dos dados matriciais, no entanto podem ser representadas outras características tais como a pluviosidade, temperatura, concentração e densidade populacional (ArcGIS, 2014).

Os dados matriciais são usados para representar dados de área. Para tal, os dados de área são divididos em grades ou matrizes de células com tamanho uniforme, tal como pode ser observado na Fig. 2.24 (Fallis *et al.*, 2011).

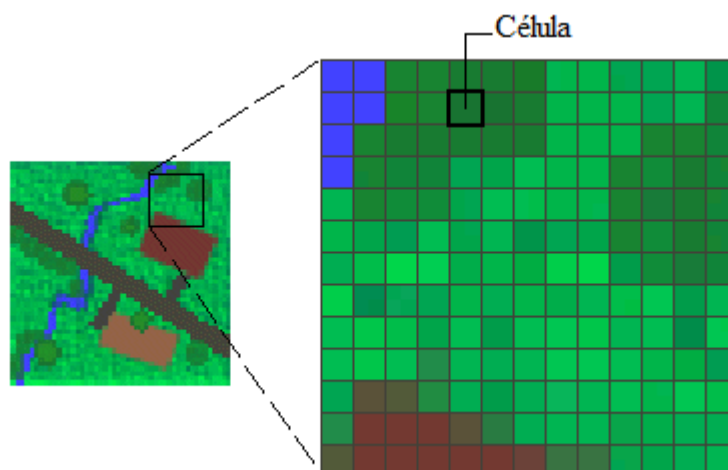


Fig. 2.24 - Representação esquemática das células constituintes dos dados matriciais (ArcGIS, 2014).

Nos dados matriciais, cada célula (que é também conhecida como *pixel*) tem um valor. Os valores de cada célula representam o conjunto de dados matriciais tais como, uma categoria, magnitude, altura ou valores espectrais. A categoria pode representar por exemplo o tipo de utilização do solo. A magnitude está relacionada por exemplo com gravidade, poluição sonora ou percentagem de pluviosidade. A altura é utilizada por exemplo para mostrar a elevação do solo acima do nível médio do mar, que pode ser útil na obtenção do declive do terreno, aspeto e propriedades das bacias hidrográficas. Os valores espectrais são utilizados em imagens de satélite e fotografias aéreas para representar reflexão de luz e cor (ArcGIS, 2014).

Cada célula tem a mesma largura e altura e é uma porção de toda a superfície representada pela matriz. Para uma melhor compreensão, considere-se o exemplo de uma matriz que represente uma área de 100 km², constituída por 100 células na qual cada uma destas teria portanto que ter 1 km² de área, com igual largura e altura (ou seja, 1 km × 1 km) (ArcGIS, 2014).

Apesar da estrutura dos dados matriciais ser muito simples, é exceccionalmente útil para uma vasta gama de aplicações nomeadamente nos SIG (ArcGIS, 2014).

2.8.1.3. REDES TRIANGULARES IRREGULARES (RTI)

As redes triangulares irregulares são muito utilizadas em conjunto com os SIG e constituem um meio digital de representação da morfologia do terreno (ArcGIS, 2012).

As RTI são utilizadas para modelar as superfícies tridimensionais. Consistem num conjunto de nós com informações da elevação que são interligados por um conjunto de arestas. Estas constroem um conjunto de triângulos que formam a superfície da malha triangular irregular (Fallis *et al.*, 2011). Na Fig. 2.29 é possível visualizar os nós e arestas à esquerda e os nós, arestas e faces da TIN à direita.

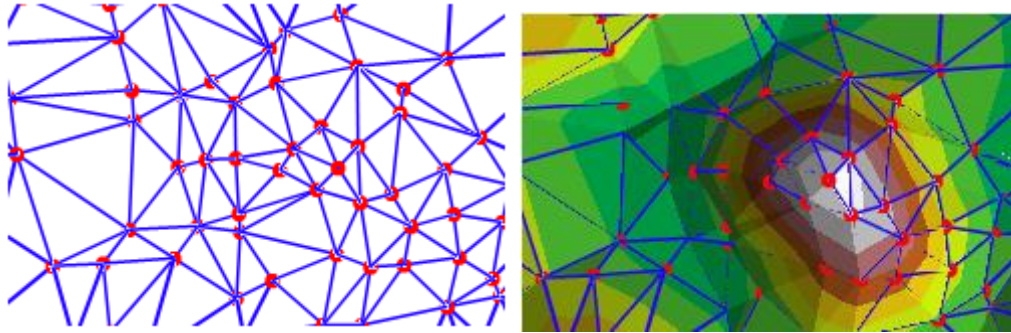


Fig. 2.25 - Representação dos nós e arestas e faces de uma RTI (ArcGIS, 2012).

A RTI tem maior resolução em superfícies em que a área é muito variável pois os nós são colocados irregularmente sobre a superfície (ArcGIS, 2012).

Os dados utilizados para criar a RTI são colocados na mesma posição que os nós e arestas da rede triangular irregular. Isto permite manter a resolução dos dados introduzidos enquanto, simultaneamente, são modelados os valores entre pontos conhecidos (ArcGIS, 2012).

Os modelos RTI são menos utilizados e mais dispendiosos que os modelos matriciais. Para além disto, o processamento das RTI tende a ser menos eficiente por causa da estrutura complexa dos dados (ArcGIS, 2012).

As RTI são normalmente utilizadas para modelar pequenas áreas com elevada precisão, como por exemplo em aplicações de engenharia onde são muito úteis no cálculo de áreas de superfície e volume (ArcGIS, 2012).

A interpolação dos triângulos da RTI é obtida através de diversos métodos, porém no caso do *ArcGIS* o mais utilizado é a *triangulação de Delaunay* (ArcGIS, 2012a). De seguida, faz-se uma breve descrição deste método.

2.8.1.4. TRIANGULAÇÃO DE DELAUNAY

A *triangulação de Delaunay*, criada em 1934, pelo matemático russo *Boris Nikolaevich Delone*, posteriormente chamado de *Boris Delaunay*, é um grafo ou seja um diagrama representado por um conjunto de pontos ligados por segmentos denominados de arcos em que, por definição três pontos formam um triângulo de *Delaunay* (Falcão, 2012).

Este método tem a característica de maximizar o ângulo mínimo nos vértices de todos os triângulos constituintes da triangulação. Assim sendo, este método tem como resultado uma triangulação que escolhe, sempre que exequível triângulos com uma forma semelhante à do equilátero, procurando não obter triângulos longos e estreitos. Esta característica torna a utilização da *triangulação de Delaunay* útil em muitos contextos (Dinis, 2013).

A *triangulação de Delaunay* obtém-se através de um algoritmo aleatório incremental. A inserção de um local numa triangulação é feita em dois passos. Em primeiro lugar é procurado o triângulo que contém o novo local, assumindo-se que o local está contido no interior do triângulo. Posteriormente, o novo local é introduzido no triângulo, adicionando três arestas entre o novo local e os vértices do triângulo, formando três novos triângulos. Por último, altera-se a triangulação em torno do novo local, de modo a garantir o critério de *Delaunay* na triangulação resultante (Dinis, 2013).

Um modelo digital do terreno (MDT) constitui um exemplo de uma superfície tridimensional, formada através do conhecimento da elevação de um número finito de posições, criando uma rede irregular de pontos. Esta rede é geralmente agrupada numa *triangulação de Delaunay*. Nesta perspetiva, a triangulação é obtida a partir das projeções dos pontos na superfície horizontal. De salientar que, a agregação de elevações numa triangulação é benéfica pois possibilita a construção de uma representação gráfica (representada na Fig. 2.26) bem como a identificação de características morfológicas (tais como, cristas, vales e encostas) (Dinis, 2013).

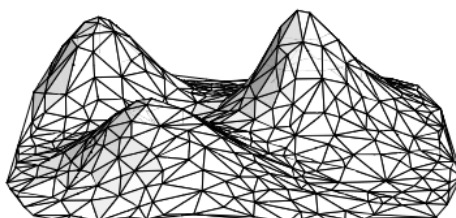


Fig. 2.26 - Modelo digital do terreno obtido com recurso à *triangulação de Delaunay* (Dinis, 2013).

2.9. ARCGIS 3D ANALYST E ARCSCENE

O *ArcGIS 3D Analyst* é uma extensão do *ArcGIS* que possibilita a visualização e análise dos dados da superfície terrestre. Esta extensão permite visualizar a superfície a partir de vários pontos, adquirir respostas espaciais, obter os locais visíveis em certas situações, conseguir imagens 3D mais realísticas e efetuar navegações tridimensionais (ArcGIS, 2013).

As principais características do *ArcGIS 3D Analyst* estão apresentadas na Fig. 2.27.

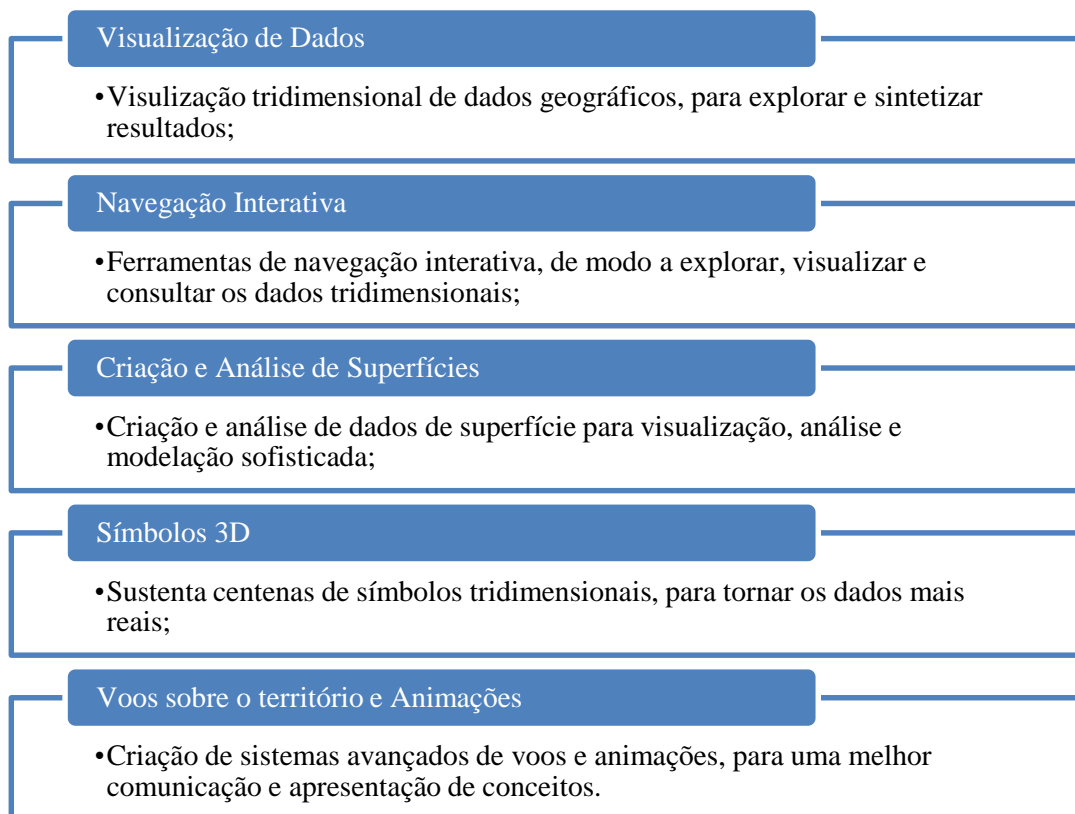


Fig. 2.27 - Principais características do *ArcGIS 3D Analyst* (ArcGIS, 2013).

O *ArcScene* é uma aplicação que integra a extensão *ArcGIS 3D Analyst* e que permite a visualização de SIG a 3 dimensões. Esta aplicação possibilita sobrepor várias camadas de dados em ambiente 3D (ArcGIS, 2013).

No *ArcScene* a elevação é a base para a criação de representações a 3D, como tal o modelo digital de terreno é habitualmente utilizado para armazenar e visualizar superfícies topográficas. A par disto, o MDT permite ainda exibir tridimensionalmente pontos, linhas, polígonos e imagens. Por outro lado, a representação de um objeto a 3D pode ser obtida através de valores contantes de cota (z) introduzidos na aplicação.

2.9.1. CASO DE ESTUDO

A deteção de consumos ilícitos de água está ainda numa fase inicial de desenvolvimento. Pelo que não existem estudos a nível nacional e internacional conhecidos nesta área e portanto neste tópico será abordado um exemplo de aplicação do *ArcScene*.

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do projeto para a elaboração do Manual VFR (*Visual Flight Rules*), responsabilidade do Instituto Nacional de Aviação Civil (INAC) no qual o Instituto Geográfico do Exército (IGeoE) através da sua secção de Topografia e Geodesia foi responsável pela obtenção de dados topográficos de instalações aeroportuárias, aeródromos, heliportos e rádio- ajudas e respetivos obstáculos nas imediações em todo o território nacional. O desenvolvimento deste trabalho foi efetuado ao longo de várias fases tendo os trabalhos de campo ocorrido durante o primeiro semestre de 2009, tendo sido levantados dados relativos a 26 aeródromos, 36 heliportos e três rádio-ajudas nacionais (Dias *et al.*, 2010).

No decorrer dos trabalhos foram coordenados diversos pontos relevantes nos aeródromos e heliportos, nomeadamente o Ponto de Referências de Aeródromo/Heliporto, o centro da pista e do Heliporto, as soleiras da Pista, no caso de existirem, e o início e final da pista. Para além disto, foram ainda coordenados todos os obstáculos no perímetro do aeródromo e heliporto que pudessem colocar e causa a segurança nas operações de aterragem e descolagem das aeronaves. A totalidade dos pontos foi coordenada no *Datum* WGS84. Nos heliportos foram consideradas duas zonas para definição de obstáculos. A zona 1 com um raio de 25 m e uma inclinação de 2% relativamente ao centro da pista e do Heliporto e a zona 2 com um raio de 325 m e uma inclinação de 3,33% relativamente ao limite da zona 1. No caso dos aeródromos, foram considerados os obstáculos presentes nas imediações das áreas de movimento e nos canais de aproximação às pistas. No que diz respeito à área de movimento a zona de obstáculo considerada foi de 90 metros a partir do eixo da pista e 50 metros, a contar do limite de plataformas de caminhos de circulação de aeronaves. O canal de aproximação depende da classificação e do comprimento da pista. Para pistas Código 1 VFR, com extensão inferior a 800 metros o canal de aproximação teve um comprimento de 1600 metros e uma inclinação de 5%. No caso das pistas Código 2 VFR, com comprimento entre 800 e 1200 metros, o canal de aproximação tem uma extensão de 2500 metros e uma inclinação de 4%. Relativamente às pistas do Código 3 VFR e extensão entre 1200 e 1800 metros, o canal de aproximação teve um comprimento de 3000 metros e uma inclinação de 3,3% (Dias *et al.*, 2010).

Os autores deste estudo consideraram obstáculos os edifícios, torres, antenas, postes de iluminação e de apoio a linhas de alta tensão e de modo geral, todos os objetos que possam ter interferência nas operações das aeronaves (Dias *et al.*, 2010).

Considerando a especificidade deste trabalho, surgiu a necessidade de observação da realidade topográfica da vizinhança imediata dos heliportos e aeródromos em análise, com precisão de forma a

planear em gabinete todo o trabalho. Assim sendo, foram produzidos modelos tridimensionais destas áreas, com recurso à cartografia criada pelo IGeoE, que constituíram a base de planeamento e que precederam a deslocação para se efetuar o levantamento (Dias *et al.*, 2010).

Para criar os modelos tridimensionais os autores recorreram à informação vetorial do IGeoE, que cobre integralmente o território nacional e que contém entre outras a altimetria, a rede viária e ferroviária, as linhas de alta tensão, as construções em geral e o traçado dos próprios aeródromos bem como a localização dos heliportos. Para além disto, foram ainda desenhados, o cone tridimensional para os heliportos e as rampas de aterragem/ descolagem estabelecidas no caderno de encargos do INAC como áreas que podem afetar as operações de aterragem/descolagem de aeronaves. No *software CAD (MicroStation)* foram identificados os locais e selecionada uma zona de interesse, centrada no heliporto e ainda no prolongamento das pistas de aterragem dos aeródromos. De seguida os cones e rampas foram aplicados sobre os próprios objetos, heliportos e aeródromos (extremidades das pistas), respetivamente de forma, a colocar o vértice destes objetos concordante com a cota da informação vetorial existente nos respetivos pontos de interseção (Dias *et al.*, 2010).

A informação anteriormente obtida, categorizada por diversos níveis espessuras e cores foi posteriormente importada para SIG, no *software ArcGIS* e tratada a partir daí (Dias *et al.*, 2010).

De modo geral, tanto no caso dos heliportos como dos aeródromos, a informação base era obtida de forma a produzir um modelo tridimensional do terreno e, a sobre este juntar todos os outros aspetos topográficos relevantes. Para obter o MDT, foram exportadas as curvas de nível e pontos cotados, altimetria existente e de seguida, produzida uma TIN que concretizava sobre esta informação vertical georreferenciada, o terreno existente. Os cones e rampas foram tratados de forma semelhante para produzirem as respetivas superfícies. Posteriormente, todos os outros dados relevantes para o estudo, foram exportados na forma de polígonos (edificado) assim como poli-linhas (linhas de alta tensão, rede viária entre outros) de forma a complementar a informação (Dias *et al.*, 2010). Na Fig. 2.28 é possível observar a modelação tridimensional de um heliporto, com recurso ao *ArcScene*.



Fig. 2.28 - Modelação tridimensional de um heliporto utilizando com utilização do *ArcScene* (Dias *et al.*, 2010).

A aplicação *ArcScene* permitiu ter uma perspetiva tridimensional de qualquer ângulo, tornando-se fácil visualizar intersecções reais dos obstáculos com os cones e rampas virtuais introduzidos no desenho (Dias *et al.*, 2010).

2.10. CONCEITO DE CONTRAORDENAÇÃO

Uma vez que a presente dissertação foi desenvolvida no âmbito da deteção e controlo de consumos ilícitos, é conveniente perceber o que é um ilícito de acordo com o quadro legal vigente.

Segundo o Regime Geral Contraordenações, uma contraordenação é definida como todo o facto ilícito e censurável que preencha um tipo legal no qual se comine uma coima (Antunes, 2013).

Para que exista uma contra-ordenação é necessário que ocorra um facto (por ação ou omissão) que se integre na descrição legal de um comportamento proibido e que justifique a aplicação de uma coima.

De acordo com a legislação atual, para definir que estamos perante uma conduta ilícita é necessário ter um comportamento que seja considerado simultaneamente como típico, ilícito, culposo e punível, sendo que para cada um desses requisitos tem-se:

- **Tipicidade:** Uma conduta humana “típica” significa que estão preenchidos o elemento objetivo e subjetivo. Ou seja, é necessário verificar se o comportamento humano em causa, dominado pela vontade, preenche ou não um tipo legal de contraordenação, isto é, se a legislação abrange o tipo de ilicitude em questão;
- **Ilicitude:** Uma vez preenchida a tipicidade (objetiva e subjetiva) está atestada, à partida, a ilicitude, uma vez que estamos perante uma conduta que é contrária ao direito. É ainda de salientar que estão definidas na legislação causas de exclusão de ilicitude, que permitem que uma ação seja considerada típica, mas não uma ilicitude;
- **Culpa:** Consiste no juízo de censura que se faz sobre o autor ou agente que praticou o ato, permitindo responsabilizá-lo pela ação do facto típico e ilícito. Este juízo de censura só pode ser aplicado a indivíduos que tenham capacidade de culpa, sendo excluídos os que são considerados imputáveis para os efeitos da lei, nomeadamente menores de 16 anos ou portadores de anomalia psíquica ou outra patologia equiparada, por não serem capazes, no momento da prática do facto, avaliar a ilicitude deste ou de se determinar de acordo com essa avaliação;
- **Punível:** Reunindo as condições anteriores é fundamental verificar a existência de um pressuposto de punição de um tipo legal de um crime (Antunes, 2013).

O Decreto-Lei nº 207/94 de 6 de Agosto que tinha por objeto os sistemas de distribuição pública e predial de água e drenagem pública e predial de águas residuais veio estabelecer no seu artigo 28 que o processamento e aplicação das coimas pertencem à Câmara Municipal da área onde tiver sido praticada a infração. Este diploma foi revogado pelo Decreto-Lei nº194/2009 de 20 de Agosto, o qual veio estabelecer no seu artigo 73 as competências para processamento e aplicação de coimas, atribuindo-as à entidade titular dos serviços na área onde tiver sido praticada a infração. Temos então que a Lei ou os Regulamentos podem prever que o não cumprimento pelos utilizadores finais dos deveres que lhe são impostos, constitua contra-ordenação.

Neste sentido quando é verificado um ilícito ocorre o processo apresentado na Fig. 2.29.

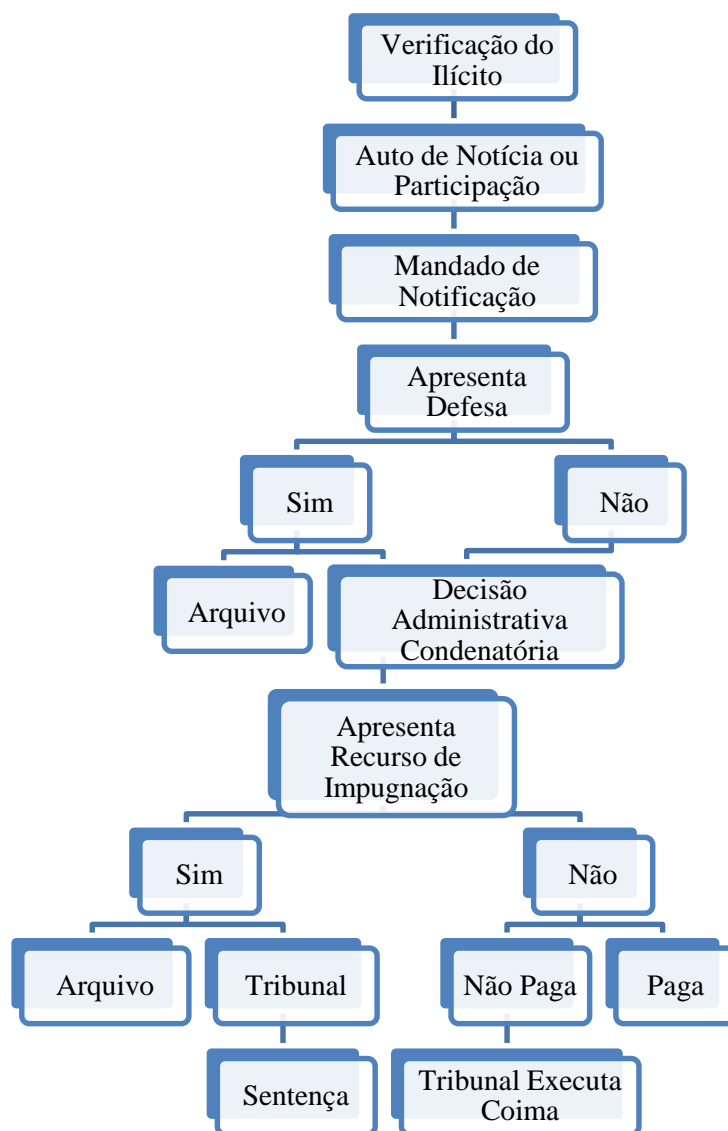


Fig. 2.29 - Tramitação do processo de contraordenação.

2.11. INFLUÊNCIA DA SUSPENSÃO DO FORNECIMENTO DE ÁGUA NAS PERDAS APARENTES

O abastecimento de água pode ser suspenso quando há falta de pagamento da fatura da água. Apesar de esta ser uma opção que cria alguma controvérsia, já que à semelhança do que foi referido anteriormente nesta dissertação, o acesso à água é um direito humano. De acordo com a edição de 17 de Maio de 2014 da revista *Visão*, o secretário-geral da Organização das Nações Unidas, Ban Ki-moon afirma que impedir o acesso da população à água potável é uma violação de um direito humano fundamental (VISÃO, 2014).

No entanto, é essencial recordar que as atividades inerentes ao abastecimento de água tais como, a captação, tratamento e distribuição requerem investimentos e custos de exploração e manutenção elevados. Pelo que é essencial, em termos de sustentabilidade económica, ambiental mas também social cobrar tarifas aos consumidores. Porém, em situações de crise económica como a que se verifica atualmente em Portugal, são cada vez mais os casos de consumidores que não conseguem pagar a

fatura da água e por isso vêm o abastecimento cortado pela EG, tal como é possível constatar na edição de 3 de março de 2009 do Jornal Público (Público, 2009). Apesar das medidas adotadas por muitas EG para evitar este tipo situação, a verdade é que o corte do abastecimento de água é uma realidade ainda presente no nosso país. A existência de muitas famílias com graves dificuldades financeiras e com corte de abastecimento de um recurso essencial à vida leva a que muitas delas restabeleçam ilegalmente o fornecimento de água, o que constitui um consumo não autorizado e contribuiu para o aumento as perdas aparentes. O tipo de procedimento mais comum nestes casos é a violação do selo (colocado após a suspensão do fornecimento com vista a não abertura do fornecimento de água na adufa pelo cliente tal como pode ser observado na Fig. 2.30) e abertura abusiva da água. Este tipo de situações ocorre com elevada frequência e serão objeto de estudo na presente dissertação.



Fig. 2.30 - Selo colocado após o corte de água num cliente do SAA do Porto.

Apesar de esta ser uma situação recorrente em Portugal, o mesmo não sucede em outros países no seio da União Europeia, como é caso do Reino Unido. Uma notícia publicada pela BBC News a 23 de Junho de 2009 dá conta da necessidade de mudar a legislação no país de modo a ser possível cortar o fornecimento de água aos clientes que se recusam a pagar a fatura da água.

2.12. CONCLUSÃO DO ESTADO DA ARTE

A pesquisa bibliográfica efetuada nesta dissertação mostra a importância da água na qualidade de vida das populações e no desenvolvimento socioeconómico do país. Verificou-se que o aparecimento de várias doenças infecciosas foi a principal razão para o desenvolvimento dos SAA de modo a garantir as condições mínimas de higiene e de acesso a água potável.

Observou-se uma evolução positiva no desenvolvimento dos SAA recentemente, em grande parte devido ao esforço de infraestruturização e à existência de fundos comunitários. Apesar desta melhoria, há ainda um longo caminho a percorrer no sentido de promover uma maior eficiência na utilização da água. Para o setor urbano foi estabelecida uma meta de ineficiência de utilização da água de 20%, que

deve ser cumprida até 2020, sendo que para atingir este objetivo é essencial reduzir as perdas nos SAA.

As perdas de água dividem-se em perdas reais e perdas aparentes. As segundas correspondem a água que foi consumida mas não foi faturada e na maioria dos casos têm um impacto financeiro superior às perdas reais.

As principais componentes das perdas aparentes são: os erros de medição, os erros humanos, os erros informáticos e de procedimentos e o consumo não autorizado. É sobre este último componente que se desenvolveu a presente dissertação.

Os consumos não autorizados incluem o estabelecimento e utilização de ligações ilícitas, a manipulação de contadores e a utilização indevida de hidrantes. Outro tipo de consumo não autorizado frequentemente cometido e muito pouco explorado na bibliografia, é a abertura abusiva do abastecimento de água após o corte efetivo por falta de pagamento.

Uma das metodologias mais utilizadas para reduzir as perdas aparentes é a utilização de telemetria. No entanto, apesar desta tecnologia ser vantajosa na redução dos erros de medição, dos erros humanos e na deteção de situações de adulteração do contador, convém salientar que não é suficiente e que devem ser adotadas outras medidas de deteção e redução das componentes das perdas aparentes.

No que diz respeito aos consumos ilícitos, verifica-se que as EG não vão para além da deteção de ilicitudes por parte dos leitores e das equipas de corte do fornecimento de água, no entanto as empresas de águas devem investir na identificação preventiva deste tipo de fraude de forma a evitar a sua repercussão.

De salientar ainda que os consumos ilícitos decorrentes da suspensão do fornecimento de água são uma realidade preocupante em muitas EG. Em Portugal, este tipo de situações é muito frequente quer pela situação económico-financeira atual quer pela existência de clientes que se recusam a pagar a fatura da água. Posto isto, é essencial que existam bases de dados atualizadas relativamente aos clientes com suspensão do fornecimento e respetiva religação. É imperativo que existam alertas quando há consumo de água após o corte do fornecimento por falta de pagamento.

A atuação ao nível das perdas aparentes é atualmente pouco explorada uma vez que têm um retorno lento, porém convém salientar que estas atuam ao nível da receita enquanto as perdas reais atuam ao nível do custo de produção. A redução das perdas aparentes torna-se relevante quando a percentagem de perdas é reduzida.

Concluindo a redução das perdas aparentes através da minimização de consumos não autorizados e, em particular, a deteção de consumos ilícitos é ainda um desafio para muitas EG que se têm limitado a combater as perdas reais.

3

ÂMBITO E OBJETIVOS

3.1. ÂMBITO

A recolha bibliográfica efetuada anteriormente permitiu constatar que relativamente às perdas aparentes e em concreto em relação aos consumos não autorizados a informação existente é escassa, uma vez que a grande maioria das EG combate este problema com recurso à implementação de contadores de telemetria e também por inspeção da rede predial por parte das equipas de leituras e de suspensão do fornecimento de água.

Contudo, este tipo de ações não é suficiente para a redução do consumo não autorizado pois no contexto de crise económica que se vive atualmente há cada vez mais agregados familiares que não têm capacidade financeira para adquirir bens essenciais como a água, sendo a predisposição para a ilicitude maior.

No que diz respeito à deteção de ligações diretas e de adulteração do contador, a implementação de contadores de telemetria pode ser útil, no entanto convém salientar que há muitas EG que não aproveitam todas as potencialidades deste sistema.

Apesar de pouco explorado na bibliografia existente sobre a matéria, a violação do selo colocado no momento da suspensão do fornecimento e abertura abusiva da água é um tipo de ilícito que mais frequentemente cometido em Portugal e portanto, utilizaram-se como exemplo algumas zonas da cidade do Porto e as informações desta EG para apurar a fiabilidade da metodologia adotada nesta dissertação.

3.2. OBJETIVOS

A dissertação apresentada tem como principal objetivo a deteção e controlo de consumos ilícitos como medida de redução das perdas aparentes, utilizando como caso de estudo algumas zonas da cidade do Porto com a colaboração empresarial.

Como objetivos complementares ao objetivo principal destacam-se os seguintes:

- Representação dos consumos de água individuais, por tipologia habitacional para deteção de consumos anómalos;
- Identificação de clientes com consumo de água após a suspensão do abastecimento sem pedido de religação;
- Avaliação da aplicabilidade da metodologia adotada na deteção de ilícitos no terreno;

- Contabilização do volume de água não faturada dos ilícitos detetados e custos associados para a EG;
- Análise do histórico dos clientes com consumo ilícito de água como forma a aferir a predisposição para o ilícito;
- Avaliação da eficiência da deteção do ilícito na regularização da situação;

4

DETEÇÃO DE CONSUMOS ILÍCITOS

4.1. ÁGUAS DO PORTO, EM

4.1.1. DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A Águas do Porto EM, é uma empresa municipal criada em outubro de 2006, cujo capital social é detido integralmente pela Câmara Municipal do Porto. A empresa dá seguimento aos serviços prestados pelos Serviços Municipalizados Águas e Saneamento (SMAS) do Porto, cuja atividade remonta a 1927, abrangendo, atualmente, novas áreas de atuação. O objeto social da empresa corresponde à gestão integrada e sustentável de todo o ciclo urbano da água do Município do Porto, integrando as áreas de atividade especificadas na Fig. 4.1.



Fig. 4.1 - Gestão integrada do ciclo urbano da água.

Esta é uma das maiores empresas portuguesas de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais, servindo 150 196 clientes e um equivalente populacional de 370 000 habitantes na cidade do Porto. Em média são fornecidos, 45 127 m³ de água por dia aos portuenses, sendo que, neste sentido se verificou um nível de atendimento à população do concelho do Porto, em termos de abastecimento de água, de 100 % em 2013. O controlo da qualidade da água fornecida aos consumidores é da

responsabilidade do Laboratório de Análises da Empresa, que realiza 47 202 análises por ano à água distribuída, das quais 39 762 são na rede pública e 7 440 na rede predial, de modo a garantir que os padrões de qualidade exigidos pela legislação europeia e portuguesa são cumpridos.

A água fornecida à cidade do Porto tem origem nas captações de Lever I- Gaia, Lever II- Porto e ETA de Lever e efetua-se através de dois eixos adutores principais, um localizado a norte, através da Circunvalação, e outro a Sul que abastece o reservatório de Nova Sintra. A rede de abastecimento de água da cidade do Porto tem uma extensão de 757 km, sendo 42 km de condutas adutoras e 715 km de condutas distribuidoras e detém ainda cerca de 64 000 ramais domiciliários.

A rede de abastecimento de água do Porto está dividida em 18 zonas principais de distribuição fechadas, denominadas de zonas de medição e controlo (ZMC). Cada ZMC contém equipamentos de monitorização e controlo digital, em tempo real, do caudal e da pressão nos pontos de entrega dos sistemas e nos reservatórios. A Fig. 4.2 mostra o sistema de abastecimento de água da cidade do Porto.

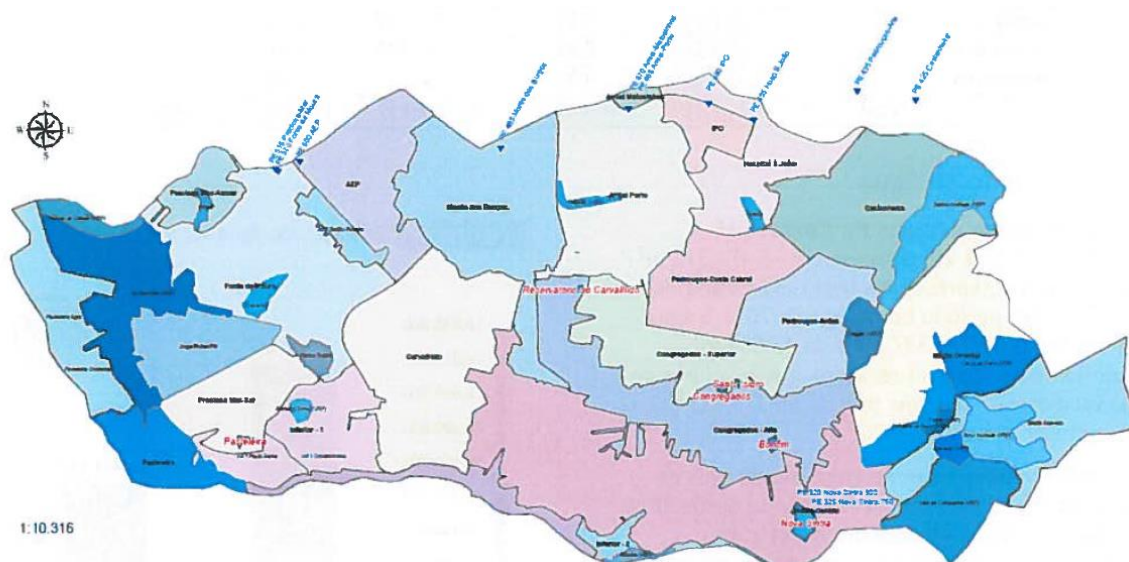


Fig. 4.2 - Sistema de abastecimento de água do Porto (Águas do Porto, 2014).

4.1.2. ÁGUA NÃO FATURADA

A Águas do Porto, EM em 2013 deu seguimento à tendência sustentada da diminuição do volume de água não faturada através da consolidação do Projeto “Porto sem Perdas”. A Fig. 4.3 mostra a evolução anual da água não faturada, entre os anos de 2011 e 2013, com base numa análise do volume médio diário (Águas do Porto, 2014).

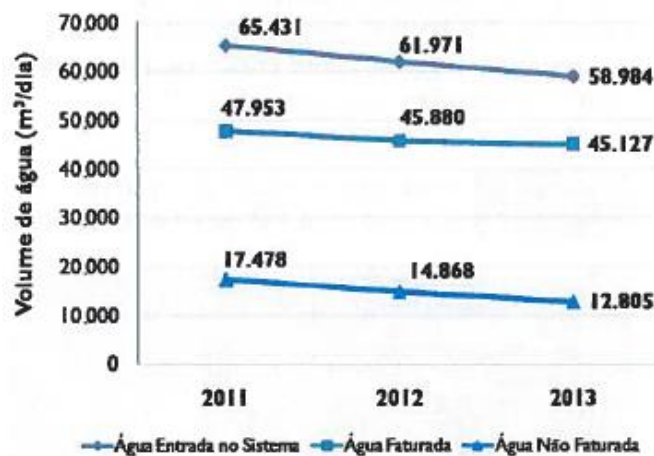


Fig. 4.3 - Evolução da água não faturada (m³) (Águas do Porto, 2014).

Analisando a figura anteriormente apresentada, verifica-se que entre 2012 e 2013, o volume de água não faturada passou de 14 868 m³/dia para 12 805 m³/dia, o que representa uma diminuição de 13,88% (Águas do Porto, 2014).

A diminuição progressiva da água não faturada deve-se essencialmente ao aumento da eficiência da gestão operacional da rede de abastecimento de água, tendo como objetivo a redução das perdas reais através do reforço do CAP, direcionado para a rápida deteção de fugas e para a sua reparação, e do controlo da pressão na rede. Para além disto, a Águas do Porto, EM dispõe de uma parte significativa dos seus investimentos nas empreitadas de substituição de condutas. No que diz respeito às perdas aparentes a estratégia seguida pela empresa consiste na renovação do parque de contadores através da substituição dos equipamentos mais antigos e da implementação do sistema de telecontagem (Águas do Porto, 2014).

Em 2013 a Águas do Porto, EM deu seguimento à campanha de renovação do parque de contadores tendo substituído 3 642 aparelhos. Tal como anteriormente referido, o plano de substituição de contadores tem-se focado nos contadores mais antigos, de forma a assegurar o controlo metrológico dos aparelhos e o aumento do rigor da medição da água fornecida aos clientes (Águas do Porto, 2014).

Ainda relativamente à estratégia de redução das perdas aparentes, a Águas do Porto, EM reformulou em 2013 o Gabinete de Gestão de Anomalias (GGA), tendo reforçado as suas competências. A sua atuação transversal e intersectorial concretiza-se na execução das seguintes funções:

- Recuperação de leituras em atraso de clientes que, normalmente não permitem o acesso aos contadores da água;
- Atualização da base de dados dos clientes, nomeadamente da titularidade do contrato e das informações relativas aos clientes e respetivos imóveis;
- Recuperação da dívida através da suspensão do fornecimento de água aos clientes incumpridores;
- Inspeção das redes prediais tendo como objetivo a deteção e participação de ilícitos (ligações diretas, contadores manipulados entre outros);
- Regularização das ligações à rede pública de saneamento;

- Instauração de processos de execução fiscal por falta de pagamento das faturas no prazo devido;
- Instrução de processos contraordenacionais nos casos ilícitos;

O Gabinete de Execuções Fiscais em articulação com o GGA, consiste em disciplinar/orientar o cliente para uma conduta de bom pagador e assegurar um atendimento eficaz e eficiente, tendo dois objetivos principais: a recuperação da dívida e a atualização da base de dados dos clientes (Águas do Porto, 2014).

A Fig. 4.4 apresenta a evolução da situação tributária entre 2012 e 2013.

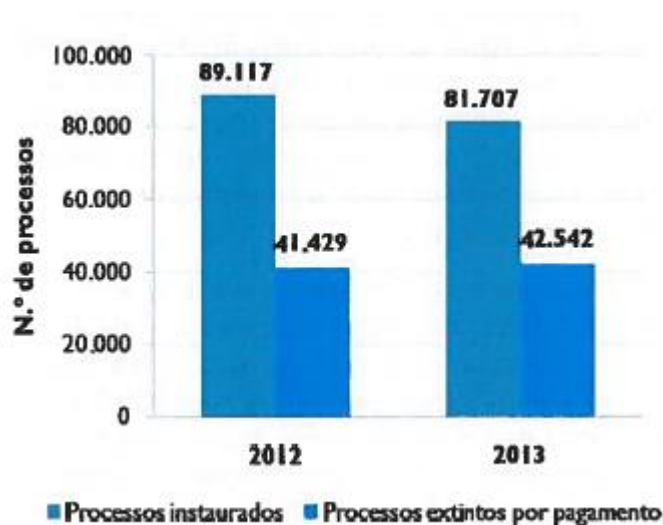


Fig. 4.4 - Evolução da situação tributária entre 2012 e 2013 (Águas do Porto, 2014).

Observando a figura anterior verifica-se que a situação tributária entre 2012 e 2013, teve uma diminuição no número de processos instaurados de 8,31% o que se deve à atuação tanto na área dos cortes assim como nas leituras, inculindo uma conduta de bom pagador.

4.1.3. RESULTADOS OBTIDOS

A Águas do Porto, EM passou por um profundo processo de reestruturação nos últimos anos que originou resultados positivos notórios. A redução das perdas de água originou poupanças significativas, basta verificar que as perdas em outubro de 2006 eram de 56 000 m³/dia e em junho de 2013 eram de apenas 14 000 m³/dia, o que representa uma poupança de 38 000 m³/dia. De salientar que estas poupanças representaram cerca de 6 milhões de euros/ano, isto é, 15% do volume de vendas cujo valor total ascende os 40 milhões de euros por ano. Os números apresentados anteriormente demonstram a importância do processo de redução de perdas e a utilidade das diferentes atividades que têm um carácter transversal, incluindo diversos setores da empresa (Oliveira, 2013).

4.2. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DO ESTUDO DA DETEÇÃO E CONTROLO DE CONSUMOS ILÍCITOS

4.2.1. CONSUMOS ILÍCITOS

De acordo com o artigo 60º do Decreto-Lei 194/2009, o abastecimento de água aos utilizadores pode ser interrompido no caso de serem detetadas ligações clandestinas ao sistema público, quando são detetadas anomalias ou irregularidades no sistema predial identificadas pela EG no âmbito de inspeções ao mesmo ou ainda por mora do utilizador no pagamento dos consumos realizados, sempre com aviso prévio.

Os sistemas prediais estão sujeitos a ações de inspeção da EG sempre que haja suspeita de fraude. O proprietário deve permitir o livre acesso da EG desde que avisado, por carta registada ou outro meio equivalente, com uma antecedência mínima de oito dias, de acordo com o artigo 70º do Decreto-Lei 194/2009.

Segundo o ponto 2 do artigo 71º do Decreto-Lei supracitado, os utilizadores não devem fazer uso indevido ou danificar qualquer infraestrutura ou equipamento dos sistemas públicos de abastecimento de água. O que significa que qualquer ação que inclua a retirada do contador por parte do utilizador, a violação da adufa e do selo colocado no momento da suspensão do abastecimento de água constituiu uma infração do disposto neste número, sujeita a uma coima entre € 1 500 a € 3 740 no caso de pessoas singulares e € 7 500 a € 44 890 no caso de pessoas coletivas.

O Regulamento Interno dos Serviços Municipais de Águas e Saneamento do Porto tem por objeto os sistemas de distribuição pública e predial de águas residuais domésticas, no concelho do Porto, de modo a que seja garantido o seu funcionamento global, assegurando-se a segurança, a saúde pública e o conforto dos utentes.

A alínea b) do artigo 286 do regulamento supracitado, define que os utilizadores não devem fazer uso indevido ou danificar as instalações prediais, neste contexto considera-se que a violação do selo colocado no momento da suspensão do fornecimento de água e a abertura abusiva constituem uma infração deste número, que pode dar origem a uma contraordenação com uma coima definida no regulamento das Águas do Porto, EM.

Toda a água fornecida pela empresa para consumo doméstico, comercial ou industrial e para reserva de incêndios é sujeita a medição segundo o ponto 1 do artigo 281º do Regulamento dos Serviços Municipais de Águas e Saneamento do Porto e portanto o estabelecimento de ligações diretas constitui uma violação do disposto neste número, já que neste caso não há contabilização da água fornecida.

Na Fig. 4.5. apresenta-se a evolução do número de ilícitos detetados pelas equipas de suspensão do fornecimento de água desde de o mês de janeiro de 2014 até maio do mesmo ano.

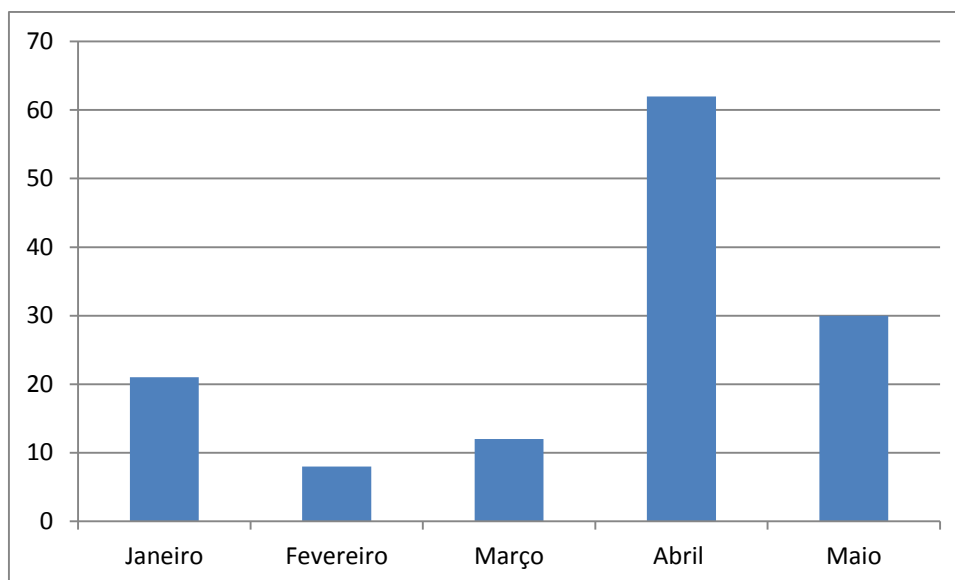


Fig. 4.5 - Evolução do número de ilícitos detetados desde janeiro até maio de 2014.

A figura anteriormente apresentada representa o número de ilícitos detetados desde janeiro até maio de 2014. Os valores dizem respeito ao número de ligações diretas, violações de selo e aberturas abusivas do fornecimento detetadas pelas equipas de suspensão do abastecimento de água.

Analisando a figura verifica-se que em fevereiro do corrente ano foram detetados menos ilícitos devido ao facto deste mês ter um número de dias úteis inferior aos restantes. Em abril de 2014 verificou-se um elevado número de ilícitos devido ao facto de terem sido detetadas uma grande quantidade de ligações diretas.

Sempre que é detetada uma infração do disposto nos pontos anteriormente referidos é elaborada uma participação que tem como intuito evitar que o responsável volte a cometer o ilícito e portanto existe uma relação evidente entre a elaboração da participação, a redução do número de ilícitos e consequentemente a diminuição das perdas aparentes.

Na Fig. 4.6 apresenta-se a evolução do número de participações recebidas pelas Execuções Fiscais da Águas do Porto, EM. Os processos incluem todo o tipo de ilegalidades cometidas por parte dos clientes, nomeadamente a abertura abusiva da água após a suspensão do fornecimento, o estabelecimento de ligações diretas e a recusa de ligação ao saneamento. Este tipo de situações são detetadas pelas equipas de suspensão do abastecimento de água e pelas equipas de leituras na sequência de verificações técnicas.

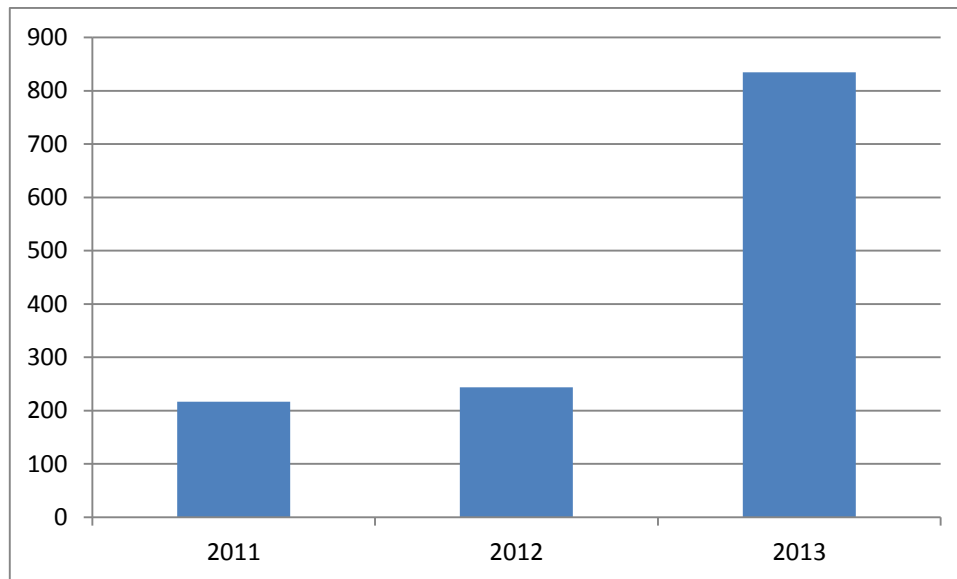


Fig. 4.6 - Evolução do número de participações detetadas nas execuções fiscais.

O gráfico anterior permite constatar que o número de processos nos últimos três anos e em particular em 2013 aumentou significativamente.

Tal como referido no Estado da Arte da presente dissertação, a deteção de um ilícito dá origem a uma participação que culmina com uma sentença do tribunal no caso do infrator se recusar a pagar a coima aplicada ou caso apresente defesa. Relativamente à matéria contraordenacional e no que respeita ao entendimento dos tribunais quando a ele são submetidos recursos de impugnação por infrações relacionados com os SAA, estas entidades têm vindo a reconhecer importância destas situações.

Os tribunais estão cada vez mais atentos às infrações relacionadas com os sistemas de abastecimento público de água. A prova disto é o caso da sentença proferida já por um Tribunal da Relação do Porto acerca de uma ligação direta “*Ficou provado que o arguido tinha instalado duas ligações diretas (...) no local destinado ao contador de água de cada uma delas (...) insofismável essa conduta configura também uma violação do dever de não fazer uso indevido das instalações prediais estabelecido na alínea b) do artigo 286 (...) pois o uso devido das mesmas é aquele que obedece aos procedimentos estabelecidos para a utilização da água fornecida pelos Serviços Municipalizados, que passa pela instalação de um contador individual por cada consumidor (...) Dele resulta claramente que o arguido tinha perfeito conhecimento de que a forma como logrou o abastecimento das frações não era a devida pois só assim se compreende (...) o propósito de logo que possível, proceder à regularização da situação junto da Águas do Porto, EM. Só há necessidade de regularizar quando algo não se encontra em situação regular (...) Em relação ao arguido trata-se de uma empresa do ramo de construção civil gerido por profissionais do setor, sendo sua obrigação possuir um conhecimento muito preciso destas matérias e que, a não existir se deveria a uma gravíssima incúria, altamente censurável (...). As declarações produzidas pelo representante legal são totalmente elucidativas e a única conclusão lógica que delas se retira é a de que a recorrida sabia perfeitamente que não podia abastecer as suas frações através das ligações diretas que efetuou (...). Cuidou sim que a situação porque previsivelmente se iria manter por pouco tempo, não iria ser detetada, ou pelo menos que não o seria antes de proceder à sua regularização.*”

A deteção de consumos ilícitos é geralmente efetuada pelas equipas de suspensão do fornecimento de água e de leituras que ao visitarem os contadores das habitações dos clientes, detetam este tipo de irregularidades.

A metodologia utilizada nesta dissertação para a deteção de consumos ilícitos de água, consistiu na identificação de consumos nulos ou muito reduzidos relativamente aos moradores com a mesma tipologia habitacional e também a comparação da leitura no momento da suspensão do fornecimento com a dos meses seguintes tendo sempre em consideração a existência ou não de pedido de religação do abastecimento de água.

O consumo de água de cada cliente está intimamente relacionado com a tipologia habitacional e com o número de moradores. Assim sendo, os resultados foram divididos segundo a tipologia de habitação de modo a identificar a existência de clientes com consumo muito reduzido relativamente aos restantes clientes nas mesmas condições.

Segundo uma nota emitida à imprensa a 26 de setembro de 2012 pela ERSAR, o consumo médio de água de uma família típica portuguesa constituída por três elementos é de 10 m³/mês. Assim sendo, considerou-se que o consumo médio de água de uma pessoa é de 3 m³/mês (ERSAR, 2012).

O número de elementos de uma família típica portuguesa foi obtido recorrendo aos dados mais recentes da população portuguesa obtidos através do CENSOS 2011 que indicam que a população residente é de 10 562 178 indivíduos e que cada família em média é constituída por 3 elementos (INE, 2012).

Estes valores foram utilizados ao longo desta dissertação com o intuito de permitirem a deteção de consumos de água muito reduzidos face ao número de moradores da habitação. A representação tridimensional dos consumos de água de cada cliente por tipologia habitacional foi obtida com recurso à aplicação *ArcScene*.

De salientar que as zonas e clientes analisados nesta dissertação não foram identificados por razões de confidencialidade.

A determinação dos custos é outro aspeto muito importante do consumo ilícito de água pois tem um impacto direto na sustentabilidade financeira da EG. Para aferir os custos de cada ilicitude é necessário ter conhecimento do tarifário adotado pela empresa. Na Tabela 4.1 apresenta-se o tarifário da Águas do Porto, EM em vigor desde 1 de janeiro de 2014.

Tabela 4.1 – Tarifário aplicado pela Águas do Porto, EM.

Designação	Escalão (m ³)	Tarifa (€/m ³)
Consumo Doméstico	0 – 5	0,5806
	6 – 15	0,9924
	16 – 20	1,8158
	Superior a 20	2,7765

Para além do tarifário aplicado pela empresa, é ainda importante conhecer os custos da suspensão do fornecimento de água e da religação para averiguar o impacto deste tipo de ações na EG. Quando se verifica a suspensão do fornecimento de água por falta de pagamento e o cliente se dirige aos serviços para regularizar a situação, é cobrada uma taxa de religação no valor de € 30, a que acresce IVA à taxa

legal em vigor e que inclui os custos de deslocação das equipas de reposição do abastecimento ao local.

Nos casos em que há suspeitas de ilícito ou quando o cliente não procede à religação do abastecimento de água após o corte efetivo do fornecimento é criada uma ordem de revisão de corte cujo custo é de € 15,5, a que acresce o IVA à taxa legal em vigor segundo o tarifário atual da Águas do Porto, EM. Este valor foi calculado considerando que o custo da mão-de-obra direta é de € 8,5, no qual incluiu os honorários dos funcionários, a duração média de uma visita e a percentagem de tempo que os colaboradores utilizam para as revisões de corte. O custo do combustível e o desgaste das viaturas foi também calculado, obtendo-se um valor médio de € 4 que foi considerado no custo das revisões de corte. Este resultado inclui ainda os custos administrativos, avaliados em € 3, no qual se incluiu as despesas com material de suporte administrativo e a remuneração dos colaboradores do *backoffice*. A soma dos valores anteriormente referidos permitiu obter o custo médio da ordem de revisão de corte.

Tal como já foi mencionado ao longo desta dissertação, a suspensão do abastecimento de água está intimamente relacionada com a existência de ilícitos. A sua deteção é normalmente conseguida através de revisões de corte que são feitas aleatoriamente a todos os clientes com suspensão do abastecimento de água, sendo que nem todos correspondem a ilícitos. Não raras vezes são efetuadas revisões de corte a clientes que não cometeram qualquer tipo de ilicitude o que acarreta prejuízos económicos acrescidos para a EG. Assim sendo, uma análise prévia dos clientes com suspensão do abastecimento de água e com consumo após esse momento sem pedido de religação permite identificar consumos ilícitos antes mesmo da revisão de corte.

4.2.2. REPRESENTAÇÃO DA ZONA A – TIPOLOGIA 1

A zona A caracteriza-se por ser constituída por 16 blocos de habitação social com as tipologias T1, T2, T3 e T4. Segundo as bases de dados das Águas do Porto, EM, na zona A existem 23 clientes que têm faturas em débito e conseqüentemente foi efetuada a suspensão do abastecimento de água.

Na Fig. 4.7. é possível observar o consumo de água de todos os proprietários da tipologia 1 da zona A, assim como a sua localização geográfica.



Fig. 4.7 – Consumo de água dos clientes da tipologia 1 da zona A no mês de janeiro.

A análise da figura anteriormente apresentada permite detetar a existência de consumos de água muito reduzidos relativamente aos restantes proprietários do mesmo bloco.

Convém salientar que os consumos nulos presentes na figura precedente correspondem a habitações que estão devolutas e também a clientes com suspensão do fornecimento de água por falta de pagamento das faturas em débito.

De destacar ainda que a grande maioria dos clientes da tipologia 1 da zona A representados na figura anterior têm consumos de água entre a 10 m³ a 30 m³, o que era expectável e permite concluir que estas habitações são constituídas por famílias numerosas. Porém, há também um número significativo de clientes com consumo de água entre a 1 a 6 m³, o que demonstra a existência de agregados familiares com número reduzido de elementos.

Para além disto, a observação detalhada da Fig. 4.7 permite identificar um cliente cujo consumo de água é muito superior aos restantes (assinalado na figura). Na Fig. 4.8. apresenta-se o consumo de água mensal desde janeiro de 2013 até março de 2014 desse cliente.

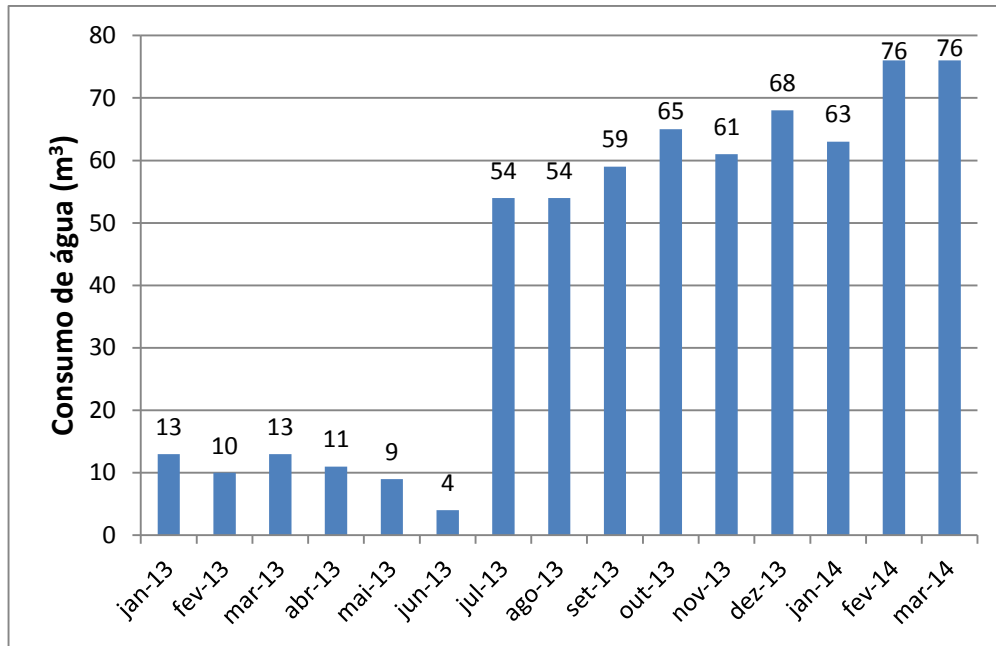


Fig. 4.8 – Gráfico da evolução do consumo de água (m³) do cliente I.

Analisando o gráfico anteriormente apresentado conclui-se que de janeiro a junho 2013, o consumo de água deste cliente enquadrava-se no consumo médio de uma família típica portuguesa, constituída por três elementos.

Porém a partir de julho de 2013, detetou-se um aumento significativo do consumo de água face ao consumo habitual por parte deste cliente. Verificou-se um aumento de 93 % do consumo de água em julho de 2013 face ao mês anterior, o que permite concluir que esta é uma situação anómala.

Há ainda que ter em conta que a média dos consumos deste cliente no primeiro semestre do ano de 2013 foi de 10 m³ sendo que no segundo semestre do mesmo ano a média foi de 60 m³, o que significa um aumento de 83 %.

Face aos números apresentados anteriormente, considerou-se que este cliente poderia ter uma fuga de água no interior da habitação pois só assim se explicaria estes consumos de água elevados, no entanto esta teoria revelou-se pouco credível pois seria de esperar que o cliente ao receber faturas com consumos de água tão elevados alertasse a EG para a existência de uma fuga, o que na realidade não se verificou.

A Fig. 4.9 permite visualizar o consumo diário de água deste cliente desde o ano de 2013 até abril de 2014.

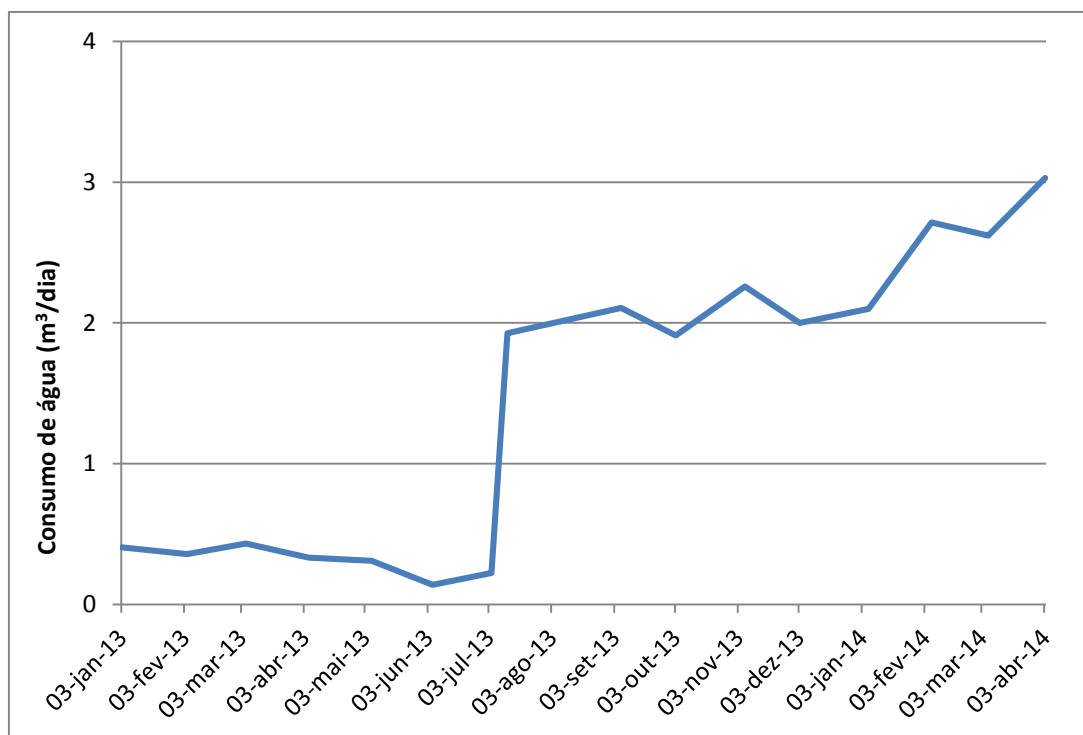


Fig. 4.9 – Consumo diário de água (m³/dia) do cliente I.

Analisando a figura anteriormente apresentada, confirma-se a existência de um aumento muito acentuado do consumo de água em julho de 2013, tal como anteriormente referido. De modo a averiguar as causas desta alteração de consumo, fez-se uma breve análise ao histórico deste cliente recorrendo às bases de dados da empresa, que permitiu concluir que o fornecimento de água deste cliente foi suspenso em junho de 2013 e a partir desse momento não houve pedido de religação do abastecimento. Por este motivo era expectável que o consumo de água deste cliente fosse nulo, o que não se verifica na realidade.

Face a valores tão elevados de consumo e o seu reflexo na fatura de água mensal seria de esperar que o cliente efetua-se uma reclamação junto da EG, o que não aconteceu pois este não paga as faturas em débito desde o momento da suspensão do fornecimento.

De salientar que, o consumo diário deste cliente até julho de 2013 era da ordem dos 0,5 m³/dia enquanto que em março de 2014 era de 3 m³/dia, o que representa um acréscimo de 17%. Apesar de se ter detetado uma ilicitude contínua sem explicação plausível o aumento acentuado de consumo. Na Fig. 4.10. encontra-se a representação dos consumos de água anuais cumulativos do cliente suspeito.

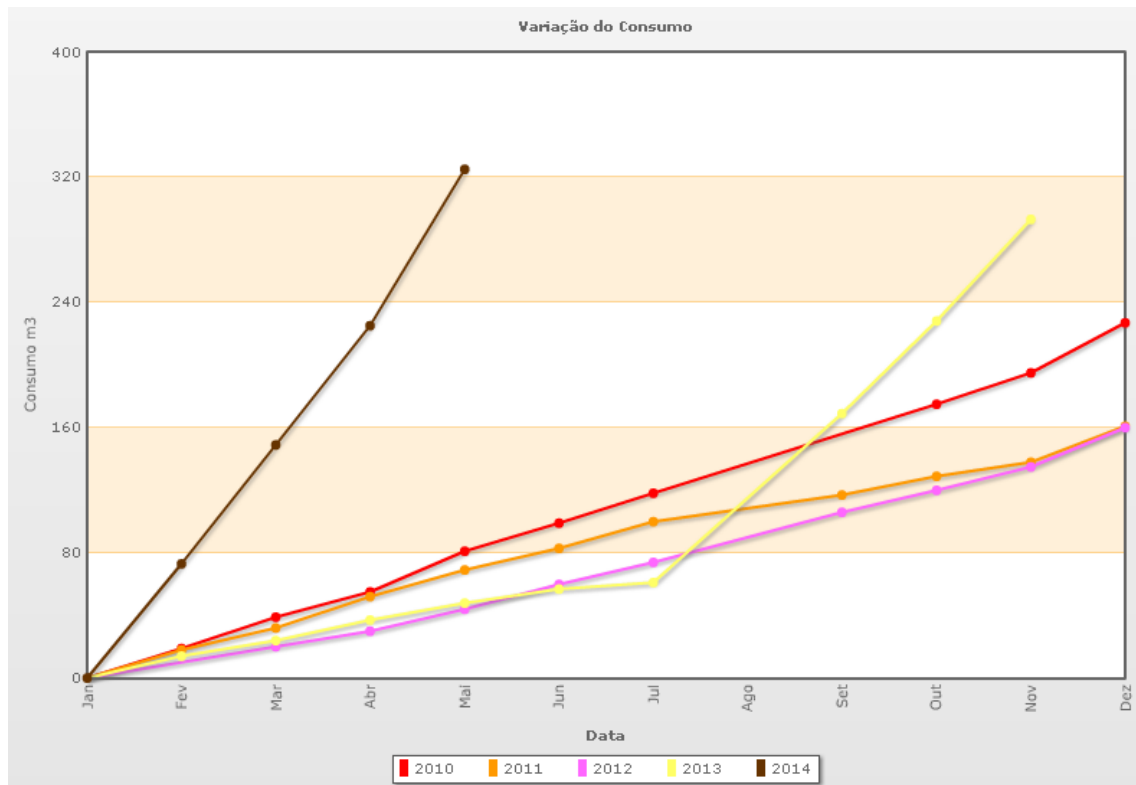


Fig. 4.10 – Representação dos consumos cumulativos anuais do cliente I.

A observação da figura anterior permite constatar que no ano de 2010, 2011, e 2012 o comportamento de consumo deste cliente é relativamente semelhante. Ao longo dos três anos, verificou-se uma diminuição gradual do consumo cumulativo, que pode ser explicada pela perda de precisão do contador ao longo do tempo. Esta tendência manteve-se até ao mês de julho de 2013 sendo que a partir desse mês o consumo cumulativo aumentou consideravelmente.

No ano de 2014 houve um acentuado aumento do consumo face aos 4 anteriores. Analisando com maior detalhe, verifica-se que o consumo de água cumulativo deste cliente em maio de 2014 era substancialmente superior ao que existia no mesmo mês dos anos anteriores. Para além disto, é possível constatar que a partir do mês de julho de 2013 o consumo cumulativo deste utilizador aumentou significativamente. Tendo em conta que este foi o mês da suspensão do abastecimento de água, foi possível concluir que esta situação é anómala.

Face às evidências apresentadas anteriormente considerou-se adequado proceder a uma verificação técnica, de forma a determinar qual o motivo do aumento acentuado do consumo de água deste cliente.

A inspeção efetuada permitiu concluir que esta situação corresponde a um ilícito, já que este cliente tinha o abastecimento de água suspenso por falta de pagamento e ao tentar restabelecer ilegalmente o fornecimento ficou com uma fuga de água através da adufa. Para evitar a perda de água para o exterior da habitação, este cliente mantinha uma torneira aberta todo o dia dentro da habitação, o que explica a existência de consumos de água elevados.

A Fig. 4.11 mostra o ilícito detetado na verificação técnica efetuada à habitação social suspeita.



Fig. 4.11 – Detecção do ilícito I durante a fiscalização efetuada à rede predial.

A figura precedente permite verificar que o cliente danificou as instalações prediais, o que corresponde a uma violação do disposto na alínea b) do artigo 286 do Regulamento Interno dos Serviços Municipais de Águas e Saneamento do Porto, o que levou à criação de uma participação.

A deteção deste ilícito foi relativamente fácil, pois a adufa está localizada no exterior da habitação. Porém, há que referir que o contador deste cliente é de telemetria, o que significa que não há nenhum leitor que visite a habitação regularmente e portanto a identificação desta ilicitude só teria sido conseguida através de uma revisão de corte que tem um custo de € 15 para a empresa, tal como anteriormente referido. Assim sendo, com esta metodologia foi possível detetar o ilícito antes mesmo de ir ao local, o que permitiu rentabilizar recursos, nomeadamente de deslocação.

Os impactes do ilícito I na EG, ou seja o volume de água consumido de forma indevida e os custos da ilicitude estão apresentados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Impactes do ilícito I na EG.

Variáveis	Valor
Volume de água consumido (m ³)	576
Custo para a EG (€)	1599
Custo da deteção do ilícito (€)	15

Observando a tabela anterior, conclui-se que a deteção de ilícitos é muito importante porque acarreta elevados custos para a EG e volumes de água significativos. Tendo em conta as tarifas aplicadas na empresa Águas do Porto, EM e os consumos mensais de água deste cliente desde o momento do corte do abastecimento de água até à deteção deste ilícito, conclui-se que foram consumidos cerca de 576 m³ de água de forma indevida, o que corresponde a uma perda de receita de 1599 € para a EG. O custo da deteção da ilicitude foi de € 15, que inclui a deslocação das equipas de suspensão do abastecimento de água ao local.

Na Fig. 4.12 mostra-se a reposição do corte do fornecimento de água após a deteção do ilícito.



Fig. 4.12 – Reposição da suspensão do abastecimento de água após a deteção do ilícito I.

Com a reposição da suspensão do fornecimento de água, conseguiu-se que o cliente fizesse um acordo de pagamento com a empresa e regularizasse a sua situação, o que permite concluir que o ilícito foi resolvido com êxito. Porém, convém salientar que este cliente tem um histórico de incumprimento que deve merecer a atenção da Águas do Porto, EM pois já foram efetuadas suspensões do abastecimento de água em março de 2011, setembro de 2012, março de 2013 e junho de 2013. Para além disto, este cliente já tinha sido alvo de uma participação o que permite concluir que este tipo de comportamento por parte deste utilizador é recorrente e compete à EG analisar periodicamente os consumos de água, de modo a evitar que situações como esta se voltem a repetir.

Na Fig. 4.13 encontra-se a representação dos consumos de água das habitações da tipologia 1 da zona A no mês de fevereiro de 2014.



Fig. 4.13 – Consumo de água dos clientes da tipologia 1 da zona A no mês de fevereiro.

A comparação da figura anteriormente apresentada com a Fig. 4.6 permite verificar que os consumos destes clientes se mantiveram relativamente constantes, face ao mês anterior. Destaca-se a existência de um número considerável de consumos nulos, resultantes da suspensão do fornecimento de água por falta de pagamento das faturas em débito e da existência de habitações devolutas. De salientar que, cada um destes casos foi analisado individualmente pois a existência de consumos nulos pode ser um indício da presença de ilicitudes.

Observando a Fig. 4.12 verifica-se a existência de uma grande variabilidade nos consumos de água destes clientes sendo que há um elevado número de utilizadores com gastos de 1 a 3 m³ o que corresponde ao consumo médio mensal de uma pessoa. No entanto, não é desprezável a existência de vários casos com consumo entre 13 a 30 m³, que pressupõe a existência de famílias numerosas.

Analisando as bases de dados da empresa Águas do Porto, EM, verificou-se a existência de um cliente cujo abastecimento de água estava cortado por falta de pagamento mas que se encontra a consumir água. Esse caso está assinalado na figura anterior a preto.

Na Fig. 4.14 é possível observar a evolução dos consumos de água do cliente referido.

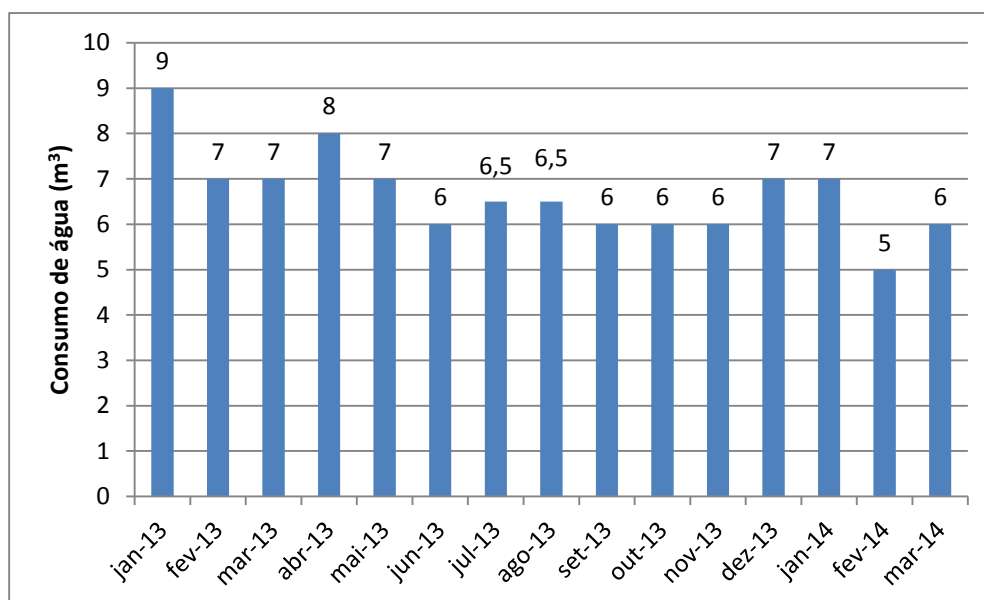


Fig. 4.14 – Evolução do consumo de água (m³) do cliente II.

Observando a figura anterior verifica-se que o padrão de consumo deste cliente ao longo do último ano foi relativamente constante no entanto recorrendo às bases de dados da Águas do Porto, EM constatou-se que o fornecimento de água deste cliente foi cortado em junho de 2013 e não houve pedido de religação pelo que seria expectável que nos meses seguintes o consumo de água deste cliente fosse nulo, o que não ocorre na realidade.

Tendo em conta os factos referidos anteriormente, concluiu-se que esta situação poderia corresponder a um ilícito. E portanto entendeu-se que seria prudente fazer uma visita à habitação, pelo que se concluiu que efetivamente foi cometida uma ilicitude.

A Fig. 4.15 permite observar a fraude detetada durante a verificação técnica efetuada à habitação suspeita.



Fig. 4.15 – Detecção do ilícito II durante a fiscalização efetuada à rede predial.

Após a deteção do ilícito fez-se a reposição do corte efetivo do fornecimento de água e elaborou-se uma participação. Apesar de não haver registos de incumprimento deste cliente nas bases de dados da empresa, este cometeu um ilícito e portanto o seu consumo mensal deve ser analisado periodicamente de modo a detetar precocemente a ocorrência de novas ilicitudes.

Na Tabela 4.3 apresenta-se o impacto deste ilícito nas contas da EG.

Tabela 4.3 – Impactes do ilícito II na EG.

Variáveis	Valor
Volume de água consumido (m ³)	75
Custo para a EG (€)	74
Custo da deteção do ilícito (€)	15

Tendo em conta a data da suspensão do abastecimento (19 de Junho de 2013) e da deteção do ilícito (4 de junho de 2014), conclui-se que o cliente consumiu cerca de 75 m³ de água de forma ilícita, o que corresponde a uma perda económica de € 74 para a EG.

A deteção deste ilícito foi relativamente simples pois a adufa está localizada no exterior da habitação, porém o contador deste cliente é de telemetria o que significa que as equipas de leituras não visitam o local, potenciando a existência de ilícitos relacionados com a abertura abusiva do abastecimento de água. Neste caso, só quando há revisões de corte do fornecimento é que é possível detetar este tipo de ilicitude. Face a estas evidências, é perceptível a importância de fazer inspeções periódicas à rede predial e de analisar o consumo mensal de água deste cliente, de modo a evitar a repetição do ilícito.

A situação assinalada a vermelho na Fig. 4.13 é muito semelhante à anteriormente apresentada pois o cliente tinha o fornecimento de água suspenso por falta de pagamento das faturas em débito, no

entanto o consumo de água não era nulo. A Fig. 4.16 contém o histórico de consumo deste cliente desde janeiro de 2013 até Março de 2014.

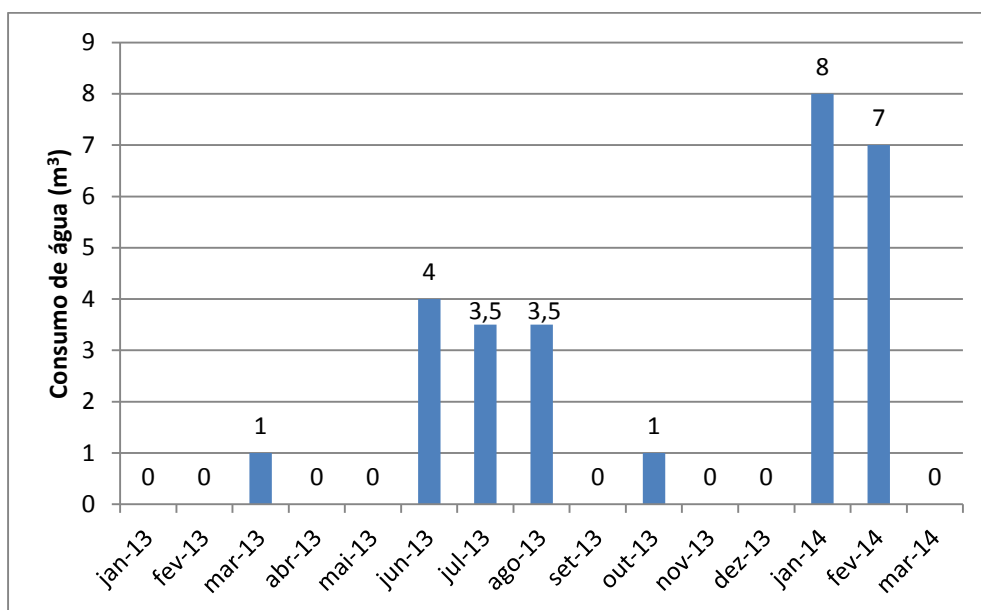


Fig. 4.16 - Evolução do consumo de água (m³) do cliente III.

Observando atentamente a figura anteriormente apresentada constata-se que os consumos de água mensais deste cliente são irregulares, havendo meses de consumo nulo o que significa que possivelmente a habitação é ocupada esporadicamente. Considerando o facto de o abastecimento de água deste cliente ter sido cortado em junho de 2013 e ainda que este cliente consumiu água sem ter sido efetuada a religação por parte da EG, concluiu-se que poderia existir uma ilicitude.

Mediante os factos anteriormente mencionados, entendeu-se que havia razões para proceder a uma visita à habitação pelo que se verificou que de facto o cliente estava a consumir água indevidamente.

Na Fig. 4.17 é possível visualizar o resultado da revisão de corte do abastecimento efetuada à habitação do cliente III.

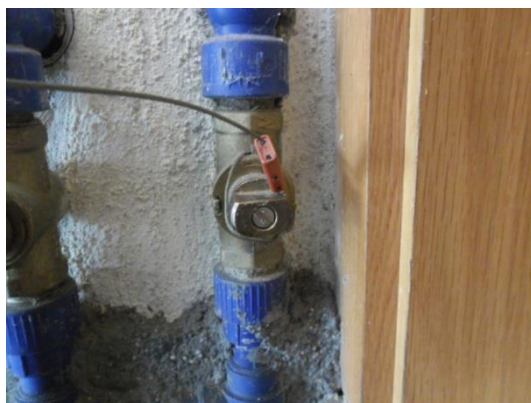


Fig. 4.17 - Deteção do ilícito III durante a fiscalização efetuada à rede predial.

Neste caso constatou-se que o capacete da adufa estava em posição fechada, no entanto o cliente estava a consumir água indevidamente. Este é um exemplo da criatividade dos infratores pois aparentemente não há ilícito tendo em conta que o capacete da adufa estava na posição fechada mas a adufa não, o que poderia até induzir em erro as equipas de revisão de corte. A verdade é que com a análise efetuada anteriormente, verificou-se que houve consumo de água após a suspensão do fornecimento e o cliente cometeu um ilícito

Após a deteção desta infração, o abastecimento foi novamente suspenso e foi criada uma participação. Recorrendo ao histórico do cliente através dos registos da empresa conclui-se que é a primeira vez que este comete uma ilicitude. Porém, apesar deste não ser um comportamento recorrente merece a devida atenção da EG e como tal recomenda-se que o padrão de consumo deste utilizador seja periodicamente analisado, de modo a detetar precocemente a ocorrência de novas ilicitudes no futuro.

Na Tabela 4.4. estão apresentados os valores do impacte deste ilícito na EG.

Tabela 4.4 – Impactes do ilícito III na EG.

Variáveis	Valor
Volume de água consumido (m ³)	23
Custo para a EG (€)	23
Custo da deteção do ilícito (€)	15

Os valores apresentados na tabela precedente foram obtidos analisando novamente as bases de dados da empresa. Verificou-se que a suspensão do fornecimento de água foi efetuada em junho de 2013, tendo em conta a leitura nesse momento e aquando da deteção do ilícito, constatou-se que o cliente consumiu indevidamente 23 m³ a que corresponde um custo de aproximadamente € 23, considerando as tarifas em vigor na empresa Águas do Porto, EM.

A deteção deste ilícito não revelou dificuldades de maior pois a adufa encontra-se no exterior da habitação o que permitiu que este fosse identificado na primeira visita efetuada ao local. Importa salientar que o contador deste consumidor é de telemetria, o que significa que não existem visitas regulares das equipas de leituras ao local e, portanto, as ilicitudes cometidas na adufa não são facilmente detetadas pela EG.

A Fig. 4.18 contém a representação geográfica dos consumos de água das habitações da tipologia 1 da zona A no mês de março de 2014.



Fig. 4.18 - Consumo de água dos clientes da tipologia 1 da zona A no mês de março.

O padrão de consumo de água destes clientes no mês de março de 2014 foi relativamente semelhante ao verificado nos dois meses anteriores. Constatou-se que efetivamente a maioria dos clientes têm consumos de água entre 1 a 9 m³, o que significa que estas habitações são constituídas por agregados familiares pequenos. No entanto, existe um número considerável de casos com consumos entre 13 a 30 m³, o que pressupõe que estas habitações estão ocupadas por famílias numerosas. A figura anterior permite ainda identificar um cliente com um consumo de água elevado mas que deveria ser nulo uma vez que, tem o abastecimento de água suspenso por falta de pagamento das faturas em débito.

Na Fig. 4.19 apresenta-se o consumo mensal de água do cliente assinalado na figura anterior.

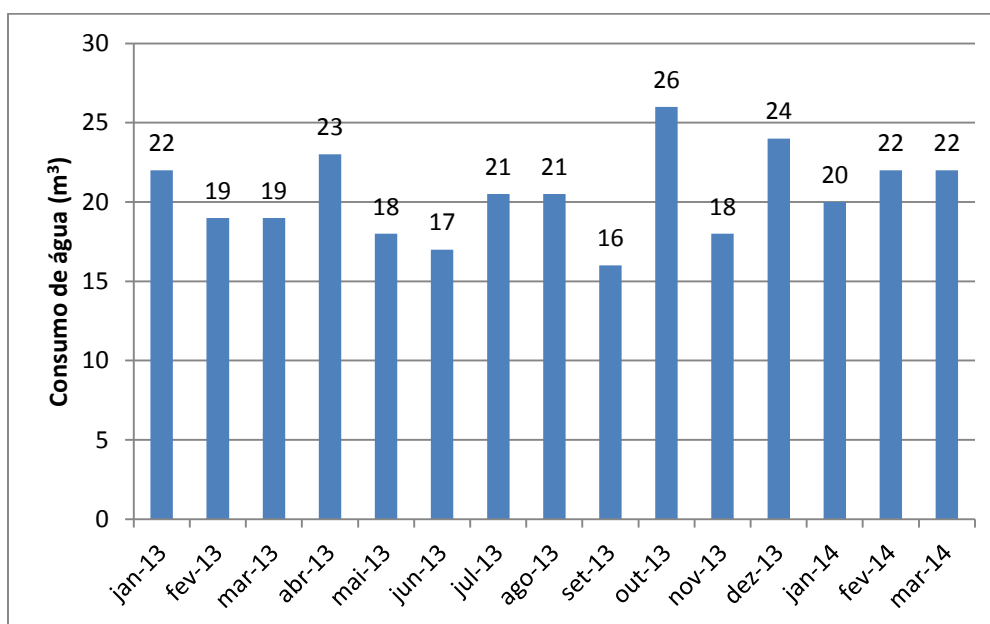


Fig. 4.19 - Evolução do consumo de água (m³) do cliente IV.

Analisando a figura precedente conclui-se que este cliente tem um histórico de consumo de água constante, o que não levantaria qualquer tipo de suspeitas para a EG. No entanto, analisando as bases de dados da EG, concluiu-se que o fornecimento de água foi suspenso em junho de 2013 e após esse momento não houve pedido de religação, pelo que seria de esperar que o consumo fosse nulo.

Observando a figura anterior constata-se que efetivamente houve consumo após o momento do corte do abastecimento de água. Perante estas evidências, entendeu-se que seria prudente proceder a uma inspeção à habitação de forma a clarificar a situação. Na visita não se conseguiu confirmar o ilícito pois o contador de água e a adufa encontram-se dentro da habitação e o cliente não deu acesso ao interior do domicílio. Este é um problema que afeta muitas empresas de abastecimento de água e impede a sua atuação quando são detetadas irregularidades na rede predial. Para evitar este tipo de situações, recomenda-se que nas novas habitações o contador e adufa sejam instalados no exterior da habitação.

Os impactes deste caso para a EG estão apresentados na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Impactes do caso IV na EG.

Variáveis	Valor
Volume de água consumido (m ³)	184
Custo para a EG (€)	511
Custo da deslocação (€)	15

Visualizando a tabela anteriormente apresentada conclui-se que este cliente consumiu cerca de 184 m³ de água, tendo em conta a data da suspensão do fornecimento e da identificação deste caso, o que corresponde a uma perda de receita de aproximadamente € 511 para a EG, a que acresce ainda os custos com a deslocação das equipas de revisão de corte ao local.

A situação assinalada a vermelho na Fig. 4.18 corresponde a um cliente cujo consumo de água é substancialmente inferior aos clientes com a mesma tipologia habitacional. De modo a averiguar a possibilidade de existência de uma ilicitude representou-se o consumo cumulativo deste cliente desde 2010 até 2014 tal como pode ser visualizado na Fig. 4.20.

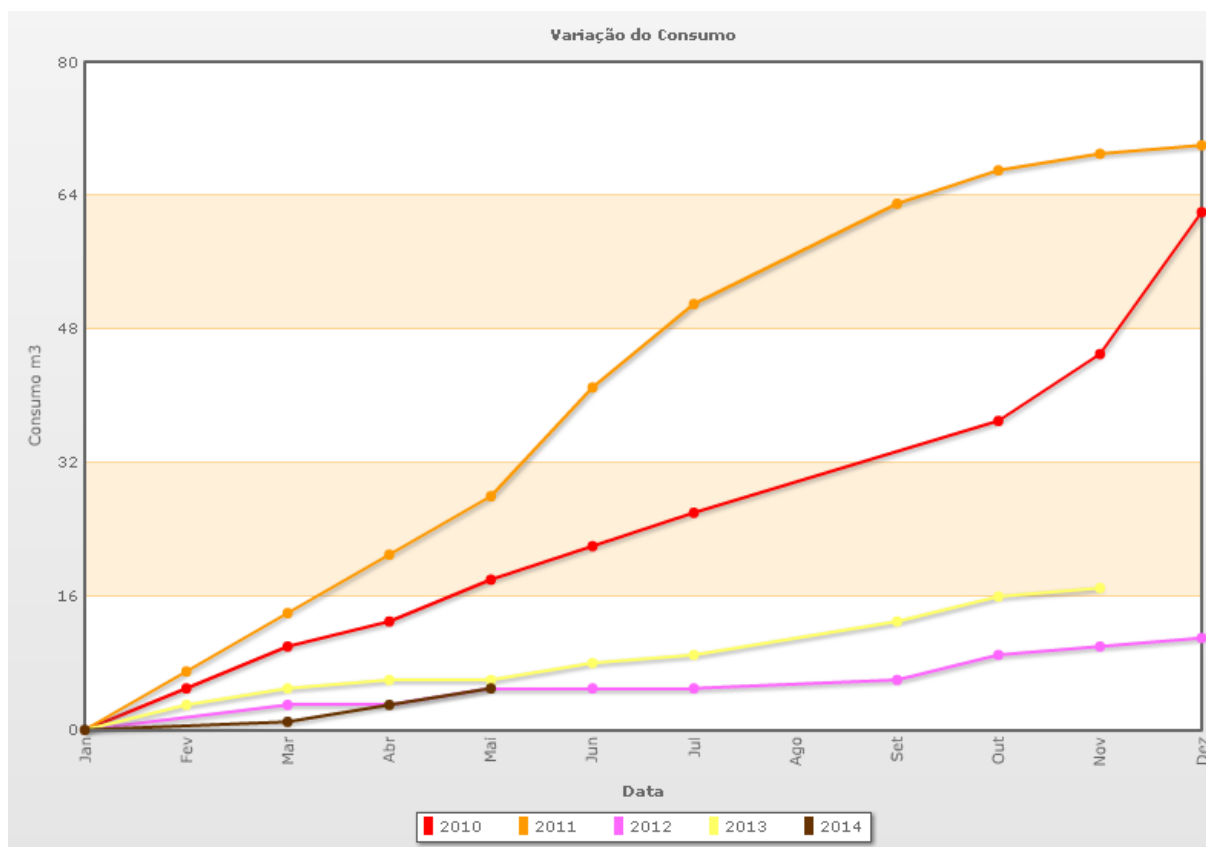


Fig. 4. 20 - Representação dos consumos cumulativos anuais do cliente suspeito.

Observando atentamente a figura anteriormente apresentada, verifica-se que a partir do mês de outubro de 2010 houve um ligeiro aumento do consumo, que pode ser explicado por uma alteração na constituição familiar. O mesmo não sucede a partir do mês de maio de 2011. Verifica-se que o cliente diminuiu significativamente o seu consumo de água desde 2012 até 2014 relativamente aos anos de 2010 e 2011. Pelos motivos anteriormente citados, considerou-se pertinente uma visita ao local de modo a averiguar os motivos desta alteração no padrão de consumo deste utilizador. No entanto não foi possível verificar o estado do contador da água pois este encontra-se localizado dentro da habitação e o cliente não deu acesso ao interior do domicílio. Perante este facto, verifica-se a importância da rede predial de abastecimento de água se encontrar no exterior da habitação para facilitar as inspeções por parte da EG em caso de suspeita de ilícito.

4.2.3. REPRESENTAÇÃO DA ZONA A – TIPOLOGIA 2

Na Fig. 4.21 apresentam-se os consumos dos clientes das habitações da tipologia 2 da zona A, no mês de janeiro de 2014.



Fig. 4. 21 - Consumo de água dos clientes da tipologia 2 da zona A no mês de janeiro.

A figura anterior permite concluir que existe uma grande variabilidade nos consumos de água dos clientes da zona A, tipologia 2. Contrariamente ao que ocorreu nas figuras anteriores, neste caso apenas existem 7 habitações com consumo nulo. A existência de um número considerável de clientes com consumos de água entre 13 e 30 m³ permite concluir que esta tipologia habitacional é caracterizada pela existência de famílias numerosas, no entanto a existência de clientes com fugas no interior da habitação é também uma razão plausível. O caso assinalado na figura anterior, corresponde a um cliente cujo consumo de água deveria ser nulo pois este tinha o abastecimento cortado por falta de pagamento.

Na Fig. 4.22 apresenta-se a evolução dos consumos de água do cliente com abastecimento suspenso.

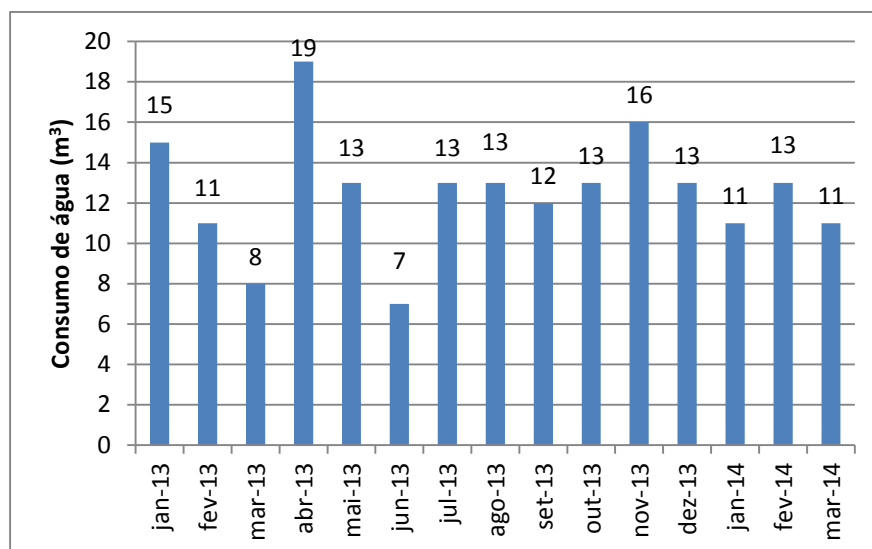


Fig. 4.22 - Evolução do consumo de água (m³) do cliente V.

Observando detalhadamente a figura anterior verifica-se que existe alguma variabilidade nos consumos de água mensais deste cliente. No entanto enquadram-se no valor do consumo médio mensal de uma família típica portuguesa.

Considerando que houve corte do fornecimento em julho de 2013 e a partir desse momento não houve pedido de religação à EG percebe-se que o cliente estava a consumir água indevidamente. Face às evidências apresentadas, foi efetuada uma fiscalização que permitiu concluir que este cliente abriu o fornecimento de água indevidamente o que constitui um ilícito, tal pode ser visualizado na Fig. 4.23.

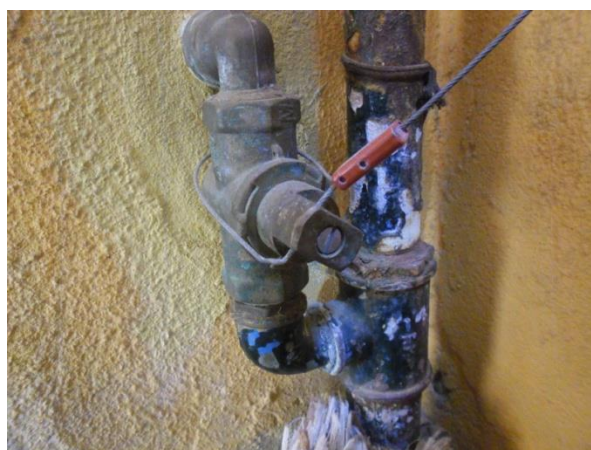


Fig. 4.23 – Detecção do ilícito V durante a fiscalização efetuada à rede predial.

Tal como é possível observar pela figura anterior o cliente abriu a adufa indevidamente e estava a consumir água, o que constitui um ilícito de acordo com o Regulamento Interno dos Serviços Municipais de Águas e Saneamento do Porto.

Os encargos desta ilicitude para a EG estão apresentados na Tabela 4.6.

Tabela 4.6 – Impactes do ilícito V na EG.

Variáveis	Valor
Volume de água consumido (m ³)	111
Custo para a EG (€)	201
Custo da deteção do ilícito (€)	15

Analisando a base de dados das Águas do Porto, EM verificou-se que o cliente consumiu cerca de 111 m³ indevidamente, o que corresponde um custo de € 201. Tendo em conta que o fornecimento de água deste cliente já tinha sido suspenso em março de 2011, setembro de 2012 e março de 2013 constatou-se que este é habitualmente incumpridor e portanto este caso deve ser acompanhado pela EG para precaver a ocorrência de um novo ilícito.

A deteção desta fraude foi relativamente simples, já que a adufa está localizada no exterior da habitação, o que facilita a intervenção da EG. Convém referir que o contador deste cliente é de telemetria o que significa que os leitores não visitam a habitação regularmente e portanto as ilicitudes são dificilmente detetadas, o que origina um problema que deve ser equacionado.

A Fig. 4.24 permite visualizar os consumos de água das habitações da tipologia 2 da zona A, no mês de fevereiro de 2014.



Fig. 4.24 - Consumo de água dos clientes da tipologia 2 da zona A no mês de fevereiro.

A figura anteriormente apresentada mostra que os consumos de água dos clientes com a mesma tipologia habitacional são relativamente semelhantes. Verifica-se que o padrão de consumo destes clientes, não se alterou significativamente face ao que foi verificado em janeiro. O caso assinalado na figura anterior corresponde a um cliente cujo abastecimento de água estava suspenso por falta de

pagamento, no entanto tem consumo de água o que pode indiciar a existência de uma ilicitude. A Fig. 4.25 mostra a evolução dos consumos de água deste cliente.

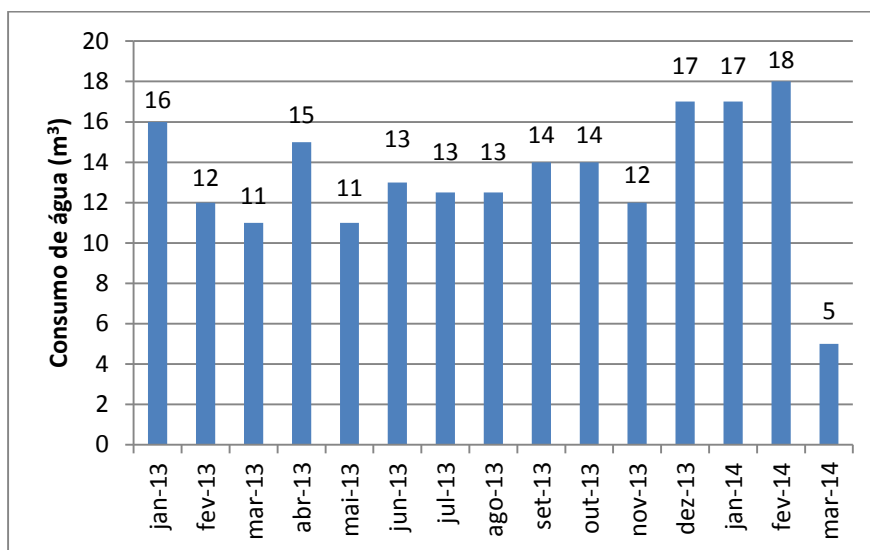


Fig. 4.25 - Evolução do consumo de água (m³) do cliente VI.

Analisando a figura anterior verifica-se que o histórico de consumo deste cliente é relativamente constante. Todavia tendo em conta, que esta habitação tinha o fornecimento de água suspenso desde junho de 2013 e não houve pedido de religação após esse momento, conclui-se que o cliente pode ter cometido uma ilicitude e portanto foi efetuada uma visita à habitação. Porém, da ida ao local constatou-se que o contador e adufa encontram-se no interior da habitação e como o morador não deu acesso ao interior do domicílio, não foi possível comprovar o ilícito. Este caso constitui um exemplo claro da dificuldade das empresas de águas atuarem quando a rede predial se encontra localizada dentro da habitação.

A Tabela 4.7. mostra o impacte do ilícito VI para a EG.

Tabela 4.7 – Impactes do ilícito VI na EG.

Variáveis	Valor
Volume de água consumido (m³)	130
Custo para a EG (€)	129
Custo da deslocação (€)	15

Observando a tabela anteriormente apresentada, verifica-se que o cliente consumiu cerca de 130 m³ de água de forma ilícita, a que corresponde uma perda de receita para a empresa de cerca de € 129, estes valores foram obtidos recorrendo às bases de dados da empresa e considerando a leitura no momento da suspensão do fornecimento de água e à data da deteção do ilícito.

Este cliente tem um histórico de incumprimento considerável na medida em que o abastecimento já tinha sido cortado em novembro de 2011 e em março de 2011, setembro de 2012, março de 2013 e julho de 2013 foram efetuadas visitas ao local para suspender o fornecimento de água que não tiveram qualquer tipo de efeito pois o utilizador não deu acesso ao interior da habitação.

A Fig. 4.26 contém a representação geográfica dos consumos de água dos clientes das habitações da tipologia 2 da zona A no mês de março de 2014.



Fig. 4.26 - Consumo de água dos clientes da tipologia 2 da zona A no mês de março.

Observando a figura anterior constata-se que, no geral, o consumo de água dos clientes da tipologia 2 da zona A no mês de março foi relativamente semelhante aos dois anteriores. Destaca-se a existência de um elevado número de clientes com consumo de água entre 10 a 30 m³, o que demonstra que estas habitações são ocupadas por famílias numerosas. Verifica-se ainda a existência de um consumo anómalo, uma vez que este cliente tinha o fornecimento de água suspenso por falta de pagamento, no entanto o seu consumo não é nulo.

Na Fig. 4.27 mostra-se a evolução do consumo de água deste cliente.

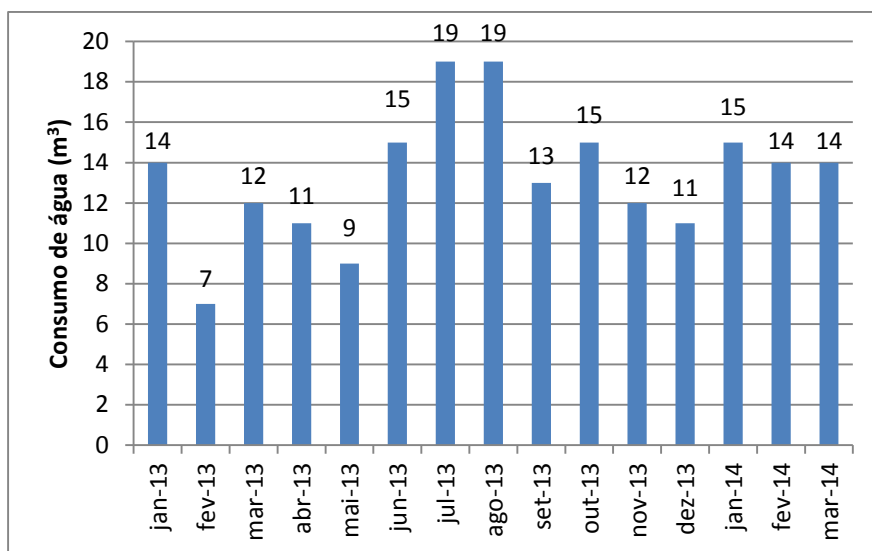


Fig. 4.27 - Evolução do consumo de água (m³) do cliente VII.

Visualizando a figura anteriormente apresentada permite concluir-se que o padrão de consumo deste cliente é irregular. Recorrendo aos dados da empresa e ao historial deste consumidor, verificou-se que houve suspensão do fornecimento de água em novembro de 2012, pelo que após essa data não há registo de pedido de religação, o que permite constatar que o cliente se encontrava a consumir água indevidamente. No entanto, para confirmar o ilícito procedeu-se a uma visita ao local.

A Fig. 4.28 mostra o ilícito detetado durante a visita efetuada ao local.

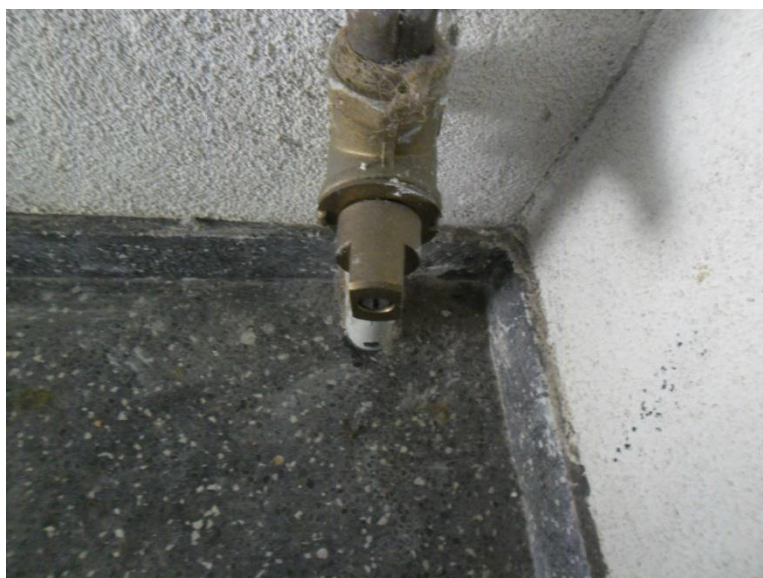


Fig. 4.28 - Detecção do ilícito VII durante a fiscalização efetuada à rede predial.

Tal como é possível verificar pela figura anterior o cliente fez uso indevido das instalações prediais pois violou o selo colocado no momento da suspensão do fornecimento e restabeleceu o abastecimento de água indevidamente, o que permite constatar que efetivamente o cliente cometeu um ilícito. Na

Tabela 4.8 é possível visualizar o volume de água consumida de forma indevida e os custos deste ilícito para a EG.

Tabela 4.8 – Impactes do ilícito VII na EG.

Variáveis	Valor
Volume de água consumido (m ³)	202
Custo para a EG (€)	200
Custo da deslocação (€)	15

A tabela precedente permite concluir que este cliente consumiu 202 m³ de água indevidamente, a que corresponde um prejuízo económico de € 200. Estes valores foram obtidos considerando a leitura do contador no momento da suspensão do fornecimento de água e no momento da deteção do ilícito.

De salientar que esta ilicitude foi facilmente detetada, pois a adufa encontra-se instalada no exterior da habitação, o que facilita a intervenção da EG. No entanto, convém salientar que o contador é de telemetria, o que significa que não há visitas regulares dos leitores à habitação e, portanto, a probabilidade de deteção de ilicitudes é menor.

4.2.4. REPRESENTAÇÃO DA ZONA A – TIPOLOGIA 3

Na Fig. 4.29 é possível observar os consumos de água dos clientes das habitações da tipologia 3 da zona A no mês de janeiro de 2014.



Fig. 4.29 - Consumo de água dos clientes da tipologia 3 da zona A no mês de janeiro.

Observando a Fig. 4.29 verifica-se que existe uma grande variabilidade dos consumos de água dos clientes com a mesma tipologia habitacional. Conclui-se também que existe um número de significativo de casos com consumo nulo, que se devem ao facto de algumas habitações estarem devolutas mas também por terem o fornecimento de água suspenso por falta de pagamento das faturas em débito.

A análise da figura precedente permite verificar que existe um número reduzido de clientes com consumo entre 1 a 3 m³, devido ao facto destas habitações serem constituídas por agregados familiares de número reduzido.

Para além disto, a análise da Fig. 4.29 permite ainda detetar consumos de água elevados entre 13 e 30 m³ devido ao facto das habitações serem constituídas por famílias numerosas porém a existência de fugas de água é também uma razão plausível. O caso assinalado na figura constitui um exemplo de um cliente com consumo elevado face aos utilizadores com a mesma tipologia habitacional. Para avaliar a evolução do consumo deste cliente fez-se a representação apresentada na Fig. 4.30.

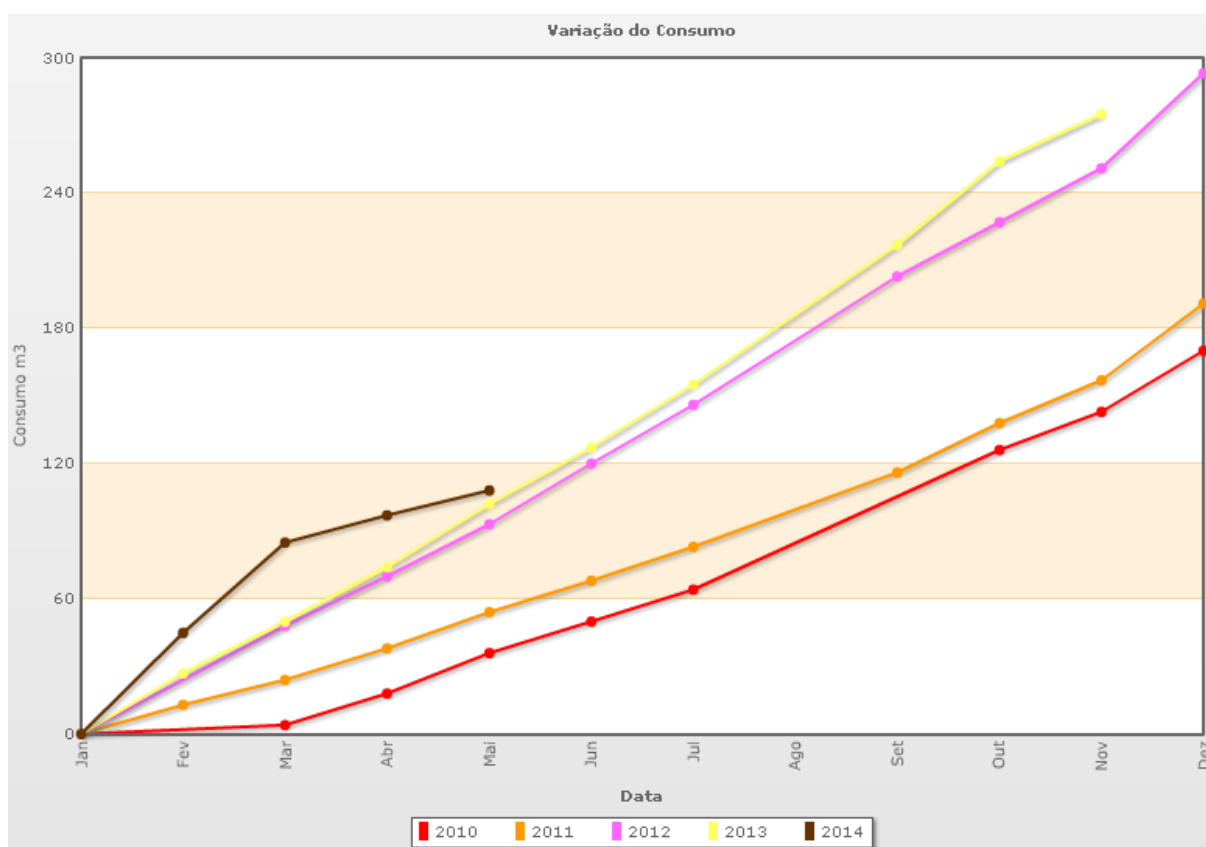


Fig. 4.30 - Representação dos consumos cumulativos anuais do cliente suspeito.

Analisando a figura anterior conclui-se que ao contrário daquilo que seria de esperar o padrão de consumo deste cliente tem aumentado progressivamente nos últimos 3 anos. Teoricamente o consumo de água devia diminuir gradualmente devido à perda de precisão do contador. Porém neste caso, verifica-se precisamente o oposto. A partir de março do corrente ano houve uma diminuição do consumo cumulativo relativamente aos anos anteriores que pode ser devido a uma alteração na constituição familiar desta habitação.

Apesar de não existirem evidências claras da presença de um ilícito considerou-se pertinente visitar a habitação para perceber quais as razões que estão na base deste consumo de água elevado, pelo que se concluiu que esta residência está ocupada por uma família constituída por 5 elementos. Constatou-se ainda que pode existir uma fuga de água pois o consumo médio diário de cada elemento desta família é de 8 m³ enquanto que o consumo médio diário por pessoa é de 3 m³ em Portugal.

Na Fig. 4.31 encontra-se a representação do consumo de água das habitações da tipologia 3 da zona A no mês de fevereiro de 2014.



Fig. 4.31 - Consumo de água dos clientes da tipologia 3 da zona A no mês de fevereiro.

Analisando a figura anterior conclui-se que o padrão de consumo de água dos clientes da tipologia 3 da zona A manteve-se relativamente constante face ao mês de janeiro. Existe um elevado número de habitações com consumo situado entre 10 e 30 m³, o que permite prever a existência de famílias numerosas mas não descarta a hipótese de existirem fugas de água interiores, tal como anteriormente referido.

Destaca-se ainda a existência de um cliente com consumo de água inferior ao dos restantes proprietários do mesmo bloco e da mesma entrada. Esse caso está assinalado na figura anterior.

Na Fig. 4.32 apresenta-se o consumo de água mensal deste cliente desde janeiro de 2013 até março de 2014.

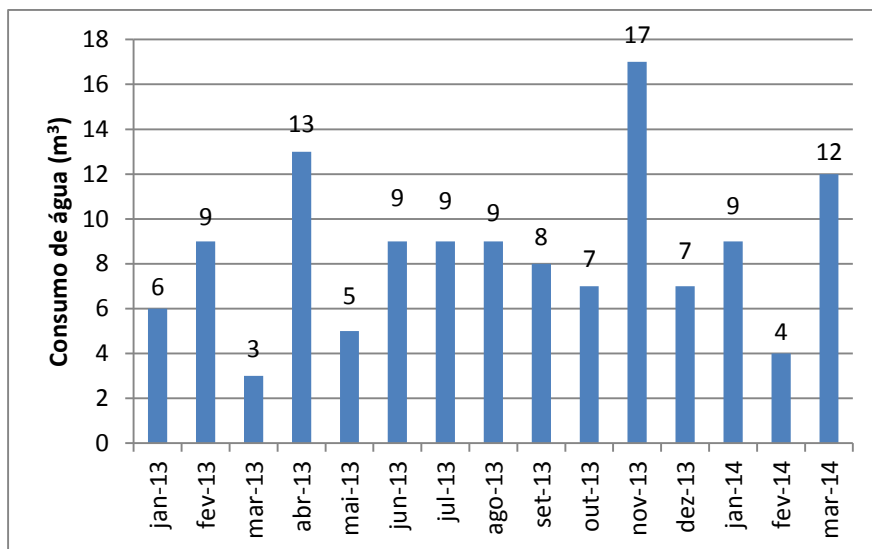


Fig. 4.32 - Evolução do consumo de água (m³) do cliente suspeito.

Observando o gráfico precedente é possível concluir que o comportamento de consumo de água deste cliente é irregular. Em novembro de 2013 verificou-se um aumento significativo do consumo relativamente aos meses anteriores que correspondem à época de Verão, o que é contrário àquilo que seria de esperar.

De modo a averiguar com maior detalhe este caso, fez-se a representação dos consumos de água cumulativos, tal como pode ser visualizado na Fig. 4.33.

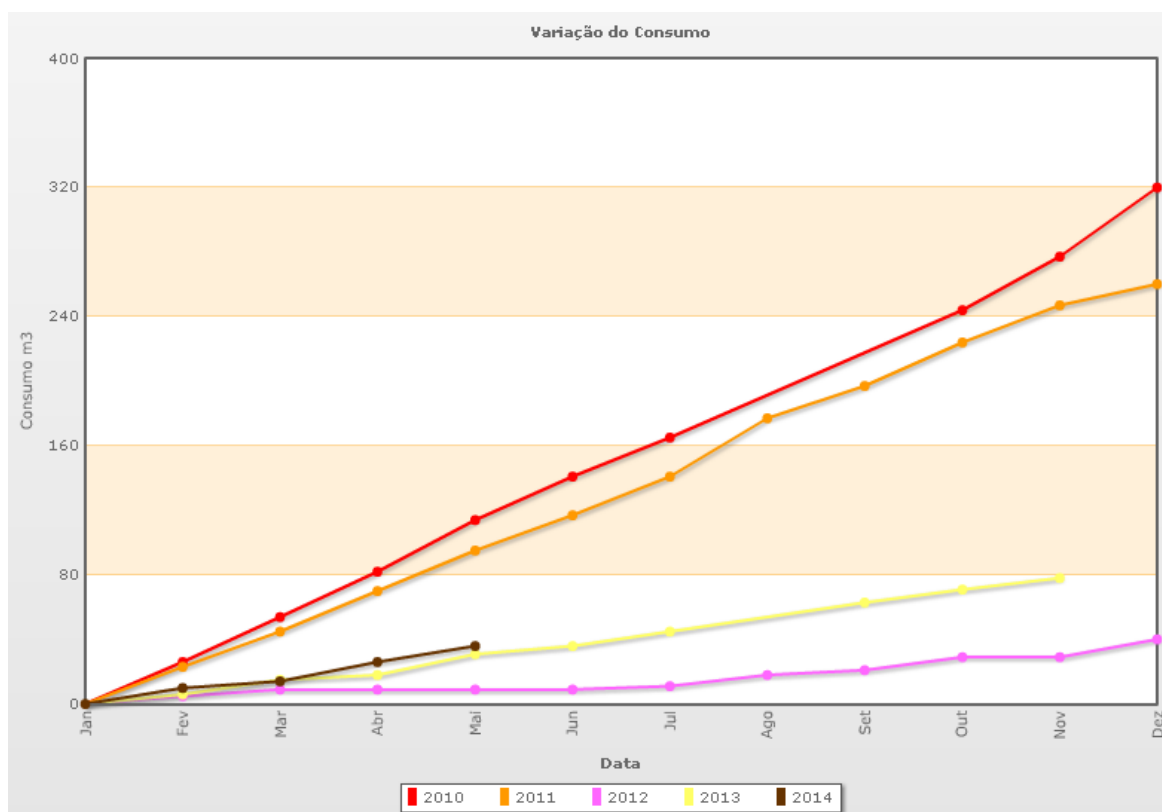


Fig. 4.33 - Representação dos consumos cumulativos anuais do cliente suspeito.

A observação da figura precedente demonstra uma clara diminuição no consumo de água ao longo dos últimos três anos. É notório o decréscimo do consumo cumulativo relativamente aos anos de 2010 e 2011, em particular, verifica-se que o consumo de água deste cliente diminuiu abruptamente em 2012 face ao ano anterior.

Face a estas evidências, conclui-se que seria prudente efetuar uma visita à habitação em particular à rede predial de abastecimento de água de modo a averiguar se esta situação corresponde a um ilícito. Concluiu-se que este domicílio está ocupado por uma família constituída por 5 elementos no entanto não se conseguiu perceber se se trata ou não de uma fraude ao SAA pois o cliente não deu acesso ao interior da habitação, apesar de terem sido efetuadas 2 revisões de corte.

Neste caso, a probabilidade de existência de uma situação irregular é elevada pois existe uma diminuição inexplicável no padrão de consumo de água em 2012 e tendo em conta a constituição familiar desta habitação, seria expectável um consumo médio mensal de cerca de 16 m³.

A Fig. 4.34 contempla os consumos de água das habitações 12, 22 e 32 no mês de março de 2014.



Fig. 4.34 - Consumo de água dos clientes da tipologia 3 da zona A no mês de março.

Observando a figura anteriormente apresentada verifica-se que no geral, o consumo de água dos clientes com a mesma tipologia habitacional é relativamente semelhante. Tal como anteriormente mencionado este tipo de habitações caracteriza-se por ter consumos elevados, ou seja entre 10 a 30 m³, que se devem à existência de agregados familiares numerosos. De salientar ainda que existe um número reduzido de domicílios cujo consumo de água é nulo, devido ao facto de terem o abastecimento de água suspenso por falta de pagamento das faturas emitidas pela EG mas também pelas habitações estarem de vago.

O caso assinalado na figura anterior corresponde a um cliente cujo abastecimento de água tinha sido suspenso por falta de pagamento no entanto como se pode constatar o consumo não é nulo.

Na Fig. 4.35 é possível observar o histórico dos gastos de água do cliente anteriormente referido.

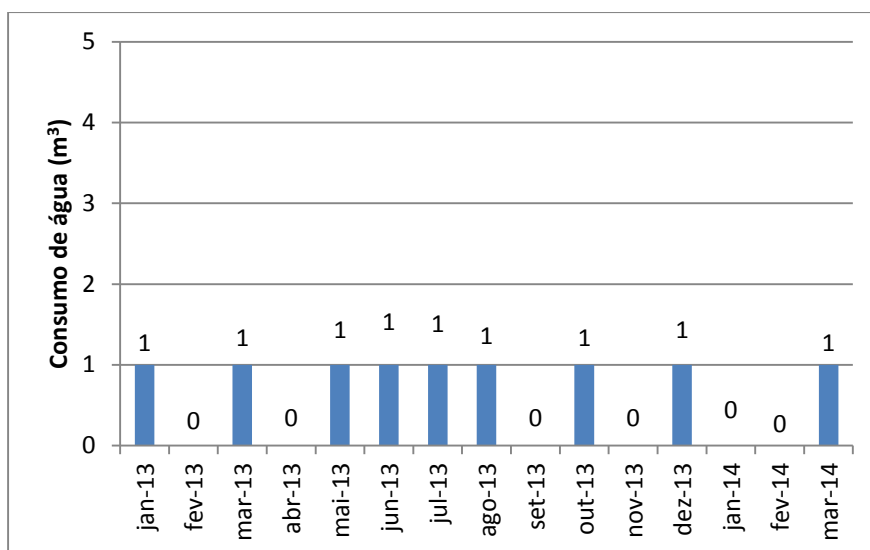


Fig. 4.35 - Evolução do consumo de água (m³) do cliente VIII.

A figura precedente permite concluir que o cliente tem um padrão de consumo muito reduzido e regular. Tendo em conta os valores apresentados, pressupõe-se que esta habitação seja ocupada esporadicamente.

Recorrendo à informação do histórico cedida pela empresa verificou-se que o fornecimento de água deste cliente foi cortado em junho de 2013 e após esse momento não houve pedido de religação. Todavia, visualizando a figura precedente constata-se que houve consumo de água, o que não era expectável. Mediante os factos apresentados, entendeu-se que havia motivos concretos para efetuar uma visita ao local, que culminou com a deteção do ilícito apresentado na Fig. 4.36.

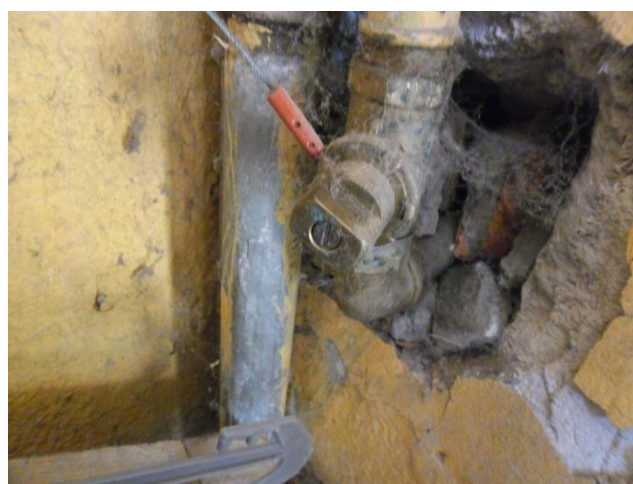


Fig. 4.36 - Deteção do ilícito VIII durante a fiscalização efetuada à rede predial.

Observando a figura anterior verifica-se que o cliente abriu abusivamente o abastecimento de água o que constitui uma infração da alínea b) do artigo 286 do Regulamento Interno dos Serviços Municipais de Águas e Saneamento do Porto. Após a deteção do ilícito o abastecimento de água foi novamente

suspensão e foi criada uma participação. Na Tabela 4.9 apresenta-se o impacto financeiro deste ilícito para a EG.

Tabela 4.9 – Impactes do ilícito VIII na EG.

Variáveis	Valor
Volume de água consumido (m ³)	5
Custo para a EG (€)	3
Custo da deteção (€)	15

Considerando a leitura no momento da suspensão do fornecimento de água, ou seja, em junho de 2013 e aquando da deteção do ilícito, assim como o tarifário vigente na Empresa, conclui-se que o cliente consumiu 5 m³ de água indevidamente a que corresponde um custo de € 3. Na realidade, o impacto económico desta ilicitude é praticamente irrelevante para a empresa, no entanto constitui um ato censurável que não pode ser ignorado até porque este cliente tem um histórico de incumprimento considerável, já que o abastecimento de água já tinha sido suspenso em janeiro de 2009, março de 2011 e agosto de 2012. Assim sendo, é essencial que a EG controle os consumos de água deste cliente e verifique periodicamente a rede predial, de modo a evitar a repetição da ilicitude.

O caso assinalado a preto na Fig. 4.34 corresponde a um cliente cujo abastecimento de água foi suspenso por falta de pagamento das faturas em débito, porém o seu consumo não é nulo, como seria expectável. Posto isto, esta situação pode corresponder a um ilícito e portanto investigou-se detalhadamente o histórico deste cliente.

Na Fig. 4.37 apresenta-se a evolução do consumo de água deste utilizador desde janeiro de 2013 até março de 2014.

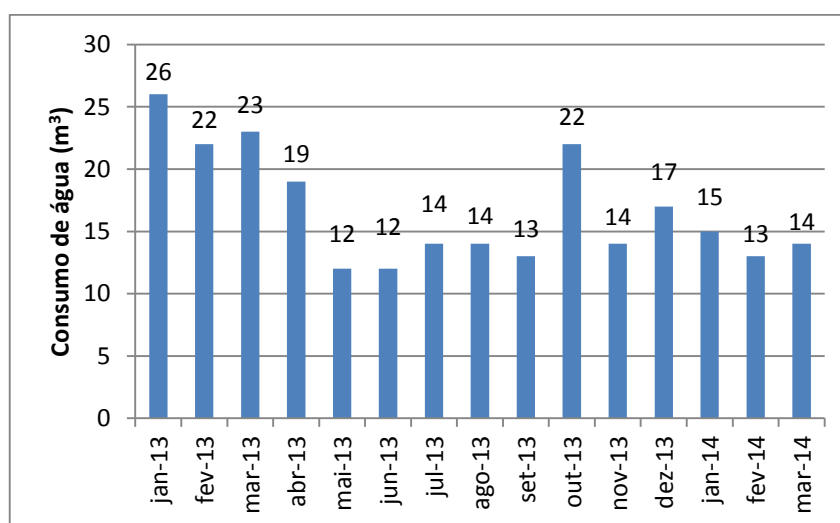


Fig. 4.37 - Evolução do consumo de água (m³) do cliente IX.

Observando a figura precedente verifica-se que houve uma diminuição do consumo mensal de água nos primeiros 6 meses do ano de 2013 com um aumento nos dois seguintes que coincidem com a

época de verão. Recorrendo às bases de dados da empresa Águas do Porto, EM constatou-se que em junho de 2013 houve suspensão do abastecimento de água desta habitação por falta de pagamento das faturas em débito pelo que o cliente nunca procedeu ao pedido de religação junto da EG.

Mediante os factos anteriormente relatados entendeu-se que seria prudente efetuar uma visita à habitação de modo a concluir se efetivamente este cliente fez uso indevido das instalações prediais. A Fig. 4. 38 mostra o resultado da verificação técnica.

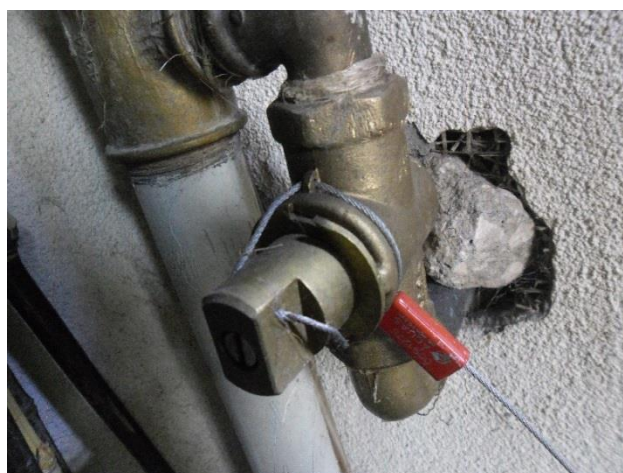


Fig. 4.38 - Detecção do ilícito IX durante a fiscalização efetuada à rede predial.

Efetivamente houve consumo ilícito de água por parte deste cliente tal como se constata pela figura anterior. Houve violação do selo colocado no momento da suspensão do abastecimento de água foi violado e o cliente abriu abusivamente o abastecimento de água, o que constitui uma infração da alínea b) do artigo 286 do Regulamento Interno dos Serviços Municipais de Águas e Saneamento do Porto.

A Tabela 4.10 permite observar os impactes financeiros do ilícito IX na EG.

Tabela 4.10 – Impactes do ilícito IX na EG.

Variáveis	Valor
Volume de água consumido (m ³)	134
Custo para a EG (€)	133
Custo da deteção (€)	15

A tabela anteriormente apresentada permite concluir que este cliente consumiu cerca de 134 m³ de forma ilícita, a que corresponde uma perda de receita avaliada em cerca de € 133. Após a deteção do ilícito, o fornecimento de água foi novamente cortado e foi criada uma participação.

Analisando uma vez mais, o histórico deste consumidor, chegou-se à conclusão que este não é um ato isolado. De facto, em junho de 2013 na sequência de uma revisão de corte foi detetada uma ilicitude igual a esta, sendo que em agosto de 2012 e março de 2013 o fornecimento de água deste cliente já tinha sido suspenso por este não liquidar as faturas em dívida. Mediante estes factos, considera-se

essencial um acompanhamento permanente do histórico de consumo, em conjunto com visitas regulares à rede predial desta habitação.

4.2.5. REPRESENTAÇÃO DA ZONA A – TIPOLOGIA 4

Na Fig. 4.39 estão representados os consumos dos clientes das habitações da tipologia 4 da zona A no mês de janeiro de 2014.



Fig. 4. 39 - Consumo de água dos clientes da tipologia 4 da zona A no mês de janeiro.

Convém salientar que na figura precedente apenas se encontram representados 8 clientes pois somente estes correspondem à mesma tipologia habitacional, o que facilita a análise dos resultados.

Observando atentamente a figura anterior verifica-se que os clientes das habitações da tipologia 4 têm consumos de água bastante reduzidos devido ao número de moradores mas também à tipologia habitacional, perante este entendeu-se que seria prudente analisar as bases de dados da empresa de modo a aferir se alguma destas moradas tem suspensão do fornecimento de água, pelo que se constatou que não há nenhum utilizador nessas condições. Para além disto, fez-se uma verificação técnica aos contadores destes clientes de modo a averiguar as causas destes consumos de água reduzidos que permitiu constatar que a maioria destas habitações está ocupada por apenas uma pessoa.

Destaca-se a existência de uma habitação cujo consumo é nulo devido ao facto de se encontrar desabitada. Por outro lado, a figura anteriormente apresentada permite identificar um cliente com consumo elevado relativamente aos restantes proprietários, devido ao número de elementos do agregado familiar.

Na Fig. 4.40 é possível visualizar os consumos dos clientes das habitações da tipologia 4 da zona A no mês de fevereiro de 2014.



Fig. 4.40 - Consumo de água das clientes da tipologia 4 da zona A no mês de fevereiro.

De salientar que na figura anterior apenas estão representados os consumos de 8 clientes porque nesta zona só estes têm a mesma tipologia habitacional.

Analisando a figura precedente verifica-se que o consumo nulo detetado no mês de janeiro passou a ser positivo no mês seguinte, o que indicia que a habitação poderá estar ocupada esporadicamente.

No geral, o comportamento de consumo destes clientes foi relativamente constante face ao mês anterior. Destaca-se o facto do consumo destes utilizadores situar-se entre 1 a 9 m³, o que corresponde à média de 1 a 3 pessoas. Tendo em conta que uma família típica portuguesa é constituída por 3 elementos, conclui-se que estas habitações são constituídas por agregados familiares reduzidos.

Recorrendo às bases de dados e ao histórico dos clientes, verificou-se que não existe nenhum caso de suspensão do abastecimento de água neste bloco e portanto a hipótese de existência de ilicitude relacionada com o corte do fornecimento foi afastada.

A Fig. 4.41 contém a representação geográfica dos clientes das habitações da tipologia 4 da zona A, no mês de março de 2014.



Fig. 4.41 - Consumo de água dos clientes da tipologia 4 da zona A no mês de março.

Observando a figura antecedente conclui-se que no geral o padrão de consumo destes utilizadores manteve-se relativamente similar ao verificado no mês de fevereiro. Destaca-se a existência de um cliente com consumo nulo, devido ao facto da habitação se encontrar habitada esporadicamente.

À semelhança do que foi referido anteriormente, conclui-se que estas habitações são constituídas por famílias com número reduzido de elementos devido aos consumos de água baixos.

4.2.6. REPRESENTAÇÃO DA ZONA A – TIPOLOGIA 5

A Fig. 4.42 contém a representação geográfica dos consumos de água das habitações da tipologia 5 da zona A no mês de janeiro de 2014.



Fig. 4.42 - Consumo de água dos clientes da tipologia 5 da zona A no mês de janeiro.

A análise da figura anterior permite constatar que o padrão de consumo destes clientes é relativamente semelhante. No âmbito desta dissertação foi efetuada uma verificação técnica, de modo a aferir se estes consumos reduzidos eram devido à existência de ilícitos, pelo que se concluiu estas habitações estão ocupadas por famílias com número reduzido de elementos.

Na Fig. 4.43 é possível observar os consumos de água das habitações da tipologia 5 da zona A no mês de fevereiro de 2014.



Fig. 4.43 - Consumo de água dos clientes da tipologia 5 da zona A no mês de fevereiro.

Comparando a figura anteriormente apresentada com a correspondente aos consumos de janeiro, verifica-se que o comportamento destes clientes foi relativamente constante. Foram visitadas todas as habitações deste bloco de modo a concluir quais as causas destes consumos de água tão reduzidos pelo que se constatou que grande maioria está habitada por apenas uma pessoa.

Na Fig. 4.44 estão representados os consumos de água dos clientes das habitações da tipologia 5 da zona A no mês de março.



Fig. 4.44 - Consumo de água dos clientes da tipologia 5 da zona A no mês de março.

À semelhança do que se verificou anteriormente, os consumos de água destes clientes mantiveram-se constantes em março relativamente aos dois meses anteriores. Estas habitações são maioritariamente ocupadas por apenas uma pessoa como foi possível concluir através da visita efetuada a estes locais, o que explica os consumos de água reduzidos.

4.2.7. REPRESENTAÇÃO DA ZONA B

Na Fig. 4.45 apresentam-se os consumos de água dos clientes da mesma tipologia habitacional da zona B.

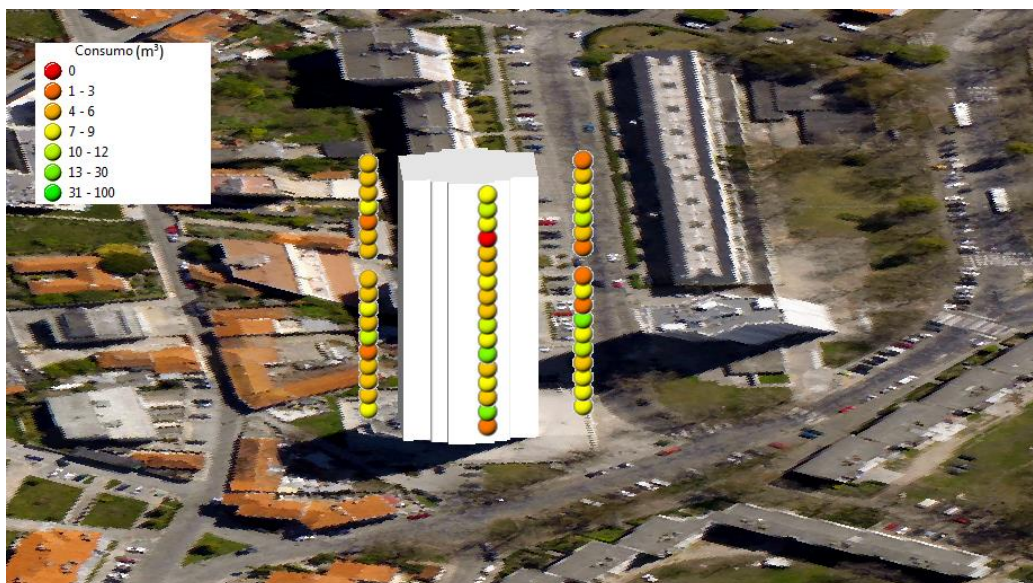


Fig. 4.45 - Consumo de água dos clientes da zona B no mês de janeiro.

Observando atentamente a figura anterior é fácil perceber que o padrão de consumo de água destes clientes é relativamente baixo. Com exceção de um caso, todos os clientes têm um consumo abaixo dos 16 m³, que corresponde ao volume médio mensal de água necessário para 3 pessoas. Para além disto, convém referir que existe um caso de uma habitação com consumo nulo, que se deve ao facto de se encontrar desabitada.

A Fig. 4.46 mostra os consumos de água dos clientes da mesma tipologia habitacional do caso da zona B no mês de Fevereiro.



Fig. 4.46 - Consumo de água dos clientes da zona B no mês de fevereiro.

A figura anteriormente apresentada revela uma grande divergência no padrão de consumo de água dos clientes deste prédio. Verifica-se a existência de uma habitação com consumo nulo que pode indicar que esta se encontra de vago. Para além disto, existem dois casos com consumo entre 1 a 3 m³ devido ao facto de estas habitações estarem ocupadas por apenas uma pessoa ou por se tratar de residências esporádicas. Por outro lado, deduz-se que existam famílias numerosas nesta zona pois na figura anterior encontram-se consumos elevados. Outra explicação plausível para este facto é a existência de fugas no interior das habitações.

A Fig. 4.47 contém os consumos de água dos clientes de um dos edifícios da zona B no mês de março de 2014.



Fig. 4.47 – Consumo de água dos clientes da zona B no mês de março.

Analisando a figura anterior percebe-se que neste edifício predominam consumos de água da ordem dos 4 a 9 m³, o que corresponde aproximadamente ao consumo de água de uma família típica portuguesa constituída por 3 elementos. Verifica-se também a existência de habitações com consumos mais elevados, ou seja, entre 13 a 30 m³ que correspondem a famílias com mais de 4 elementos e a eventuais fugas de água no interior do domicílio.

4.2.8. REPRESENTAÇÃO DA ZONA C

A zona C em análise nesta dissertação corresponde a uma zona residencial constituída por vivendas com jardim.

Na Fig. 4.48 estão representados os consumos de água dos clientes da zona C no mês de janeiro de 2014.



Fig. 4.48 - Consumo de água dos clientes da zona C no mês de janeiro.

Analisando a figura anterior observa-se que existem alguns clientes com consumo nulo e outros em que este é muito reduzido. Face a isto, considerou-se conveniente proceder a uma visita ao local que permitiu concluir que nesta zona existem muitas habitações devolutas, outras ocupadas ocasionalmente e ainda existem moradias com furos de água o que explica os consumos reduzidos detetados na figura. Para além disto, há ainda que considerar a existência de moradias com consumos de água elevados, o que era expectável uma vez que esta zona é constituída por moradias com jardim.

Convém ainda salientar que nesta zona os contadores da água e as adufas localizam-se no exterior da habitação o que permitiu aceder rapidamente aos mesmos.

A Figura 4.49 mostra a representação dos consumos de água dos clientes da zona C no mês de Fevereiro de 2014.



Fig. 4.49 - Consumo de água dos clientes da zona C no mês de fevereiro.

Observando a figura antecedente é possível concluir que comportamento de consumo de água destes clientes foi relativamente semelhante ao mês de janeiro. Tal como citado anteriormente, existe um número significativo de moradias com consumo de água igual a zero pois encontram-se atualmente desabitadas. Para além disto, verificou-se a existência de consumos elevados resultantes da tipologia habitacional e devido ao facto das moradias terem jardim.

Na Fig. 4.50 apresenta-se a representação do consumo de água no mês de março de 2013 dos clientes da zona C.



Fig. 4.50 - Consumo de água dos clientes da zona C no mês de Março.

Analisando a figura precedente, constata-se que não houve alterações significativas no padrão de consumo dos clientes da zona C relativamente aos dois meses anteriores. Tal como anteriormente referido, verificou-se a existência de consumos de água nulos resultantes do facto das habitações estarem devolutas, no entanto observou-se também consumos elevados que correspondem a famílias numerosas. Por fim, os consumos reduzidos, devem-se ao facto de essas habitações terem furos de água, tal como anteriormente referido.

A inspeção da zona C não ofereceu qualquer tipo de dificuldade pois os contadores da água e adufas encontravam-se localizados no exterior da habitação o que facilitou a observação dos mesmos.

4.3. DETEÇÃO DE CONSUMOS APÓS A SUSPENSÃO DO FORNECIMENTO DE ÁGUA

O consumo indevido de água após a suspensão do abastecimento por falta de pagamento é um problema que afeta muitas EG. A sua deteção é normalmente efetuada através de verificações técnicas efetuadas após a suspensão do fornecimento de água, ou seja, através de revisões de corte. Porém, este tipo de visitas acarreta custos elevados para a empresa, que podem ser minimizados pela análise da leitura no ato da suspensão do fornecimento e após esse momento, considerando a existência ou não de religação.

Para fazer a deteção deste tipo de ilícitos considerou-se a leitura do contador da água no momento do corte, a do mês seguinte e a existência de ordem de religação do abastecimento.

Na Tabela 4.11 apresenta-se a caracterização dos clientes com consumo de água após a suspensão do abastecimento.

Tabela 4.11 – Clientes com consumo de água após suspensão do abastecimento.

	Leitura no momento da suspensão (m³)	Leitura posterior à suspensão (m³)	Consumo (m³)	Religação
Caso 1	623	628	5	Não
Caso 2	1016	1037	21	Não
Caso 3	928	946	18	Não
Caso 4	161	178	17	Não
Caso 5	190	194	4	Não
Caso 6	295	320	25	Não
Caso 7	155	168	13	Não

Todos os casos anteriormente apresentados são suspeitos, dado que não possuem religação do abastecimento após o corte do fornecimento no entanto têm consumo de água. Face a estas evidências fez-se uma visita a cada um dos locais anteriormente apresentados de modo a identificar a existência de ilícitos.

4.3.1. REPRESENTAÇÃO – CASO 1

Da ida ao local 1 verificou-se que efetivamente a leitura do contador deste cliente aumentou relativamente à que se registou no momento do corte do abastecimento de água. A Fig. 4.51 permite verificar isso mesmo.



Fig. 4.51 - Leitura do contador após o corte do abastecimento de água do cliente X.

Para além de existir consumo após o corte efetivo do abastecimento de água constatou-se que o cliente restabeleceu ilegalmente e sem conhecimento e aprovação da EG o fornecimento, o que constitui um ato ilícito. Este pode ser visualizado na Fig. 4.52 à esquerda e a regularização da situação à direita.



Fig. 4.52 - Ilícito detetado durante a verificação técnica à habitação X.

Após a reposição da suspensão do fornecimento de água foi instaurada uma participação que fez com que o cliente efetua-se um acordo de pagamento e portanto a empresa restabeleceu o abastecimento deste. No entanto, convém referir que este utilizador tem histórico de incumprimento dado que o fornecimento de água já tinha sido suspenso em fevereiro de 2013 e em março de 2014. Destaca-se assim a importância de acompanhar a evolução do consumo e também de proceder a visitas periódicas à rede predial deste cliente.

A Tabela 4.12 mostra os impactes económicos do ilícito detetado na atividade da empresa.

Tabela 4.12 – Impactes do ilícito X na EG.

Variáveis	Valor
Volume de água consumido (m ³)	5
Custo para a EG (€)	3
Custo da deteção (€)	15

Com recurso às bases de dados da empresa foi possível verificar que foram consumidos 5 m³ de água indevidamente a que corresponde uma perda de receita estimada em € 3 tal como ser visualizado na Tabela 4.11. Estes valores diminutos devem-se ao facto da ilicitude ter sido identificada um mês após a suspensão do fornecimento de água. O que demonstra a clara importância da deteção precoce dos ilícitos.

4.3.2. REPRESENTAÇÃO – CASO 2

Neste caso também se verificou consumo de água sem religação após o corte de abastecimento por falta de pagamento das faturas. Na Fig. 4.53 apresenta-se a leitura do contador durante a revisão de corte efetuada.



Fig. 4.53 - Leitura do contador após o corte do abastecimento de água do cliente XI.

Como é possível observar pela Fig. 4.53, a leitura deste cliente aumentou face à que foi registada no momento do corte de abastecimento de água e como não houve pedido de religação, comprova-se que foi cometido um ilícito. A Fig. 4.54 permite observar a ilicitude detetada à esquerda e a regularização da situação à direita.



Fig. 4.54 - Ilícito detetado durante a verificação técnica à habitação XI.

Depois de confirmadas as suspeitas relativamente a este caso, o abastecimento de água deste cliente foi novamente suspenso e foi instaurada uma participação. Com este procedimento conseguiu-se que o cliente se dirigisse à Águas do Porto, EM e regularizasse a situação pelo que o fornecimento de água foi novamente restabelecido. Porém, é necessário referir que a rede predial deste utilizador deve ser analisada periodicamente pois o fornecimento de água já tinha sido suspenso em junho de 2010, julho de 2011, abril de 2013, julho de 2013, janeiro de 2014 e abril de 2014, sendo que em julho de 2013 foi detetada uma violação de selo e abertura abusiva do abastecimento de água. Posto isto, verifica-se que existe uma predisposição deste cliente para o incumprimento e para a ilicitude.

A influência do ilícito XI na atividade da EG está apresentada na Tabela 4.13.

Tabela 4.13 – Impactes do ilícito XI na EG.

Variáveis	Valor
Volume de água consumido (m ³)	21
Custo para a EG (€)	58
Custo da deteção (€)	15

A tabela anterior permite verificar que o utilizador consumiu 21 m³ indevidamente a que corresponde um custo para empresa de € 58 sendo que estes resultados tiveram por base a leitura no momento da suspensão do abastecimento de água e aquando da deteção do ilícito assim como as tarifas das Águas do Porto, EM.

4.3.3. REPRESENTAÇÃO – CASO 3

No caso 3 também se detetou consumo de água sem religação após o corte de abastecimento por falta de pagamento das faturas. Na Fig. 4.55 apresenta-se a leitura do contador aquando da deteção da revisão de corte efetuada.



Fig. 4.55 - Leitura do contador após o corte do abastecimento de água do cliente XII.

A figura anterior mostra que o consumo deste cliente aumentou face ao que foi registado no momento do corte de abastecimento de água e como não houve pedido de religação, comprova-se que foi cometido um ilícito, tal como pode ser observado na Fig. 4.56 à esquerda e a regularização da situação à direita.

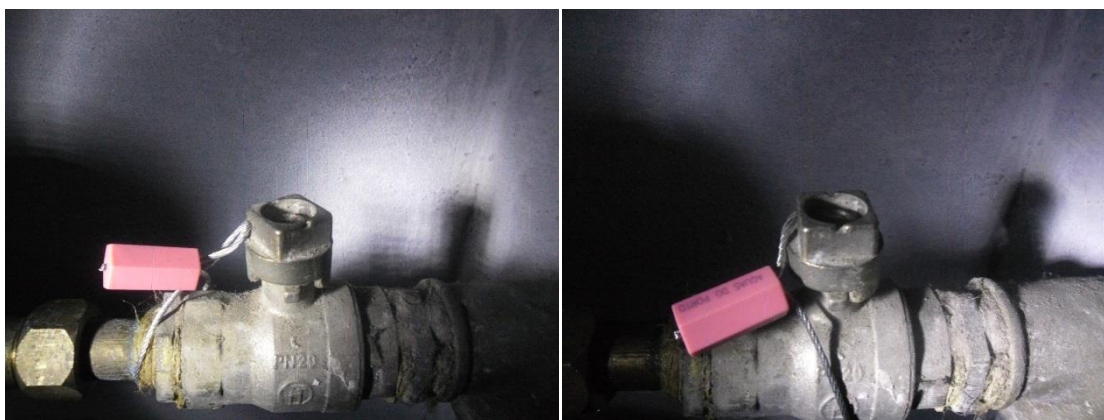


Fig. 4.56 - Ilícito detetado durante a verificação técnica à habitação do cliente XII.

Confirmadas as suspeitas relativamente ao caso 3, o abastecimento de água deste cliente foi novamente suspenso e foi instaurada uma participação. Com este procedimento conseguiu-se que o utilizador normalizasse a sua situação e o fornecimento de água foi novamente restabelecido.

Neste caso em particular, após a análise do histórico deste cliente verificou-se que é a primeira vez que este incumpe os prazos de pagamento das faturas da água. Mediante estes factos, recomenda-se que sejam feitas inspeções periódicas à rede predial deste utilizador, acompanhadas de uma análise detalhada do histórico de faturação.

A Tabela 4.14 contempla a influência do ilícito XII na empresa, ou seja o volume de água consumido de forma indevida e o custo para a EG.

Tabela 4.14 – Impactes do ilícito XII na EG.

Variáveis	Valor
Volume de água consumido (m ³)	18
Custo para a EG (€)	33
Custo da deteção (€)	15

Através da tabela anterior conclui-se que este consumiu 18 m³ de água de forma ilícita a que corresponde uma perda de receita estimada em € 33 para a EG, estes valores foram obtidos recorrendo às bases de dados da empresa. De salientar que estes valores são reduzidos pois o ilícito foi identificado um mês após a suspensão do fornecimento de água.

4.3.4. REPRESENTAÇÃO – CASO 4

Esta situação é muito semelhante às anteriores, também se verificou consumo de água sem religação após o corte de abastecimento por falta de pagamento das faturas. Na Fig. 4.57 apresenta-se a leitura do contador durante a revisão de corte efetuada à habitação.



Fig. 4.57 - Leitura do contador após o corte do abastecimento de água do cliente XIII.

A figura anteriormente apresentada mostra que o consumo deste cliente aumentou face ao que foi registado no momento do corte de abastecimento de água e, como não houve pedido de religação, comprova-se que foi cometido um ilícito, tal como pode ser observado na Fig. 4.58 à esquerda e a regularização da situação à direita.

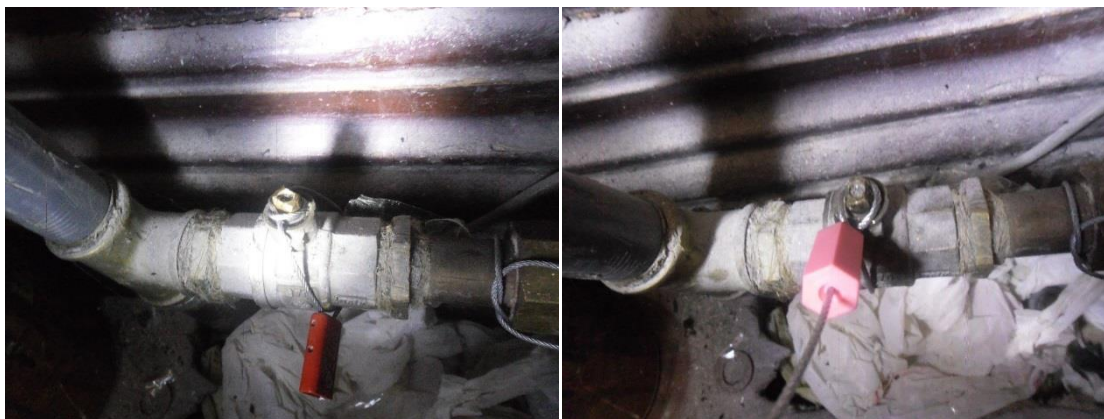


Fig. 4.58 - Ilícito detetado durante a verificação técnica à habitação do cliente XIII.

Depois da confirmação das suspeitas relativamente a este caso, o abastecimento de água deste cliente foi novamente suspenso e foi instaurada uma participação. Através das bases de dados da Águas do Porto, EM verificou-se que este cliente tem um histórico de incumprimento considerável pois o fornecimento já tinha sido cortado em janeiro de 2013, novembro de 2013 e em abril de 2014.

De salientar que, neste caso o contador da água e adufa estão localizadas dentro da habitação o que dificulta a atuação da EG, uma vez que em outubro de 2013 foram efetuadas duas visitas à habitação para proceder à suspensão do fornecimento de água sem sucesso pois o cliente não permitiu o acesso ao interior do domicílio. Este tipo de situações é prejudicial para a EG porque implica custos quer com a deslocação quer com os honorários dos funcionários sem resultados práticos. Posto isto, recomenda-se que nas novas construções, a rede predial de abastecimento de água nomeadamente o contador e a adufa sejam instalados no exterior da habitação, sempre que possível de modo a evitar situações como esta e de forma a facilitar a deteção de ilícitos por parte da EG.

Na Figura 4.15 é possível visualizar os impactes do ilícito XIII na atividade da EG, ou seja o volume de água consumido de forma ilegal e os custos para a empresa.

Tabela 4.15 – Impactes do ilícito XIII na EG.

Variáveis	Valor
Volume de água consumido (m ³)	17
Custo para a EG (€)	31
Custo da deteção (€)	15

Analisando as bases de dados da empresa e tendo em conta a leitura do contador da água no momento do corte e na deteção do ilícito, concluiu-se que o cliente consumiu 17 m³ de forma ilícita a que corresponde um custo de € 31 para a EG. Estes valores apesar de reduzidos, demonstram a clara importância de manter um controlo ativo dos clientes incumpridores pois quanto mais rápida for a deteção do ilícito menor será o impacte financeiro deste na EG.

4.3.5. REPRESENTAÇÃO – CASO 5

À semelhança do que se verificou anteriormente este utilizador, depois de ter ficado com o abastecimento de água suspenso por falta de pagamento das faturas em débito procedeu indevidamente ao restabelecimento do fornecimento o que constitui um ilícito.

A Fig. 4.59 mostra a leitura do contador após a suspensão do fornecimento de água do caso 5.



Fig. 4.59 - Leitura do contador após a suspensão do fornecimento de água do cliente XIV.

Observando a figura anterior e comparando-a com a Tabela 4.11 verifica-se que existe consumo de água sem pedido de religação, o que permite concluir que neste caso houve efetivamente ilícito. Mediante os factos, efetuou-se uma visita ao local para repor a suspensão do abastecimento de água, tal como pode se observar pela Fig. 4.60 à esquerda e a regularização da situação à direita.



Fig. 4.60 - Ilícito detetado durante a verificação técnica efetuada à habitação do cliente XIV.

Analisando o histórico deste cliente com recurso às bases de dados da empresa verificou-se que já tinha sido efetuada uma suspensão do fornecimento de água em Dezembro de 2011 e também em

Fevereiro de 2014. Posto isto, verifica-se que este utilizador tem histórico de incumprimento e portanto é recomendável que sejam tomadas medidas preventivas, tais como o aumento da frequência das leituras de modo a evitar que esta situação se volte a repetir mas também de forma a detetar e atuar precocemente em caso de repetição do ilícito.

A Tabela 4.16 permite observar o volume de água consumido de forma ilícita e o custo para a EG.

Tabela 4.16 – Impactes do ilícito XIV na EG.

Variáveis	Valor
Volume de água consumido (m ³)	4
Custo para a EG (€)	2
Custo da deteção (€)	15

Através da tabela anterior conclui-se que o cliente consumiu cerca de 4 m³ de água indevidamente a que corresponde um custo de € 2 tendo em conta o tarifário aplicado atualmente nas Águas do Porto, EM. Neste caso destaca-se a rápida deteção deste ilícito após a suspensão do abastecimento de água que contribuiu para que o volume de água consumido e o custo tenham sido reduzidos.

4.3.6. REPRESENTAÇÃO – CASO 6

O Caso 6 é igual aos anteriormente mostrados pois constitui o caso de um cliente que tem consumo de água mas que segundo os ficheiros das Águas do Porto, EM tem o abastecimento suspenso por falta de pagamento.

A Fig. 4.61 mostra a leitura do contador do cliente posteriormente à suspensão do abastecimento de água.

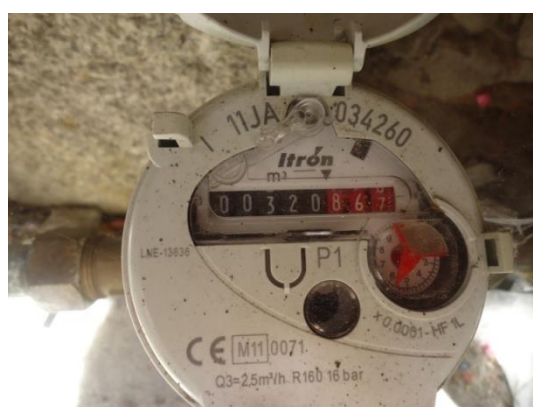


Fig. 4.61 - Leitura do contador após a suspensão do fornecimento de água do cliente XV.

Comparando a figura anterior com a Tabela 4.11 verifica-se que o cliente consumiu água e não procedeu à devida religação do abastecimento, o que permite deduzir que esta situação pode corresponder a uma ilicitude. De modo a esclarecer a situação fez-se uma visita ao local. Os resultados

estão apresentados na Fig. 4.62 à esquerda mostra-se o ilícito detetado ou seja a abertura abusiva do fornecimento de água e à direita observa-se a reposição da suspensão do fornecimento.



Fig. 4. 62 - Ilícito detetado durante a verificação técnica efetuada à habitação do cliente XV.

Tal como é possível observar pela figura anterior o cliente fez uso indevido das instalações prediais o que constitui uma infração. Após a reposição da suspensão do fornecimento de água, o cliente dirigiu-se à empresa Águas do Porto, EM para regularizar a sua situação o que permite concluir que o ilícito foi resolvido com sucesso.

No entanto convém salientar que este utilizador tem um historial de incumprimento considerável, tendo já havido suspensão do fornecimento de água em agosto de 2010, em novembro de 2013 e também em fevereiro de 2014. Posto isto, recomenda-se que este caso seja permanentemente acompanhado para atuar de forma imediata em caso de reincidência.

Na Tabela 4.17 é possível observar os impactes do ilícito XV na atividade da EG.

Tabela 4.17 – Impactes do ilícito XV na EG.

Variáveis	Valor
Volume de água consumido (m ³)	25
Custo para a EG (€)	69
Custo da deteção (€)	15

À semelhança do que foi feito anteriormente verificou-se a leitura no momento da suspensão do abastecimento de água e aquando da deteção do ilícito, pelo que se concluiu que o cliente consumiu cerca de 25 m³ indevidamente, o que corresponde a uma perda de receita por parte da EG de aproximadamente € 69.

4.3.7. REPRESENTAÇÃO – CASO 7

O Caso 7 representa uma das habitações cujo fornecimento de água estava suspenso por falta de pagamento com base nos registos das Águas do Porto, EM.

A Fig. 4.63 contém a leitura do contador posteriormente ao momento da suspensão do abastecimento de água.



Fig. 4.63 - Leitura do contador após a suspensão do fornecimento de água do cliente XVI.

Analisando a figura precedente e a Tabela 4.11 verifica-se que este caso é em muito semelhante aos anteriormente apresentados, ou seja, o cliente consumiu água sem ter efetuado a religação do abastecimento com a EG. Mais uma vez, estes indícios levaram a que se efetua-se uma visita ao local para confirmar as suspeitas. A Fig. 4.64 mostra o ilícito detetado durante a visita, à rede predial da habitação à esquerda e a regularização da situação à direita.



Fig. 4.64 - Ilícito detetado durante a verificação técnica efetuada à habitação do cliente XVI.

Observando as figuras anteriormente apresentadas, verifica-se que o cliente violou o selo colocado no momento da suspensão do fornecimento de água e abriu a adufa indevidamente o que constitui uma

infração da alínea b) do artigo 286 do Regulamento Interno dos Serviços Municipais de Águas e Saneamento do Porto que levou à elaboração de uma participação do ilícito detetado.

Este caso deve ser devidamente acompanhado e monitorizado pela EG pois este cliente tem um histórico de incumprimento apreciável. Analisando as bases de dados da empresa Águas do Porto, EM verificou-se que este cliente teve suspensão do abastecimento de água todos os anos desde 2012, tendo cometido um ilícito em Agosto de 2013 semelhante ao detetado com esta dissertação. Posto isto, recomenda-se que sejam efetuadas visitas mensais ao local, de modo a identificar eventuais irregularidades, a par de uma análise contínua do histórico de consumo do cliente.

Na Fig. 4.18 apresentam-se os impactes do ilícito XVI na EG, nomeadamente o volume de água consumido de forma ilícita e respetivo custo.

Tabela 4.18 – Impactes do ilícito XVI na EG.

Variáveis	Valor
Volume de água consumido (m ³)	13
Custo para a EG (€)	13
Custo da deteção (€)	15

Os resultados apresentados na tabela anterior foram obtidos considerando a leitura do contador da água quando foi efetuada a suspensão do abastecimento e no momento da deteção do ilícito, assim como as tarifas atualmente aplicadas na Águas do Porto, EM constatou-se que o utilizador consumiu cerca de 13 m³ de forma ilícita, o que corresponde a uma perda de receita por parte da EG de cerca de € 13.

4.4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Finalizada a apresentação dos resultados desta dissertação é interessante analisá-los integralmente e perceber quais as suas consequências. Em primeiro lugar, convém referir que com a presente dissertação foram identificados 16 ilícitos no SAA do Porto. Este valor corresponde a 12 % das ilicitudes detetadas nas Águas do Porto, EM desde o início do ano de 2014 até maio do mesmo ano pelos 28 colaboradores da empresa que, através da sua atuação no terreno, detetam ilicitudes. Em segundo lugar, a determinação do volume de água consumido de forma ilícita e dos seus custos para a EG é essencial para entender as suas implicações nas perdas aparentes. Na Tabela 4.19 apresenta-se o volume de água consumido indevidamente e o custo de todos os ilícitos, assim como os resultados totais.

Tabela 4.19 – Impactes dos ilícitos detetados na EG.

Ilícito	Volume de água (m³)	Custo (€)
I	576	1599
II	75	74
III	23	23
IV	184	511
V	111	201
VI	130	129
VII	202	200
VIII	5	3
IX	134	133
X	5	3
XI	21	58
XII	18	33
XIII	17	31
XIV	4	2
XV	25	69
XVI	13	13
Total	1543	3082

Analisando a tabela anterior verifica-se que com a presente dissertação foram detetados 16 ilícitos, a que corresponde um volume de água consumida de forma indevida de 1543 m³ (cerca de 100 m³/cliente), o que significou uma perda de receita para a EG de € 3082 (aproximadamente € 200/cliente). Verificou-se que foi na zona A que se detetou um maior número de ilícitos, com consumos de água elevados e prejuízos económicos consideráveis.

Na segunda parte da apresentação dos resultados detetaram-se 7 ilícitos, neste caso o impacte a nível económico sobre a EG foi menor devido ao facto destas fraudes terem sido identificadas precocemente. Fica assim comprovada a importância de analisar permanentemente o histórico de consumo dos clientes de forma a detetar os ilícitos numa fase inicial.

Para além, destes valores percebeu-se ao longo da apresentação dos resultados que a grande maioria das ilicitudes identificadas correspondem a clientes com historial de incumprimento considerável e portanto é essencial que a EG analise permanentemente os consumos destes utilizadores.

Outra questão pertinente é perceber a percentagem de clientes que cometeu uma ilicitude após a suspensão do abastecimento de água. Para isso considerou-se a zona A por ser a que tem valores mais

representativos e sujeitos a este tipo de análise. Na Fig. 4.65 apresenta-se a percentagem de clientes com ilicitude após suspensão do abastecimento de água.

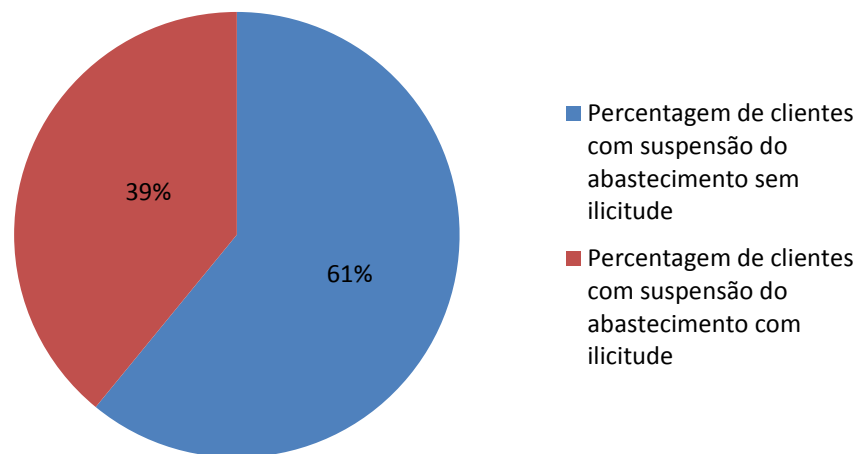


Fig. 4.65 - Percentagem de clientes da zona A que cometeu uma ilicitude.

Observando a figura anterior verifica-se que 39% dos clientes que tiveram suspensão do fornecimento de água na zona A cometeu um ilícito para restabelecer o fornecimento ilegalmente. Os valores apresentados na figura anterior mostram a importância da EG analisar permanentemente os consumos de água dos clientes após a suspensão do abastecimento, pois este é um fator potenciador de atos fraudulentos.

Ainda relativamente aos 9 ilícitos detetados na zona A, foi impossível regularizar 2 deles, ou seja, suspender novamente o fornecimento de água porque o contador e adufa estão localizados no interior da habitação e o cliente não deu acesso ao interior da mesma. Este é um problema detetado regularmente em muitas EG em Portugal e cuja resolução é, em muitos casos, difícil. A atuação neste tipo de situações requer uma decisão do tribunal e intervenção da polícia para impor o acesso ao interior da habitação no entanto esta medida é pouco aplicada não só pelas questões éticas envolvidas mas também pela burocracia exigida. Face a isto, considera-se essencial o desenvolvimento de mecanismos legais mais simples que permitam uma rápida atuação neste tipo de situações, a par da obrigatoriedade das novas habitações terem o contador e adufa no exterior da habitação.

A deteção de ilícitos é muito importante no âmbito da redução das perdas aparentes porém não basta identificar os clientes com consumo fraudulento, pois é necessário regularizar a situação e garantir que o cliente não volta a cometer ilicitudes. Dos 16 casos detetados com esta dissertação, 4 regularizaram a sua situação com a EG, o que significa que 25% dos ilícitos identificados com esta dissertação foram resolvidos com sucesso. Porém, convém salientar que para este tipo de metodologia ter efeitos práticos na redução das perdas aparentes é necessário garantir um controlo permanente dos clientes habitualmente infratores com o intuito de inculcar uma cultura de cumprimento.

A existência de um sistema de deteção de ilícitos nas empresas de águas tem resultados positivos na redução do nível de perdas aparentes, pois tem um efeito dissuasor sobre clientes com predisposição para cometer ilicitudes. Para além disto, a suspensão do abastecimento de água aos clientes incumpridores é crucial para garantir a sustentabilidade financeira da EG, pois sem este tipo de ação a

dívida da empresa aumenta exponencialmente. A Fig. 4.66 permite observar a evolução da dívida numa empresa de abastecimento de água.

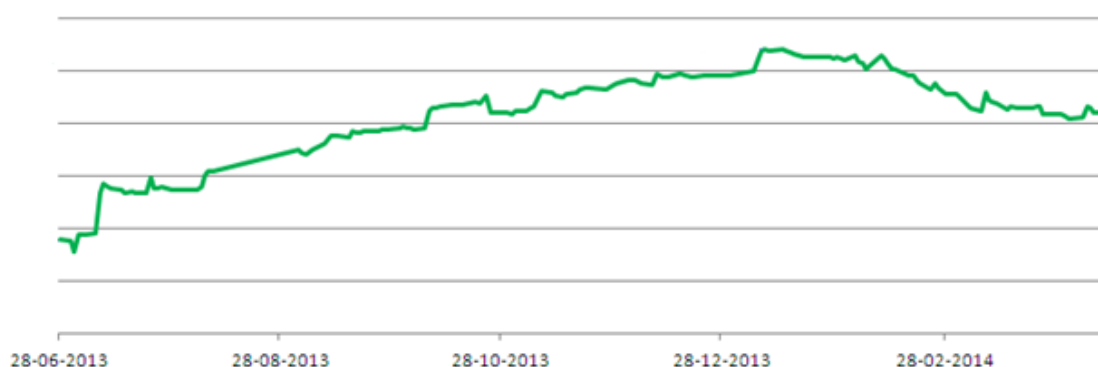


Fig. 4.66 - Evolução da dívida dos clientes.

Observando a figura anterior, verifica-se um aumento de acentuado na dívida da empresa de águas entre junho e dezembro de 2013. Durante este período, a empresa não efetuou suspensão do abastecimento de água dos clientes incumpridores devido à estratégia adotada pela própria EG.

Este exemplo mostra que não havendo corte do abastecimento de água dos clientes com faturas em débito, a percentagem de clientes incumpridores aumenta substancialmente, o que implica impactes económicos consideráveis para a EG.

4.5. SÍNTESE DA METODOLOGIA PROPOSTA

A deteção de consumos ilícitos requer que seja implementada uma metodologia que abranja diversas áreas de atuação, pois só assim é possível alcançar os objetivos estabelecidos. A criatividade dos infratores e a complexidade envolvida na identificação de situações anómalas requer que se tenha a disponibilidade de um conjunto de ferramentas e metodologias que possibilitam uma análise integrada desta temática. Para tal descreve-se, de seguida, algumas das ferramentas indispensáveis à concretização do estudo:

- SIG

Permite a representação e análise geográfica dos dados em suporte digital, sendo possível a deteção de casos ilícitos por comparação. Devido ao elevado número de dados tornou-se indispensável a utilização dos SIG para efetuar a separação por tipologia habitacional e de consumos de água. Com isto foi possível uma análise multidisciplinar, com a integração de vários elementos, a saber: tipologia habitacional, consumo de água, comparação em altura e avaliação por gamas de cores.

- Leituras

Toda esta análise foi baseada em leituras reais obtidas pelos gestores de zona e via telemetria. Isto significa que, sem um conjunto de leituras recentes, não seria possível uma análise de consumos tal como foi feita. Trata-se de uma parte muito importante do trabalho, já que na análise das diferentes zonas foi tida em conta a existência ou não de leituras reais para o período pretendido. De salientar

que, o sucesso desta metodologia está intimamente relacionada com a existência de leituras corretas que permitam calcular com rigor os consumos de água de cada cliente.

- **Tipologia de Habitação**

A informação da tipologia de habitação requer o contacto com entidades externas à empresa, uma vez que para os bairros municipais é a empresa detentora dos mesmos a única que pode fornecer informação acerca das habitações. Por este mesmo motivo nas outras zonas estudadas, por não se ter acesso a este tipo de informação a análise foi apenas comparativa já que somente se sabia se estes tinham ou não a mesma tipologia. A divisão de resultados por tipologia habitacional é muito útil em estudos como o desenvolvido nesta dissertação, na medida em que permite comparar os consumos de água de clientes com as mesmas características, possibilitando a identificação de casos anómalos.

- **Divisão de Consumos**

Para se conseguir identificar consumos de água superiores ou inferiores ao expectável foi necessária a determinação do consumo médio mensal por pessoa. Para tal, foi utilizado o consumo médio mensal de uma família típica portuguesa, ou seja 10 m³/mês de acordo com a ERSAR. Tendo em conta que uma família típica portuguesa é constituída por 3 elementos, tal como foi concluído no recenseamento efetuada à população em 2011. Com estes valores foi efetuada uma divisão dos consumos por número de habitantes dos locais estudados, de modo a aferir se existem consumos inferiores ao previsto para o número de elementos do domicílio.

- **Suspensão do Fornecimento de Água**

A suspensão do fornecimento de água é a ação que sucede de imediato após a deteção do ilícito, para assim garantir que o infrator não consuma água de forma indevida. Além deste facto, é também necessário que a base de dados dos sistemas da empresa esteja convenientemente atualizada, pois só desta forma é possível saber se o consumo é efetivamente ilícito. Quando se deteta uma leitura superior à do momento do corte de água compreende-se que o consumo foi abusivo, já que, sem uma religação do fornecimento de água era expectável que o consumo nesse período fosse nulo.

5

Conclusões e Recomendações

5.1. CONCLUSÕES

A metodologia adotada na presente dissertação permitiu que fossem obtidos resultados muito interessantes, na medida em que possibilitou a deteção de 16 consumos ilícitos no SAA do Porto. Este valor corresponde a 12% do total de ilicitudes detetadas pelas equipas de suspensão do abastecimento de água e de leituras, que constituem um total de 28 pessoas, desde o início de 2014 até maio desse ano.

O desenvolvimento deste estudo permitiu concluir que a existência de procedimentos sistemáticos de deteção de ilícitos tem um efeito dissuasor nos clientes com predisposição para cometer ilicitudes e, portanto, os efeitos a médio e longo prazo demonstraram-se promissores. Conclui-se que a deteção de ilícitos é vital para o aumento da faturação da EG e possui um impacto considerável na moralização dos clientes, no sentido em que evita que o número de clientes incumpridores aumente.

Os procedimentos sistemáticos, em gabinete, permitem otimizar as deslocações ao local para confirmar a existência de ilicitudes e, conseqüentemente, a rentabilização dos custos associados às deslocações.

Os casos detetados com a presente dissertação implicaram um volume de água consumido de forma ilícita de cerca de 100 m³/cliente, o que corresponde a uma perda direta de receita por parte da EG de cerca de € 200 por cliente. Este valor ultrapassa largamente o custo associado à deslocação ao terreno mas o valor real em termos de aumento de faturação pode ser, eventualmente, centenas de vezes superior.

A principal dificuldade encontrada na deteção de consumos ilícitos foi o acesso ao interior das habitações, nos casos em que o contador e adufa se localizam no interior das mesmas. Este é um problema recorrente na cidade do Porto que impede a atuação das equipas de suspensão do abastecimento de água no caso de situações anómalas, tornando esta análise essencial para detetar consumos ilícitos de água. No entanto, a intervenção após a deteção de comportamentos fraudulentos é, em muitos casos, impossível porque não é concedido o acesso ao domicílio, sendo que só com ordem do tribunal e intervenção policial é possível retirar a ilicitude. No entanto o processo burocrático e a possibilidade de indeferimento da decisão por parte do juiz, desencoraja muitas EG. Posto isto, é essencial que as novas habitações tenham o contador e adufa no exterior da habitação de modo a permitir a atuação das equipas de corte do abastecimento de água em caso de deteção de situações irregulares assim como a criação de mecanismos legais mais expeditos que facilitem a rápida intervenção da EG, no caso de serem detetados ilícitos no interior das habitações.

Concluiu-se que a grande maioria das ilicitudes identificadas correspondem a clientes com histórico de incumprimento, o que reforça a importância da EG acompanhar permanentemente os clientes incumpridores. A monitorização dos clientes com historial de ilícitos é essencial para a definição de estratégias de atuação sistemática que devem incluir, de forma integrada, outras medidas, designadamente, execuções fiscais ou injunções, verificações sistemáticas das instalações prediais, contraordenações e ações judiciais.

A utilização de contadores de telemetria é vantajosa na deteção de situações como a adulteração do contador ou a retirada do mesmo. No entanto, nos casos em que a ilicitude não envolve o contador torna-se essencial uma análise multidisciplinar, que inclua a comparação do consumo de água do cliente com outros da mesma tipologia habitacional, análise do histórico deste e a verificação do estado da rede predial.

A deteção de ilícitos contribui ativamente para a redução das perdas aparentes em SAA, conduzindo a um aumento da receita gerada pela EG. No entanto, a deteção de consumos ilícitos é apenas o ponto de partida, já que é essencial que exista a regularização da suspensão do abastecimento de água e que seja inculcida uma cultura de cumprimento nos utilizadores que cometeram infrações. Neste sentido, verificou-se que 25 % dos clientes com ilicitudes detetadas nesta dissertação, regularizaram a sua situação junto da EG. Apesar dos resultados positivos convém salientar que a possibilidade de reincidência não está descartada e portanto é imperativo controlar os consumos ilícitos detetados, através de uma análise contínua do histórico de consumo dos clientes e de inspeções regulares à rede predial.

Com o desenvolvimento deste trabalho prático conseguiu-se criar uma nova metodologia de deteção de consumos ilícitos com resultados satisfatórios para a EG, cujo investimento é reduzido. As implicações deste tipo de consumo não autorizado não se restringem ao aumento das perdas aparentes e à perda de receita pela EG, há também questões éticas e sociais envolvidas, na medida em que gera um sentimento de insatisfação nos clientes cumpridores, o que pode levar a que estes cometam também ilícitos.

5.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Ao longo da realização desta dissertação surgiram algumas oportunidades de melhoria e de desenvolvimento complementar deste estudo, que não puderam ser implementadas devido ao tempo despendido na deteção de consumos ilícitos. De seguida apresentam-se as recomendações para desenvolvimentos futuros:

- Implementação de totalizadores à entrada dos edifícios para comparação do volume de água fornecida ao prédio com os consumos individuais de cada um dos clientes de modo a detetar a existência de ligações diretas e *bypass* em situações pontuais, onde há suspeita de existência de fraudes;
- Elaboração de estudos técnicos sobre a viabilidade económica de transferir as adufas e contadores do interior para o exterior da habitação dos clientes com histórico de incumprimento e ilicitude;
- Criação de bases de dados com os clientes que já cometeram ilicitudes para que os consumos de água possam ser analisados periodicamente e para que sejam efetuadas visitas periódicas à rede predial destas habitações;
- Desenvolvimento de eventos de consciencialização dos cidadãos para o uso correto das instalações prediais e para as consequências dos ilícitos nos utilizadores com o intuito de inculcar uma cultura de cumprimento na população.

BIBLIOGRAFIA

- Águas do Porto, EM (2014). Relatório e Contas 2013. Águas do Porto, EM, Porto, 2013.
- Albuquerque, C. (2012). *On The Right Track. Good Practices in Realising the Rights to Water Sanitation*. United Nations Special Rapporteur. Lisboa.
- Alegre, H., Coelho, S., Almeida, M., Vieira, P. (2005). *Controlo de Perdas de Água em Sistemas Públicos de Adução e Distribuição*. Lisboa: Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR).
- Antunes, M. (2013). *Código Penal – 20ª Edição*. Coimbra.
- APA, Agência Portuguesa do Ambiente (2012). *Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água*. Lisboa: APA, Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território.
- ArcGIS Resource Center (2012) [online]. “*What is a TIN surface?*”. Acesso em 30 de maio de 2014. Disponível em:
http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/What_is_a_TIN_surface/006000000001000000/
- ArcGIS Resource Center (2013) [online]. “*3D Analyst and ArcScene*”. Acesso em 30 de maio de 2014. Disponível em: <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/00q8000000p0000000/>
- ArcGIS Resource Center (2014) [online]. “*What is Raster Data?*”. Acesso em 30 de maio de 2014. Disponível em:
http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/What_is_raster_data/009t00000002000000/
- Arregui, F., Cabrera, E., Cobacho, R., García-Serra, J. (2006). *Reducing Apparent Losses Caused by Meters Inaccuracies*. London: IWA Publishing.
- A.R.I. (2014). *Reduction of Apparent Losses Using the UFR (Unmeasured-Flow Reducer) – Case Studies*. Acesso em 2 de abril de 2014. Disponível em:
<http://www.arivalves.com/library/articles/item/reduction-of-apparent-losses-using-the-ufr-unmeasured-flow-reducer-case-studies>
- Cunha, S. (2009). *O SIG ao Serviço do Ordenamento do Território: Modelo de Implementação – Trabalho de Projeto Aplicado ao Município de Felgueiras*. Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território. Faculdade de Letras da Universidade do Porto.
- Dias, R., Teodoro, R., Maia, G. (2010). *Levantamento de Dados de Aeródromos, Heliportos e Rádio Ajudas Nacionais*. Instituto Geográfico do Exército.
- Dinis, J. (2013). *Construção e Edição de Diagramas de Voronoi na Esfera*. Dissertação para obtenção do Grau de Doutor em Informática, Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade Nova de Lisboa.
- ERSAR, Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos (2011). *Relatório Anual do Setor de Águas e Resíduos em Portugal*. Lisboa: ERSAR.
- ERSAR, Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos (2012). *Tarifários Aplicados em Portugal Continental nos Serviços de Águas e Resíduos com Progressiva Harmonização*. Lisboa: ERSAR.

ERSAR, Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos (2013a). *Relatório Anual do Setor de Águas e Resíduos em Portugal – Caracterização Geral do Setor*. Lisboa: ERSAR.

ERSAR, Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos (2013b). *Relatório Anual do Setor de Águas e Resíduos em Portugal – Controlo da Qualidade da Água para Consumo Humano*. Lisboa: ERSAR

ESRI Portugal (2013) [online]. “O que são os SIG?”. Acesso em 30 de maio de 2014. Disponível em: <http://www.esriportugal.pt/para-comecar/conceitos-basicos/o-que-sao-os-sig/>

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

Falcão, I. (2012). *Extracção Semi-automática Tridimensional dos Principais Elementos de um Perfil Rodoviário a partir de Dados LiDAR*. Dissertação Mestrado em Engenharia Geográfica, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Fallis, P., Hübschen, K., Oertlé, E., Ziegler, D., Klingel, P., Knobloch, A., Baader, J., Trujillo, R., Laures, C. (2011). *Guidelines for Water Loss Reduction – A Focus on Pressure Management*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Eschborn, Deutschland.

Farley, M., Wyeth, G., Ghazali, Z., Istandar, A., Singh, S. (2008). *A Guide to Understanding Water Losses. The Manager's Non-Revenue Water Handbook*. United States Agency for International Development, Bangucoque, Tailândia.

Lédo, P. (1999). *Combate ao Roubo de Água – Uma Experiência no Sistema de Guanambi*. 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, BA, Rio de Janeiro.

Lima, D. (2011). *Controlo de Perdas Reais em Sistemas de Abastecimento de Água – Substituição de Conduções sem Abertura de Vala*. Dissertação para a obtenção de grau de Mestre em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Loureiro, D., Álvares, A., Coelho, S. (2007). *Aplicação de Sistemas de Telemetria Domiciliária em Sistemas de Distribuição de Água*. Modelação de Sistemas de Abastecimento de Água, I Conferência INSSAA, Barcelos.

KPMG (2011) [online]. “*Estudo sobre as Condições Económicas e de Sustentabilidade do Setor da Água em Portugal*”. Acesso em 12 de março de 2014. Disponível em:

http://www.aepsa.pt/fotos/gca/estudokpmg_0220847001310750881.pdf

Malheiro, R. (2011). *Controlo de Perdas Aparentes em Sistemas de Abastecimento de Água com Utilização de Telecontagem*. Dissertação para a obtenção de grau de Mestre em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Martins, J. (2013). *Gestão de Perdas de Água – O Caminho da Eficiência à Excelência*. Lisboa. Programa Avançado para Decisores.

Martins, J. (2012). *Gestão do Ciclo Urbano da Água: Que soluções para a sustentabilidade? – A Evolução do Modelo Português*. Viana do Castelo: Comunidade Internacional do Minho-Lima.

Martins, M. (2007). *Regulação Económica no Sector das Águas – Promoção da Concorrência e Sustentabilidade Tarifária*. Dissertação para obtenção de grau de Doutor em Economia, Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra.

- Marques, R. (2011). *A Regulação dos Serviços de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais – Uma Perspetiva Internacional*. Lisboa: Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos e Centro de Sistemas Urbanos e Regionais.
- 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*. Lisboa: ERSAR.
- Mota, A., Gonçalves, C., Santos, C., Bairrinho, E., Ferreira, H., Peixoto, S. (2012). *Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas dos Rios Vouga, Mondego e Lis Integradas na Região Hidrográfica 4*. Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente (APA).
- Moura, E., Dias, I., Silva, J., Silva, F. (2004). *Abordagem sobre Perdas de Água em Sistemas de Abastecimento*. SEREA – Seminário Hispano-Brasileiro sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água, Brasil: Ministério do Meio Ambiente do Brasil.
- Mugeiro, J., Medeiros, N. (2008). *Novos Desafios e Soluções para a Gestão de Perdas em Sistemas de Abastecimento*. Lisboa: Empresa Portuguesa de Águas Livres (EPAL).
- Mutikanga, H. (2012). *Water Loss Management – Tools and Methods for Developing Countries*. Holanda.
- Oliveira, M. (2013). *Otimização de Rotas de Leitura de Contadores como Parte Integrante do Processo de Redução de Perdas Aparentes em Sistemas de Abastecimento de Água – Aplicação do Estudo à Cidade do Porto*. Dissertação submetida para obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Pato, J. (2011). *História das Políticas Públicas de Abastecimento e Saneamento de Águas em Portugal*. Lisboa: ERSAR.
- Paixão, M. (1996). *Águas e Esgotos em Urbanizações e Instalações Prediais*, Orio.
- PEAASAR II (2007). *Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais*. Lisboa: Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.
- Pereira, L. (2007). *Avaliação da Submedição de Água em Edificações Residenciais Unifamiliares: o Caso das Unidades de Interesse Social Localizadas em Campinas*. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas.
- Público (2009) [online]. “Cada vez mais portugueses com água e eletricidade cortadas por falta de pagamento.” Acesso em 26 de maio de 2014. Disponível em:
<http://www.publico.pt/sociedade/noticia/cada-vez-mais-portugueses-com-agua-e-electricidade-cortadas-por-falta-de-pagamento-1367476>
- Rizzo, A., (2007). *Apparent Water Loss Control. The IWA Water Loss Task Force*. IWA-Water21.
- Rizzo, A. (s/data). *Apparent Water Loss Control. The IWA Water Loss Task Force*. IWA – Water 21.
- VISÃO (2014) [online]. “ONU denuncia corte no abastecimento de água em Aleppo, na Síria.” Acesso em 26 de maio de 2014. Disponível em: <http://visao.sapo.pt/onu-denuncia-corte-no-abastecimento-de-agua-em-alepo-na-siria=f781075>

