

UNIVERSIDADE DO ALGARVE

**SISTEMAS URBANOS DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS E
PLUVIAIS**

**CONTRIBUTO PARA A ANÁLISE DA PROBLEMÁTICA DA INTERFERÊNCIA DOS
DOIS TIPOS DE SISTEMAS – CASO DE ESTUDO: CIDADE DE OLHÃO**

Clarisse Isabel Cristóvão Albino

Relatório para a obtenção do Grau Mestre
Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente

Trabalho efetuado sob a orientação de:
Professora Doutora Luísa Barreira

SISTEMAS URBANOS DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS E PLUVIAIS

CONTRIBUTO PARA A ANÁLISE DA PROBLEMÁTICA DA INTERFERÊNCIA DOS DOIS
TIPOS DE SISTEMAS – CASO DE ESTUDO: CIDADE DE OLHÃO

Declaração de autoria do trabalho

Declaro ser a autora deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

(Clarisse Isabel Cristóvão Albino)

Copyright em nome de Clarisse Isabel Cristóvão Albino

A Universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicitar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Índice

ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE TABELAS	6
RESUMO	7
ABSTRACT	8
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	9
1.1 <i>Enquadramento e Justificação do Tema</i>	9
1.2 <i>Objetivos</i>	12
1.3 <i>Estrutura do Relatório</i>	13
CAPÍTULO 2 – ANÁLISE E ENQUADRAMENTO TÉCNICO	14
2.1 <i>Conceitos e aspetos gerais</i>	14
2.2 <i>Evolução Histórica dos Sistemas Urbanos de Drenagem de Águas Residuais e Pluviais</i>	17
2.3 <i>Desenvolvimento Urbano e Impactos nas Infraestruturas de Saneamento Básico</i>	22
2.4 <i>Enquadramento Regulamentar e Legal</i>	24
2.4.1 <i>Em matéria de controlo de cheias</i>	24
2.4.2 <i>Em matéria de controlo de problemas de qualidade das águas e do meio recetor</i>	26
2.4.3 <i>Enquadramento legal do meio recetor – Ria Formosa</i>	32
2.4.4 <i>Enquadramento legal em matéria de sistemas públicos e prediais de drenagem de águas residuais</i>	33
2.5 <i>Identificação de problemas técnicos e suas consequências socioeconómicos e ambientais</i> . 33	
2.5.1 <i>Intrusão de águas pluviais nos sistemas de drenagem de águas residuais</i>	34
2.5.2 <i>Infiltração de águas do nível freático nos sistemas de drenagem de águas residuais</i>	36
2.5.3 <i>Intrusão de águas marinhas/fluviais nos sistemas de drenagem de águas residuais</i>	36
2.5.4 <i>Afluência indevida de águas residuais aos sistemas de drenagem de águas pluviais, a partir de fontes pontuais</i>	37
2.5.5 <i>Degradação da qualidade das águas pluviais, devido a escorrências de origem difusa</i>	38
2.5.6 <i>Subdimensionamento das redes de drenagem de águas pluviais</i>	41
2.6 <i>Metodologias de identificação de anomalias nos sistemas de drenagem e respetivo controlo e correção</i>	44
2.6.1 <i>Medidas e estratégias para minimização dos riscos de cheia</i>	45
2.6.1.1 <i>Bacias de Retenção</i>	46
2.6.1.2 <i>Pavimentos com “estrutura de reservatório”</i>	46
2.6.1.3 <i>Poços absorventes</i>	47
2.6.1.4 <i>Trincheiras de infiltração</i>	48

2.6.1.5	<i>Valas revestidas com coberto vegetal</i>	48
2.6.2	<i>Metodologias para identificação e controlo de ligações indevidas aos sistemas de drenagem de águas pluviais e de residuais domésticas/industriais</i>	49
2.6.2.1	<i>Inspeção visual direta</i>	50
2.6.2.2	<i>Inspeção de coletores com recurso a sistema de vídeo por “closed circuit television”</i>	51
2.6.2.3	<i>Ensaios com traçadores</i>	55
2.6.2.4	<i>Ensaios de fumo</i>	56
CAPITULO 3 – CASO DE ESTUDO – SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS E PLUVIAIS DA CIDADE DE OLHÃO		
		57
3.1	<i>Caracterização da área em estudo</i>	57
3.1.1	<i>Caracterização geográfica</i>	57
3.1.2	<i>Caracterização demográfica e socioeconómica</i>	58
3.1.3	<i>Caracterização ambiental</i>	60
3.1.4	<i>Caracterização infraestrutural</i>	62
3.1.5	<i>Caracterização do modelo de gestão dos sistemas de saneamento básico</i>	65
3.2	<i>Problemas identificados ao nível da drenagem de águas residuais e pluviais</i>	66
3.3	<i>Limitações ao desenvolvimento dos trabalhos</i>	68
3.4	<i>Metodologia utilizada nos trabalhos desenvolvidos para identificação caracterização dos problemas</i>	68
3.5	<i>Recursos Humanos</i>	70
3.6	<i>Apresentação e discussão de resultados</i>	71
3.6.1	<i>Bacia de drenagem poente</i>	71
3.6.1.1	<i>Local: Rua Almirante Reis</i>	71
3.6.1.2	<i>Local: Rua Almirante Reis</i>	72
3.6.1.3	<i>Local: Rua Abílio Gouveia</i>	73
3.6.1.4	<i>Local: Rua da Cerca</i>	74
3.6.1.5	<i>Local: Avenida dos Bombeiros Municipais</i>	76
3.6.1.6	<i>Local: Praça João de Deus</i>	76
3.6.1.7	<i>Local: Rua Dr. Alberto Iria com a Rua da Feira</i>	78
3.6.1.8	<i>Local: Rua da Feira</i>	78
3.6.2	<i>Bacia de drenagem central</i>	79
3.6.2.1	<i>Local: Rua Dâmaso da Encarnação, junto à Escola EB 2/3 Dr. Paula Nogueira</i>	79
3.6.2.2	<i>Local: Rua do Cerrinho com a Rua do Caminho de Ferro</i>	81
3.6.2.3	<i>Local: Entroncamento da Rua do Caminho de Ferro com a Avenida Sporting Clube Olhanense</i>	81

3.6.2.4	Local: Curva da Rua do Caminho de Ferro com a Praceta de Agadir.....	84
3.6.2.5	Local: Curva da Rua do Caminho de Ferro com a Praceta de Agadir.....	85
3.6.2.6	Local: Praceta de Agadir - Av. Dr. Francisco Sá Carneiro	87
3.6.2.7	Local: Praceta de Agadir – frente à Escola Secundária	88
3.6.2.8	Local: Rua Projetada à EN 398 (antes da Delegação da Junta de Freguesia de Quelfes).....	89
3.6.2.9	Local: Av. Dr. Bernardino da Silva	90
3.6.2.10	Local: Canto da Rua Primeiro de Janeiro com a Avenida Bernardino da Silva	90
3.6.2.11	Local: Rua Primeiro de Janeiro	92
3.6.2.12	Local: Bairro 11 de Março – Unidade Industrial Conserveira Pacheco	94
3.6.2.13	Local: Rua Patrão Joaquim casaca (antiga Rua da Majuca).....	95
3.6.3	Bacia de drenagem nascente	97
3.6.3.1	Local: Junto ao Ribeiro do Brejo a norte da EN 125.....	97
3.6.3.2	Local: Bairro da Cavalinha – Rua de Olivença com a Rua Dr. Estevão Vasconcelos	99
3.6.3.3	Local: Avenida dos Operários Conserveiros (coletor do Brejo)	100
3.6.3.4	Local: Coletor do Brejo (troço entre a fábrica BelaOlhão e o caminho de ferro).....	102
3.6.3.5	Local: Coletor do Brejo (troço entre a fábrica BelaOlhão e o caminho de ferro).....	102
3.6.3.6	Local: Zona Industrial 3ª fase – Fábrica do Sal	104
3.6.3.7	Local: Zona Industrial 3ª fase – Oficina automóvel	105
3.6.3.8	Local: Zona Industrial 3ª fase – Diversos armazéns na Av. dos Operários Conserveiros	107
3.6.3.9	Local: Zona Industrial 3ª fase.....	108
3.6.3.10	Local: Avenida dos Operários Conserveiros – Forpescas	110
3.6.3.11	Local: Instalações do Porto de Pesca de Olhão.....	110
3.6.4	Outras bacias de drenagem cujo ponto de descarga se localiza fora do perímetro urbano da cidade de Olhão	113
3.6.4.1	Local: Urbanização Quinta da Nau	113
3.6.4.2	Local: Urbanização Quinta das Âncoras	114
CAPITULO 4 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÃO		116
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		120
ANEXO I		126

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Esquema exemplificativo de dois tipos de sistemas de drenagem: unitários e separativos (EPA, 2013).	16
Figura 2.2 - Alterações no hidrograma de escoamento superficial devido a urbanização (Reis, <i>et al.</i> , 2005).	24
Figura 2.3 – Alguns exemplos de fatores antropogénicos que influenciam a qualidade das águas pluviais em zonas urbanas.....	39
Figura 2.4 – Aplicação de herbicidas em vias públicas.	39
Figura 2.5 – Ilustração da falta de capacidade do sistema de drenagem em situação de pluviosidade intensa.	42
Figura 2.6 – Exemplos de ocorrência de inundações em vias de circulação automóvel e arruamentos	43
Figura 2.7 - Secção transversal de pavimento “com estrutura de reservatório” (Vale, 2011).	47
Figura 2.8 - Exemplos de trincheiras de infiltração com e sem coberturas (Vale, 2011).....	48
Figura 2.9 - Vala relvada integrada em espaço verde (Vale, 2011).	49
Figura 2.10 – Viatura de hidrolimpeza de coletores.	50
Figura 2.11 – Equipamentos utilizados para inspeção vídeo de coletores de drenagem de águas residuais e pluviais.	52
Figura 2.12 – Aspeto interior da viatura onde se instalam os equipamentos de CCTV, para inspeção de coletores.	53
Figura 2.13 – Equipamento móvel manual de CCTV para inspeção de coletores.	53
Figura 2.14 – Fotografia ilustrativa da inspeção vídeo de coletores.	53
Figura 2.15 - Introdução de traçador químico numa câmara de visita de montante (esquerda) e observação na câmara de jusante (direita) (Administração da Região Hidrográfica do Tejo, 2010).	55
Figura 3.1 - Mapa ilustrativo da localização geográfica do Concelho de Olhão (Adaptado de Google – Banco de Imagens, 2013)	57
Figura 3.2 - Evolução da população no Concelho de Olhão.	58
Figura 3.3 - Localização dos pontos de descarga das bacias de drenagem de águas pluviais da cidade de Olhão.	63

Figura 3.4 – Localização do <i>bypass</i> existente entre os dois coletores de drenagem de águas pluviais (bacia Central e Bacia Nascente).	64
Figura 3.5 – Vista da caixa de visita onde se encontra a ligação de <i>bypass</i> entre os dois subsistemas de drenagem (bacia Central e bacia Nascente).	65
Figura 3.6 – Localização da situação identificada na Rua Almirante Reis – existência de 3 ligações de <i>bypass</i>	72
Figura 3.7 – Localização da situação identificada na R. Almirante Reis – conjunto de edifícios habitacionais.	73
Figura 3.8 – Localização da situação identificada na R. Abílio Gouveia – edifício habitacional e centro clínico.	74
Figura 3.9 – Localização da situação identificada na Rua da Cerca.	75
Figura 3.10 – Localização da situação identificada na Avenida dos Bombeiros Municipais.	77
Figura 3.11 – Localização da situação identificada na Praça João de Deus.	77
Figura 3.12 – Localização da situação identificada na Rua Dr. Alberto Iria com a Rua da Feira.	78
Figura 3.13 – Localização da situação identificada na Rua da Feira.	79
Figura 3.14 – Localização da situação identificada na R. Dâmaso da Encarnação – Escola EB 2/3 Dr. Paula Nogueira.	80
Figura 3.15 – Localização da situação identificada na Rua do Cerrinho com a Rua do Caminho de Ferro.	81
Figura 3.16 – Localização da situação identificada no entroncamento da Rua do Caminho de Ferro com a Avenida Sporting Clube Olhanense.	83
Figura 3.17 – Localização da situação identificada na Rua do Caminho de Ferro com a Praceta de Agadir.	84
Figura 3.18 – Localização da situação identificada na Rua do Caminho de Ferro com a Praceta de Agadir.	86
Figura 3.19 – Localização da situação identificada na Av. Dr. Francisco Sá Carneiro.	87
Figura 3.20 – Localização da situação identificada na Praceta de Agadir – Escola Secundária Francisco Fernandes Lopes.	88
Figura 3.21 – Localização da situação identificada na Rua Projetada à EN 398.	89
Figura 3.22 – Localização da situação identificada na Av. Bernardino da Silva – edifícios habitacionais.	91
Figura 3.23 – Localização da situação identificada na Rua Primeiro de Janeiro com a Av. Dr. Bernardino da Silva.	92

Figura 3.24 – Localização da situação identificada na Rua Primeiro de Janeiro.	93
Figura 3.25 – Localização da situação identificada no Bairro 11 de Março – Unidade Industrial Conserveira Pacheco.	95
Figura 3.26 – Localização da situação identificada na Rua Patrão Joaquim Casaca.	97
Figura 3.27 – Localização da situação identificada junto ao Ribeiro do Brejo, a norte da EN 125.	98
Figura 3.28 – Localização da situação identificada no Bairro da Cavalinha – Rua de Olivença com a Rua Dr. Estevão Vasconcelos.	100
Figura 3.29 – Localização da situação identificada na Avenida dos Operários Conserveiros (no coletor do Brejo).	101
Figura 3.30 – Localização da situação identificada no coletor do Brejo a norte do edifício da BelaOlhão.	102
Figura 3.31 – Localização da situação identificada no coletor do Brejo – troço entre a Unidade Industrial BelaOlhão e o caminho de ferro.	103
Figura 3.32 – Localização da situação identificada na Zona Industrial 3ª fase – Fábrica do Sal.	105
Figura 3.33 – Localização da situação identificada na rede de drenagem da Zona Industrial 3ª fase – Oficina automóvel.	106
Figura 3.34 – Localização da situação identificada na rede de drenagem da Zona Industrial 3ª fase – armazéns da Av. dos Operários Conserveiros.	107
Figura 3.35 – Localização da situação identificada na rede de drenagem da Zona Industrial 3ª fase – Bairro do Galinho e armazéns comércio/indústria.	109
Figura 3.36 – Localização da situação identificada no Porto de Pesca de Olhão.	112
Figura 3.37 – Ponto de ligação da rede interna do Porto de Pesca à rede pública de drenagem de águas residuais – situação após correção.	112
Figura 3.38 – Localização da situação identificada na Urbanização Quinta da Nau.	114
Figura 3.39 – Localização da situação identificada na Urbanização das Âncoras.	115

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de sistemas de drenagem (Adaptado de: Vale, 2011)	17
Tabela 3.1 – Tabela resumo das situações identificadas e estimativa dos caudais de águas residuais envolvidos em cada caso identificado no Capítulo 3	127

RESUMO

Diversas cidades no mundo inteiro sofrem com problemas relacionados com drenagem urbana de águas pluviais e residuais, refletindo-se estes problemas, na maioria dos casos, em impactes significativos no ambiente (ao nível qualidade da água e dos solos, bem como ao nível da fauna e da flora dos meios recetores naturais) e, conseqüentemente, nos sistemas naturais e sociedades nele inseridas. Estes impactes originam vários problemas socioeconómicos e ambientais, tais como degradação da qualidade da água, solos e sedimentos e decréscimo da produtividade das atividades produtivas que dependem dos ecossistemas naturais.

Ao nível dos sistemas de drenagem urbana, verificam-se interferências quer nos sistemas de águas pluviais (afluência e ligações indevidas de águas residuais), quer nos sistemas de águas residuais (infiltração e afluência de águas pluviais, águas do mar e do nível freático). Estes dois tipos de interferências têm conseqüências significativas, em termos ambientais, económicos e sociais, tema que é desenvolvido no presente trabalho, através da apresentação do caso-estudo da cidade de Olhão.

Assim, são identificadas e descritas as diferentes metodologias utilizadas (inspeção visual direta, inspeção vídeo com sistema CCTV, ensaios com traçadores e ensaios de fumo) para inspeção dos sistemas de coletores das três bacias de drenagem da cidade de Olhão (bacia poente, bacia central e bacia nascente).

Como resultados dos trabalhos de inspeção desenvolvidos em toda a cidade de Olhão, foram identificadas trinta e duas situações de ligações indevidas, das quais vinte e cinco foram de imediato corrigidas. Com as medidas corretivas introduzidas que, na maioria dos casos, envolveram obras de remodelação das redes de drenagem, conseguiu-se até à presente data eliminar a descarga de 346 m³/dia de águas residuais sem tratamento para a Ria Formosa.

Considera-se que este foi um contributo importante para a melhoria da qualidade da água do sistema lagunar da Ria Formosa e, conseqüentemente, uma coadjuvação relevante para o incremento da qualidade ambiental deste sistema, bem como, da qualidade de vida de todos os que dele dependem.

Palavras-chave: sistemas urbanos de drenagem; águas pluviais; águas residuais; inspeção de coletores; qualidade ambiental.

ABSTRACT

Various cities worldwide suffer from problems related to urban drainage of rainwater and wastewater. In the majority of cases, these problems have a significant impact on the environment (in terms of water and soil quality, and the fauna and flora in the receiving environments) and, consequently, on the natural systems and societies found there. As a result, various socio-economic and environmental problems can arise, such as deterioration in water quality, soil and sediments and a drop in productivity of production activities that depend on the natural ecosystems.

With regard to urban drainage systems, interference has been noted both in the rainwater systems (inflow and undue contact with wastewater) and wastewater systems (infiltration and inflow of rainwater, seawater and the water table). These two types of interference have significant environmental, economic and social consequences, a subject that will be developed in greater detail over the course of this work by presenting the case study of the city of Olhão. Thus, the different methodologies (direct visual inspection, inspection by CCTV system, tracer tests and smoke tests) used to inspect the collection systems in the city of Olhão's three drainage basins (western basin, central basin and eastern basin) will be identified and described.

The inspection work conducted throughout the city of Olhão led to the identification of thirty-two situations of undue contact, twenty-five of which were immediately rectified. As a result of the corrective measures taken, which mostly involved remodelling work on the drainage networks, it has been possible to put an end to a discharge of 346m³/day of untreated wastewater flowing into the Ria Formosa.

This is considered to be a major contribution to improving the water quality of the Ria Formosa lagoon system and, consequently, is of great importance in increasing not only the environmental quality of the system itself, but also the quality of life of all those whose livelihoods depend on it.

Keywords: urban drainage systems; rainwater; wastewater; collection systems inspection; environmental quality.

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento e Justificação do Tema

Diversas cidades no mundo inteiro sofrem com problemas relacionados com drenagem urbana de águas pluviais e residuais, refletindo-se estes problemas, na maioria dos casos, em impactes significativos no ambiente (ao nível qualidade da água e dos solos, bem como ao nível da fauna e da flora dos meios recetores naturais) e, conseqüentemente, nos sistemas naturais e sociedades nele inseridas. Estes impactes originam vários problemas socioeconómicos e ambientais, tais como degradação da qualidade da água, solos e sedimentos e decréscimo da produtividade das atividades produtivas que dependem dos ecossistemas naturais. O grau de relevância destes impactes depende, em grande medida, da sensibilidade ecológica e ambiental dos sistemas naturais envolvidos (Montes e Leite, 2009).

Acresce ainda que a população urbana tem vindo a aumentar, sendo de esperar que em 2030 cerca de 60% da população mundial esteja a viver nas cidades, facto resultante dos movimentos migratórios que se estão a verificar (dos meios rurais para os meios urbanos). Estes movimentos migratórios provocarão impactos significativos nos sistemas de saneamento básico e, em particular, nos sistemas de drenagem de águas pluviais urbanas (Marques *et al.*, 2013).

O deficitário planeamento urbanístico, relacionado principalmente com os sistemas de drenagem urbana de águas pluviais e residuais, bem como as alterações que o meio sofre em consequência do uso inadequado do solo, constituem potenciais geradores de problemas urbanos, muitas vezes de complexa resolução que, na maioria das vezes, requerem medidas estruturais (obras) onerosas (Montes e Leite, 2009).

A implantação e densificação das atividades humanas conduzem ao aumento da construção e edificação, implicando alterações significativas do uso do solo e o aumento da impermeabilização da superfície do mesmo. Por esta razão, assiste-se a alterações significativas do ciclo hidrológico natural, com a diminuição da infiltração de águas pluviais no solo e conseqüente diminuição da recarga dos lençóis freáticos. Simultaneamente, com a redução da área permeável do solo, verifica-se o aumento expressivo do escoamento superficial das águas pluviais ou a sua condução através de sistemas de drenagem que se

revelam, na grande maioria dos casos, subdimensionados (Montes e Leite, 2009). A maior impermeabilização leva, incondicionalmente, ao aumento de caudais, produzindo, por um lado, um aumento na frequência e na magnitude das cheias e, por outro, ao aumento da produção de sedimentos e lixo nos sistemas de drenagem, o que provoca a deterioração da qualidade da água dos meios recetores (Marques *et al.*, 2013).

Todo este processo, quando não dimensionado, implantado e gerido de forma planeada e sustentável, acaba por criar diversos problemas, tais como, inundações, ligações indevidas aos sistemas de drenagem, falta de capacidade de drenagem face às solicitações, contaminação das águas pluviais, entre outros. Em consequência, verifica-se a sobrecarga dos sistemas de tratamento e de drenagem, a redução da sua eficiência de tratamento e a contaminação dos meios recetores (Montes e Leite, 2009). Inevitavelmente, tais problemas conduzem também a impactes socioeconómicos, conforme anteriormente citado, que atingem maior expressão nas zonas ribeirinhas, em que a atividade económica da população está intimamente relacionada com o aproveitamento dos recursos naturais.

A problemática da interferência dos sistemas de drenagem urbana coloca-se em dois sentidos distintos e com impactos também muito diferenciados:

- por um lado verificam-se aflúências indevidas de águas pluviais e águas do nível freático, aos sistemas de drenagem de águas residuais e respetivos sistemas de tratamento;
- por outro lado, ocorrem também aflúências indevidas de águas residuais e outras águas contaminadas aos sistemas de drenagem de águas pluviais e, conseqüentemente, aos meios naturais recetores.

Estes dois tipos de interferências têm consequências significativas, em termos ambientais, económicos e sociais, tema que será desenvolvido no presente trabalho.

Face ao exposto, considera-se que o tema do presente relatório se reveste de extrema importância e oportunidade temporal, pois apesar da evolução das técnicas construtivas e das melhores tecnologias disponíveis, apesar da crescente consciencialização da população e dos decisores técnicos e políticos, é um problema de fundo que afeta a grande maioria das zonas urbanas, havendo ainda um longo caminho a percorrer no sentido do aperfeiçoamento dos sistemas de drenagem urbanos.

A solução destes problemas será um processo de longo curso, pois não é possível, a curto prazo assegurar a correção dos erros cometidos ao longo de décadas, nomeadamente, ao nível da construção desregrada e crescimento deficitário das infraestruturas de saneamento básico. Torna-se necessário que a administração local adote medidas corretivas e preventivas, que visem a minimização e controle dos impactes, incorporando novos conceitos nos projetos de drenagem urbana que visem imitar o ciclo hidrológico natural, permitindo amortecer as vazões de cheias e uma maior infiltração de água no solo. Por outro lado, a administração local deve ainda identificar e corrigir os problemas estruturais que conduzem ao funcionamento anómalo dos sistemas de drenagem existentes.

Nesta abordagem à problemática da drenagem urbana de águas pluviais e residuais, foi escolhido como caso de estudo o sistema de drenagem da cidade de Olhão, área geográfica onde a autora do presente relatório tem desenvolvido a sua atividade profissional nos últimos 15 anos. Trata-se de uma zona urbana cuja bacia de drenagem descarrega no sistema lagunar da Ria Formosa, área de elevada sensibilidade ecológica e ambiental inserida no Parque Natural da Ria Formosa. Por esta razão, os problemas existentes nesta zona revestem-se de extrema importância e sensibilidade, revelando-se de alguma forma polémicos e originando conflitos frequentes entre grupos socioeconómicos e as entidades gestoras do espaço urbano.

A discussão desta problemática é de extrema importância para o desenvolvimento de um planeamento urbanístico sustentável, cujas bases deverão ter em conta a inter-relação entre os diversos aspetos e interesses envolvidos na temática urbana (Montes e Leite, 2009).

Sendo certo que os problemas ao nível dos sistemas de drenagem urbana existem e não podem ser ignorados, é também uma realidade desconhecida por muitos e ignorada por outros, que diversas ações têm sido desenvolvidas continuamente ao longo dos anos, visando a correção e eliminação das anomalias identificadas e, conseqüentemente, minimizando os impactes negativos que daí resultam.

Pretende-se, no presente relatório, caracterizar os sistemas de drenagem urbana, os problemas que os afetam e aplicar o estudo ao caso da cidade de Olhão, ilustrando e desenvolvendo o trabalho que tem sido efetuado ao longo dos últimos anos, pelas entidades com intervenção nesta área.

Considerando que os problemas existentes ao nível dos sistemas de drenagem urbana, sobretudo em cidades ribeirinhas, apresentam certamente semelhanças significativas, a troca de experiências e testemunhos revela-se uma mais valia para todos os profissionais que desenvolvem a sua atividade nesta área. Por esta razão, espera-se que o presente relatório constitua uma mais valia importante para a análise, discussão e evolução desta temática.

1.2 Objetivos

O presente trabalho constitui o Relatório de Atividade Profissional para a obtenção do Grau Mestre em Engenharia do Ambiente, pela Universidade do Algarve, destinando-se a desenvolver e dar a conhecer um dos temas mais relevantes ao nível da exploração de sistemas de saneamento básico, com que nos deparamos na atualidade.

Trata-se por um lado, de uma temática de simples compreensão a nível técnico, mas de complexa e morosa resolução, por estar intimamente relacionada com o desenvolvimento urbanístico e com sistemas infraestruturais complexos.

Assim, os principais objetivos do presente relatório são:

- desenvolver a temática das interferências existentes entre os dois sistemas de drenagem urbana (de águas pluviais e residuais), prestando um contributo para o conhecimento mais aprofundado deste assunto;
- demonstrar e ilustrar a complexidade dos sistemas envolvidos (infraestruturais, socioeconómicos e ambientais) e a sua inter-relação;
- contribuir para a melhoria da eficiência dos sistemas de drenagem da área em estudo, através da sistematização de todas as intervenções efetuadas e metodologias aplicadas;
- sistematizar e divulgar as ações desenvolvidas pelas entidades gestoras dos sistemas de drenagem urbana da cidade de Olhão;
- contribuir para a resolução dos problemas existentes ao nível dos sistemas de drenagem urbana noutros locais;
- identificar e elencar as dificuldades, constrangimentos e limitações para a resolução da problemática das interferências dos sistemas de drenagem urbana e afluências indevidas.
- criar um documento que possa servir de referência a trabalhos futuros a desenvolver nesta área da engenharia ambiental.

1.3 Estrutura do Relatório

O presente relatório encontra-se estruturado em quatro capítulos principais. No primeiro capítulo – capítulo introdutório – é feito um enquadramento e justificação da temática abordada e são definidos os objetivos do trabalho desenvolvido.

O segundo capítulo é dedicado à análise do tema e seu enquadramento técnico, fazendo-se uma abordagem dos principais conceitos teóricos. Neste capítulo são analisadas as consequências do desenvolvimento urbano nas infraestruturas de saneamento básico e, em particular, nos sistemas de drenagem urbana, sendo feita uma análise da evolução dos sistemas de drenagem de águas pluviais e residuais. É assegurado neste capítulo o enquadramento regulamentar e legal da temática em análise. A parte central deste capítulo dedica-se à identificação das diferentes tipologias de problemas técnicos que ocorrem nos sistemas de drenagem de águas pluviais e residuais, sendo explorada, em cada um dos casos, as suas consequências socioeconómicas e ambientais. Neste âmbito é feita uma abordagem às metodologias de identificação de anomalias nos sistemas de drenagem urbana e identificação das medidas de controlo e correção passíveis de ser aplicadas, tendo em vista a minimização dos impactes causados.

No terceiro capítulo deste relatório é desenvolvido o caso de estudo dos sistemas de drenagem de águas residuais e pluviais da cidade de Olhão, iniciando com uma caracterização da área geográfica abrangida. Aplicando os conceitos apresentados no capítulo anterior, são elencados os problemas identificados ao nível dos sistemas de drenagem de águas pluviais e residuais desta zona urbana e suas consequências ao nível ambiental, económico e social. São apresentados os trabalhos entretanto desenvolvidos para a caracterização e resolução dos problemas existentes e das interferências entre os dois sistemas, sendo feita uma abordagem às dificuldades e limitações ao desenvolvimento dos trabalhos, identificadas ao longo dos anos.

O quarto e último capítulo deste relatório destina-se à discussão dos resultados e apresentação das conclusões.

CAPÍTULO 2 – ANÁLISE E ENQUADRAMENTO TÉCNICO

2.1 Conceitos e aspetos gerais

Na atualidade, as redes de drenagem são infraestruturas essenciais em qualquer aglomerado populacional, para garantir as condições de salubridade e higiene, promovendo a melhoria da qualidade de vida das populações. Estas redes de drenagem podem assegurar o escoamento de três tipos de águas: águas residuais domésticas, águas residuais industriais e águas pluviais.

Segundo Vale (2011), as águas residuais domésticas apresentam algumas características típicas: possuem altos teores de matéria orgânica, são facilmente biodegradáveis e mantêm características, em regra, pouco variáveis ao longo do tempo. São provenientes, por exemplo, de instalações sanitárias, cozinhas e máquinas de lavagem.

As águas residuais industriais têm origens em diferentes indústrias, apresentando características muito variáveis (de acordo com o tipo de indústria). São, geralmente, águas com uma composição química muito diversa apresentando também uma grande variabilidade temporal (Vale, 2011).

A drenagem das águas residuais tem uma elevada importância, por diversos motivos:

- Os nutrientes presentes nas águas residuais são potenciadores do crescimento de organismos aquáticos fotossintéticos, que podem produzir compostos tóxicos e podem também favorecer a eutrofização de massas de água;

- A necessidade de oxigénio dissolvido para degradação da matéria orgânica presente em águas residuais é, por vezes, muito grande, não sendo passível que este seja fornecido apenas naturalmente, levando à redução do oxigénio dissolvido dos meios hídricos;

- A presença de microrganismos patogénicos nas águas residuais que, se não forem corretamente tratadas e desinfetadas, podem provocar problemas de saúde pública;

- O cheiro, por vezes extremamente desagradável, provocado pela decomposição da matéria orgânica das águas residuais (Vale, 2011).

As águas pluviais, resultantes da precipitação atmosférica, apresentam geralmente menores quantidades de matéria orgânica. No entanto, podem apresentar concentrações significativas de metais pesados e de alguns nutrientes, devido à sua passagem por superfícies

impermeáveis ou semipermeáveis como arruamentos, autoestradas, telhados e parques de estacionamento, originando escorrências pluviais, recolhidas por sarjetas, sumidouros e ralos (Vale, 2011). A este tipo de contaminação (designada por difusa) acrescem ainda possíveis focos de contaminação pontual das águas pluviais com águas residuais, o que origina um agravamento dos impactes causados pela descarga destas águas no meio natural.

No processo de ocupação urbana foram surgindo diferentes tipos de sistemas de drenagem que, de uma forma simplificada, se podem classificar em função da origem das águas que escoam. Estes sistemas urbanos de drenagem classificam-se em: sistemas unitários, sistemas separativos, sistemas mistos e sistemas pseudoseparativos (Marques *et al.*, 2013). Esta classificação consta no artigo 16º do Decreto-Regulamentar n.º 23/95, de 23 de agosto.

Os sistemas unitários são constituídos por uma única rede de coletores onde são conjuntamente admitidas as águas residuais domésticas, industriais e pluviais. Estes recolhem e drenam a totalidade das águas a afastar dos aglomerados populacionais (Marques *et al.*, 2013).

Os sistemas separativos são constituídos por duas redes de drenagem de natureza diferente: uma destinada à drenagem de águas residuais domésticas e industriais e outra destinada à drenagem de águas pluviais, sem que ocorram ligações entre as duas redes (Marques *et al.*, 2013).

Um sistema que seja constituído pela conjugação dos dois tipos de sistemas acima referidos, ou seja, em que uma parte da rede é unitária e a outra é separativa, é designada por rede mista (Marques *et al.*, 2013).

Os sistemas separativos parciais ou pseudoseparativos são aqueles em que, por inexistência de coletores pluviais, a ligação de águas pluviais de pátios interiores e terraços ao coletor de águas residuais domésticas é admitida ou tolerada (Marques *et al.*, 2013).

A Figura 2.1 apresenta um esquema elucidativo dos tipos de sistemas de drenagem unitários e separativos.

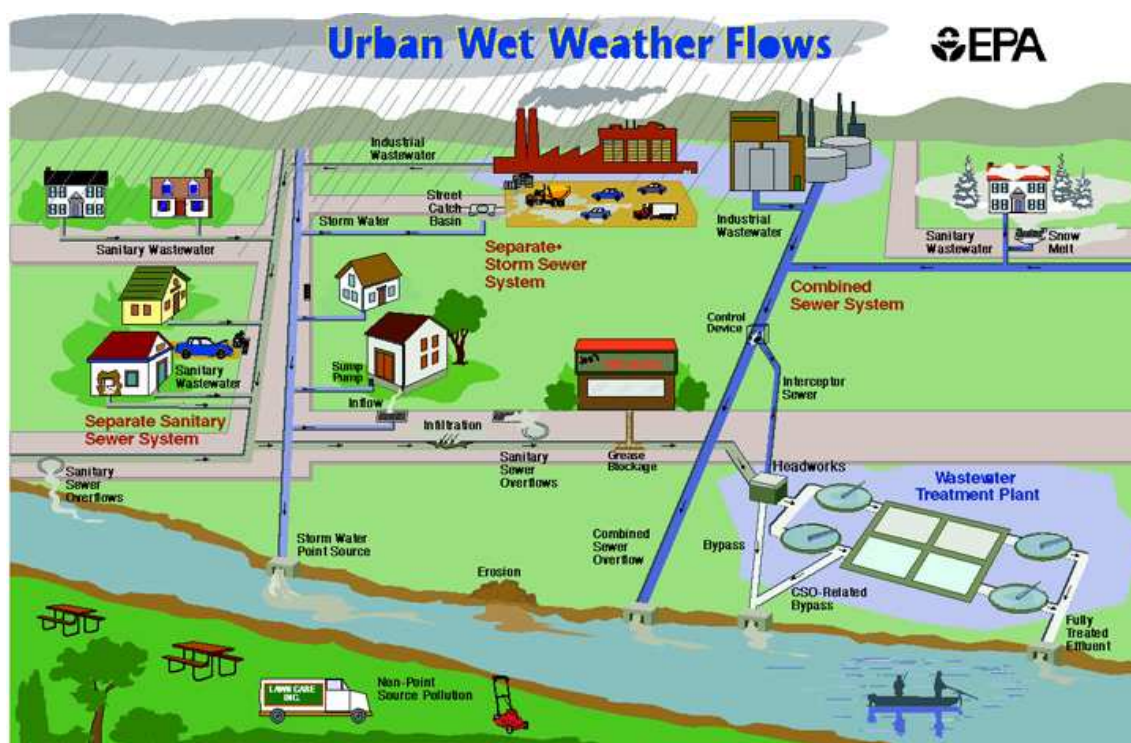


Figura 2.1 – Esquema exemplificativo de dois tipos de sistemas de drenagem: unitários e separativos (EPA, 2013).

O Decreto-Regulamentar nº 23/95 refere ainda, no ponto 2 do artigo 16º, que “águas de lavagem de garagens de recolha de veículos, de descarga de piscinas e de instalações de aquecimento e armazenamento de água podem ser lançadas na rede doméstica ou pluvial, conforme a afinidade e condições locais”.

Os sistemas unitários funcionam, em tempo seco, apenas para a recolha de águas residuais domésticas e industriais. Contudo, uma vez que o dimensionamento é feito para recolher também as águas pluviais, fazendo face às necessidades de recolha e drenagem calculadas para episódios de precipitação com um determinado período de retorno, o seu dimensionamento acaba por resultar em diâmetros relativamente elevados o que, em período seco, origina velocidades de escoamento baixas. Os sistemas unitários estão, por vezes, associados à presença de descarregadores de cheia e de bacias de retenção (Hvitved-Jacobsen *et al.*, 2010; Vale, 2011).

Os descarregadores de cheia têm o objetivo de prevenir a sobrecarga da rede, prevenir as inundações em troços a jusante ou mesmo prevenir a entrada de caudais superiores ao admissível nas estações de tratamento, aquando da ocorrência de eventos de pluviosidade intensa. Nestes casos, o excedente poderá ser encaminhado temporariamente para uma bacia

de retenção, até ser possível reencaminhá-lo para a estação de tratamento ou descarregado diretamente num curso de água próximo, sem qualquer tratamento (Hvitved-Jacobsen *et al.*, 2010; Vale, 2011).

Nos sistemas separativos, a rede de drenagem das águas pluviais é feita exclusivamente para o transporte das escorrências associadas a superfícies impermeáveis ou semipermeáveis como ruas, autoestradas, parques de estacionamento e telhados. Estas são previamente descarregadas na grande maioria dos casos, sem qualquer tratamento numa linha de água ou outro meio recetor. Já as águas residuais domésticas e industriais são encaminhadas para as estações de tratamento. Os sistemas separativos podem ter também bacias de retenção e algum tipo de tratamento para as águas pluviais (Hvitved-Jacobsen *et al.*, 2010; Vale, 2011). No entanto, este tipo de dispositivos ainda não é amplamente aplicado em Portugal.

A Tabela 2.1 apresenta uma síntese das vantagens e desvantagens dos sistemas separativos e unitários.

Tabela 2.1 – Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de sistemas de drenagem (Adaptado de: Vale, 2011).

Tipo de sistema	Vantagens	Desvantagens
Sistemas convencionais, separativos domésticos e pluviais	O facto de transportarem efluentes de natureza distinta por diferentes coletores permite que sejam sujeitos a diferentes condições de tratamento final.	Custos elevados de primeiro investimento, associados à necessidade de dispor de dois tipos de tubagens ou coletores.
Sistemas convencionais unitários	Economia do primeiro investimento, decorrente da construção de um único tipo de coletor que transporta a totalidade da água do meio urbano. Simplicidade de projeto, no que respeita a ligação de ramais e coletores.	Descarga de excedentes poluídos em tempo de chuva, com eventuais impactes negativos no ambiente. Acréscimo de encargos de energia e de exploração em instalações elevatórias e de tratamento devido ao excedente de contribuição pluvial em tempo de chuva.

2.2 Evolução Histórica dos Sistemas Urbanos de Drenagem de Águas Residuais e Pluviais

A evolução dos sistemas urbanos de drenagem de águas residuais e pluviais é um tema que importa abordar no contexto do presente Relatório, pois permitirá compreender os problemas

e dificuldades ainda existentes na atualidade, ao nível da gestão destas infraestruturas. Este tema é assunto de diversos trabalhos entre os quais se destaca o trabalho José de Saldanha Matos (Matos, 2003).

Em Portugal, os primeiros elementos históricos sobre o tema remontam ao século XV, quando D. João II, em consequência da peste, mandou proceder a operações de limpeza "nos canos". O autor refere que "Em tais canos, destinados inicialmente à drenagem das águas da chuva, juntavam-se todo o tipo de esterco e imundícies, provocadas por uma população aglomerada (...) na nova cidade de Lisboa, tornando-a menos elegante e mais insalubre" (Matos, 2003).

No decorrer dos séculos XVI, XVII e XVIII, até ao terramoto de 1755, o crescimento populacional notável da capital avolumou os problemas relacionados com a ocorrência de "*medonhas inundações*" e com a higiene e limpeza da cidade. Estão particularmente bem documentados em obras históricas, os problemas de inundações na zona que hoje constitui a Praça da Figueira e o Rossio, em Lisboa (Matos, 2003).

A época que se seguiu ao terramoto de 1755 constituiu uma era de progresso na capital, marcada pela reedificação da cidade e pelo estabelecimento do princípio da "*canalização metódica*", cujos efeitos ainda atualmente se fazem sentir nas zonas mais antigas da cidade, em que perduram coletores unitários dispostos em malha, com ligação ao estuário do Tejo (Matos, 2003).

O desenvolvimento industrial, com a consequente concentração populacional nas grandes cidades, levou a que, no século XIX, tivesse sido autorizada a ligação das águas residuais domésticas às redes de drenagem pluvial existentes, o que agravou enormemente os riscos de transmissão de doenças de origem hídrica, devido às condições precárias daquelas redes. Foi o caso das cidades de Boston, em 1883, Londres, em 1847, Nova York, em 1854, e Paris em 1880 (Matos, 2003).

Na sequência da epidemia de cólera ocorrida em Lisboa, em 1856, e que posteriormente alastrou para outras zonas do país, Bernardino Gomes elaborou, por ordem da Academia Real das Ciências, um relatório da situação na capital portuguesa, no qual advogava a instalação de sistemas de drenagem, à semelhança dos existentes em outras cidades europeias como Paris, Londres e Bruxelas. (Matos, 2003).

Na segunda metade do século XIX, Ressano Garcia em Lisboa em 1884, tal como Belgrand, em Paris, e Garcia Faria, em Barcelona, foram artífices de planos de saneamento inspirados nos princípios da corrente higienista de Edwin Chadwick, grande responsável pela chamada de atenção para a necessidade de planeamento e construção de infraestruturas de drenagem urbana (Matos, 2003).

Nos séculos anteriores, os resíduos sólidos e líquidos decorrentes da atividade urbana ficavam no interior da urbe, e propiciavam tremendas epidemias, como a peste, transmitida pelo rato e pela pulga, ou a cólera, veiculada por água contaminada (Matos, 2003).

Em Lisboa, por exemplo, quando no século XIX se iniciou o abastecimento de água domiciliário, já existiam, sob os arruamentos da cidade, estruturas para a drenagem das águas pluviais urbanas. Tinham geralmente a soleira plana e eram construídos em cantaria, como os famosos coletores pombalinos da baixa Lisboa, ou em cascões de pedra retangulares. Mais tarde, essas estruturas de drenagem passaram a drenar, também, águas residuais domésticas, funcionando como coletores unitários (Matos, 2003).

A solução dos “*canecos à porta das casas*”, que consistia na recolha, por viaturas municipais, dos dejetos líquidos e sólidos domiciliários, previamente depositados em recipientes de barro, e colocados de madrugada, do lado de fora das habitações, resultava, na grande maioria dos casos, de proibições de descarga dos resíduos nos coletores pluviais disponíveis, frequentemente do tipo “*cascão*”, também designados por “*rateiros*”, por propiciarem o acesso e proliferação de ratos. Esses coletores não garantiam condições mínimas de estanquicidade e de verificação de autolimpeza. Praticamente só no início século XX surgiu e se generalizou a instalação de coletores de betão, pré-fabricados ou betonados *in situ*, com juntas fechadas de argamassa de cimento, capazes de garantir a verificação de condições de autolimpeza e de estanquicidade (Matos, 2003).

O princípio da rede separativa, inicialmente apenas divulgado no Reino Unido, tornou-se, em meados do século XX, praticamente universal, no que respeita ao estabelecimento da drenagem de novas urbanizações e núcleos urbanos. No entanto, existem atualmente países desenvolvidos, como a Alemanha, que utilizam sistemas totalmente unitários, com os seus descarregadores de tempestade, reservatórios e bacias de regularização e equipamentos de

controlo automático de descarga. Embora tal pareça um retrocesso, a evolução dos espaços urbanos levou a que a escolha das soluções mais adequadas se tenha complicado. Por um lado, constata-se que grande parte dos sistemas construídos com o intuito de apenas transportar águas residuais domésticas, também transporta águas pluviais resultantes de infiltrações e de ligações domiciliárias trocadas. Dada a magnitude dos caudais pluviais originados, mesmo em pequenas bacias de drenagem, basta uma pequena proporção de ramais trocados, para o problema da contribuição pluvial se tomar pertinente. Por outro lado, é atualmente tratada com preocupação crescente, a poluição veiculada por águas pluviais urbanas. As águas pluviais urbanas podem transportar, entre outros poluentes, quantidades significativas de sólidos em suspensão, metais como chumbo e zinco, e hidrocarbonetos. O primeiro sistema separativo doméstico construído no nosso País terá sido o da cidade do Porto. Com projeto da autoria de ingleses, foram precisos mais de trinta anos para se realizarem as difíceis instalações e ligações domiciliárias (Matos, 2003).

Em meados do século XX (até 1940-1950), grande parte dos principais aglomerados urbanos do País dispunha já de coletores pluviais e unitários, parte deles executados no período da grande explosão construtiva resultante das políticas implementadas por Fontes Pereira de Melo. Nessa altura, e com exceção da cidade do Porto e dos núcleos urbanos vizinhos, e de uma faixa litoral restrita compreendida entre Estoril e Cascais, as redes de drenagem separativas não tinham ainda sido implementadas em Portugal. A primeira rede separativa doméstica concebida e construída em núcleo urbano importante, foi instalada no sul do País, numa parte da então vila do Barreiro, em meados da década de quarenta (Matos, 2003).

Entre a década de cinquenta e a década de setenta, foram remodelados e complementados, com base em planos gerais de saneamento, grande número dos sistemas de drenagem unitários existentes, e foram instaladas novas redes de drenagem separativas. Casos houve, como o Barreiro (na década de quarenta), Beja (na década de cinquenta), Viseu e Tomar (na década de sessenta), e Lisboa e Elvas (nas décadas de sessenta e setenta), em que se mantiveram, nos núcleos urbanos mais antigos e mais densamente povoados, os antigos coletores unitários, complementando-os com descarregadores de tempestade e obras de desvio, promovendo a ligação às condutas e emissários dos sistemas separativos adjacentes, construídos nas áreas recentemente edificadas. Noutros casos, como em Almada, Cova da Piedade, Costa da Caparica, Setúbal e Espinho, foram projetados e construídos sistemas inteiramente separativos, que substituíram diretamente os anti-higiénicos e obsoletos

procedimentos de recolha de detritos domésticos por viatura municipal. Nas povoações alentejanas de Beja, Évora e Elvas, foram projetados e construídos longos emissários domésticos "*de cintura*", que ainda atualmente coletam os caudais desviados das zonas urbanas centrais mais antigas e transportam as águas das redes separativas, instaladas nas zonas de expansão urbana, para os locais de tratamento. As cidades de Viseu e Tomar têm ainda a particularidade de serem subdivididas por linhas de água importantes que obrigaram, no primeiro caso, à instalação de dois emissários marginais (Matos, 2003).

A Ressano Garcia, Arantes e Oliveira e Celestino da Costa cabe o mérito de terem contribuído para a conceção e o dimensionamento da rede principal de infraestruturas de drenagem da cidade de Lisboa. Neste caso, foi mantido o sistema unitário na malha densa e antiga da cidade (de Campolide à Baixa Pombalina e da Ajuda a Santa Apolónia), tendo sido executados coletores de drenagem separativos nas zonas baixas (frente de Algés a Belém) e nas então novas urbanizações como os Olivais e Benfica (Matos, 2003).

Nas décadas de oitenta e noventa do século passado, o investimento em saneamento cresceu de forma significativa tendo sido sobretudo vocacionado para os grandes núcleos urbanos.

Nos últimos 20 anos foram realizados no País empreendimentos de dimensão significativa relacionados, entre outros, com o saneamento do Vale do Ave (interceptores e ETAR de Gondar, Rabada e Agre), de Coimbra (ETAR de leitos percoladores de alta carga para mais de 200.000 habitantes equivalentes), de saneamento da Costa do Estoril (incluindo um interceptor geral de mais de 20 km, vários emissários principais, uma ETAR atualmente em vias de beneficiação e um emissário submarino), do Porto (ETAR do Freixo), de Loures e Concelhos vizinhos (ETAR de Frielas e de S. João da Talha), de Lisboa (ETAR de Alcântara, Chelas e beneficiação de Beirolos), de Setúbal, do Concelho de Almada (ETAR de Quinta da Bomba, da Mutela e do Portinho da Costa, estas duas últimas ainda em construção e da SIMRIA - Sistema Integrado de Águas Residuais dos Municípios da Ria de Aveiro (interceptores Norte, Sul a Vouga e ETAR Norte e Sul) (Matos, 2003).

No início do Século XXI, devido às obras projetadas ou em execução no âmbito dos Sistemas Multimunicipais de Abastecimento de Água e de Saneamento recentemente criados, espera-se que as taxas de atendimento em drenagem e tratamento de águas residuais possam atingir

rapidamente os objetivos e metas do Plano Estratégico de Abastecimento de Água, Saneamento e Águas residuais, PEAASAR.

No Algarve e no caso específico do concelho de Olhão foram, no início deste século, realizados investimentos avultados nas obras dos grandes interceptores de drenagem de águas residuais e estações elevatórias, que visaram a centralização do tratamento das águas residuais de todo o concelho nas duas ETAR's principais situadas nas imediações da cidade de Olhão. Contudo, estes interceptores recebiam as redes de drenagem existentes nos núcleos urbanos, pelo que todos os problemas existentes ao nível dessas redes se mantinham, requerendo um trabalho minucioso de pesquisa e correção.

2.3 Desenvolvimento Urbano e Impactos nas Infraestruturas de Saneamento Básico

Conforme referido anteriormente, a população urbana tem vindo a aumentar, sendo de esperar que em 2030 cerca de 60% da população mundial esteja a viver nas cidades, face aos movimentos migratórios que se estão a verificar (dos meios rurais para os meios urbanos). Estes movimentos migratórios provocarão impactos significativos nos sistemas de saneamento básico e, em particular, nos sistemas de drenagem de águas pluviais urbanas (Marques *et al.*, 2013).

Segundo Nascimento e Heller (2005), a urbanização dos espaços tem impactos físicos, químicos e biológicos, sobre os meios recetores na própria área urbana e a jusante da mesma. Os impactos físicos mais significativos estão relacionados com o aumento de volumes e velocidades de escoamento e com a redução da recarga de aquíferos, decorrentes da impermeabilização. Os impactos de natureza química e biológica têm origem em fontes de poluição difusa, mobilizada por eventos de precipitação e fontes de poluição pontual causada, sobretudo, pelo lançamento indevido de esgotos domésticos ou industriais, sem tratamento ou com tratamento insuficiente, nos sistemas de drenagem pluvial ou diretamente nos meios recetores (Nascimento e Heller, 2005).

O processo de urbanização gera impactos significativos sobre o ambiente, verificando-se que as ações desenvolvidas pelo homem, no sentido de adequar o meio natural a um meio com características propícias aos seus interesses e desenvolvimento de atividades humanas, originam grandes superfícies impermeáveis, que dificultam a infiltração das águas da chuva

nas superfícies urbanas, promovendo o desequilíbrio do balanço hídrico e, conseqüentemente, mudanças no comportamento do hidrograma das bacias hidrográficas (Reis *et al.*, 2005).

Diversos autores apontam o aumento do volume de escoamento superficial, associado a fatores de um processo urbanístico mal planejado, caracterizado por ocupações indevidas de áreas de risco, ineficiência e falta de manutenção dos sistemas públicos de captação pluvial, falhas no processo de recolha e deposição de resíduos, entre outros, como geradores de riscos para a saúde pública e de prejuízos socioeconômicos consideráveis a todas as classes da sociedade, devido ao sucessivo processo de ocorrência de inundações e cheias urbanas. Além disso, as cheias urbanas acarretam a degradação ambiental dos cursos de água, devido ao recebimento do efluente de água pluvial que lava as superfícies urbanas transportando os mais diversos tipos de contaminantes (Montes e Leite, 2009).

A maior impermeabilização leva, incondicionalmente, ao aumento de caudais, produzindo, por um lado, a um aumento na frequência e na magnitude das cheias e, por outro, a um aumento da produção de sedimentos e lixo nos sistemas de drenagem, o que provoca a deterioração da qualidade da água dos meios recetores (Marques *et al.*, 2013; Reis *et al.*, 2005).

Alguns autores têm estudado o efeito da diminuição da capacidade de permeabilidade do solo, comparando os períodos de pré-desenvolvimento e pós-desenvolvimento urbano, demonstrando-se uma significativa mudança no comportamento do hidrograma do terreno. A Figura 2.2 mostra o hidrograma representativo de duas chuvas consecutivas num terreno, antes e após sua urbanização. Nota-se um acentuado acréscimo no pico da vazão, proporcionado pelo aumento da impermeabilização e do escoamento superficial, gerando um volume em excesso num curto intervalo de tempo, o que caracteriza o processo de formação de inundações (Reis *et al.*, 2005).

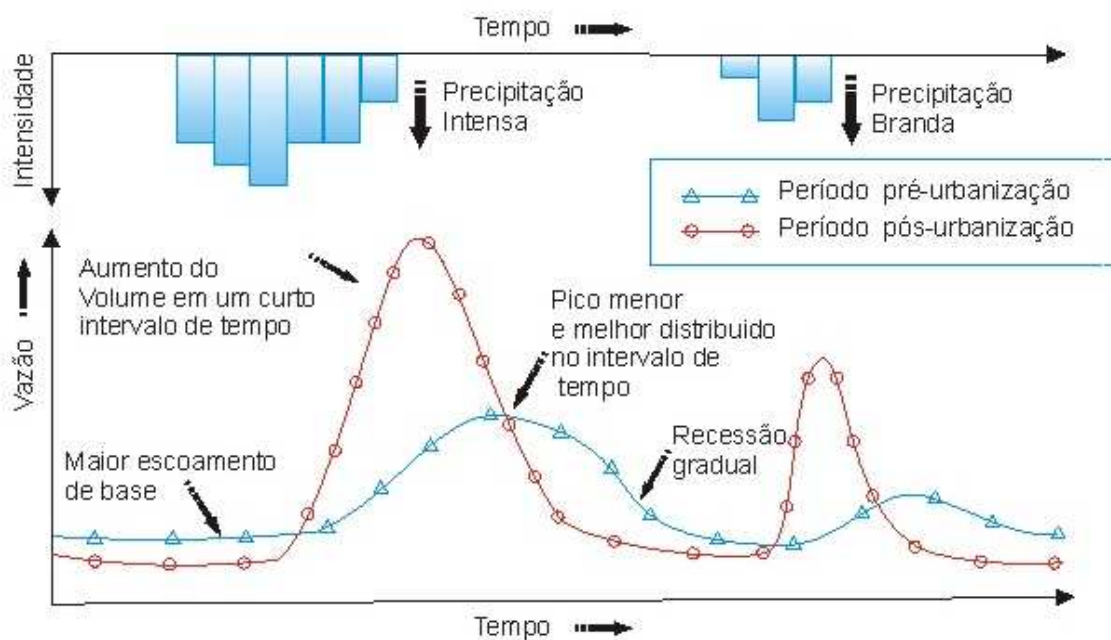


Figura 2.2 - Alterações no hidrograma de escoamento superficial devido a urbanização (Reis *et al.*, 2005).

2.4 Enquadramento Regulamentar e Legal

Em matéria de enquadramento legal, distinguem-se as temáticas relacionadas com as vertentes de análise quantitativa e qualitativa, bem com a classificação específica do meio recetor (no caso deste estudo, a Ria Formosa) decorrente da sua importância e sensibilidade ecológica.

No presente subcapítulo faz-se um resumo dos principais diplomas legais em vigor sobre esta matéria, que servem de base à atuação das entidades responsáveis em termos de gestão das infraestruturas de drenagem urbana, bem como, de gestão dos meios recetores naturais.

2.4.1 Em matéria de controlo de cheias

Em Portugal, a temática das cheias e inundações é regulamentada pelo Decreto-Lei nº 468/71, de 5 de novembro. Este diploma foi alterado pelos Decreto-Lei nº 53/74, de 15 de fevereiro e nº 89/87, de 26 de fevereiro, e pela Lei nº 16/2003, de 4 de junho, tendo unificado o regime dos terrenos incluídos no domínio público hídrico e criado a figura de zonas adjacentes, determinando a sujeição a restrições de utilidade pública dos terrenos considerados ameaçados pelo mar ou pelas cheias (Marques *et al.*, 2013).

A Reserva Ecológica Nacional (REN) foi criada pelo Decreto-Lei nº 321/83, de 5 de julho, tendo o seu regime sido aprofundado pelo Decreto-Lei nº 93/90, de 19 de março, e posteriormente revisto pelo Decreto-Lei nº 166/2008, de 22 de agosto. Através destes diplomas legais, numa perspetiva preventiva, a REN veio a considerar as zonas ameaçadas pelas cheias como áreas de risco, integrando as áreas ainda livres de ocupação, que passaram a constituir áreas com restrição de utilidade pública (Marques *et al.*, 2013).

Em matéria do controle de cheias são atribuídas responsabilidades aos Municípios com a publicação do Decreto-Lei nº 364/98, de 21 de novembro. Sem prejuízo do processo de classificação das zonas adjacentes, acima referido, previsto no Decreto-Lei nº 468/71, de 5 de novembro, o Decreto-Lei nº 364/98 vem obrigar os Municípios, com aglomerados urbanos que tenham sido atingidos por cheias num período de tempo que incluísse pelo menos o ano de 1967 e que ainda não se encontrassem abrangidos pela classificação de zonas adjacentes, a elaborarem cartas de zonas inundáveis abrangendo os perímetros urbanos, tendo em vista a adoção de restrições à edificação face ao risco de cheia (Marques *et al.*, 2013).

Posteriormente, em 2005, surge a Lei da Titularidade dos Recursos Hídricos – Lei nº 54/2005, de 15 de novembro – que revogou parcialmente o Decreto-Lei nº 468/71, de 5 de novembro, manteve o regime jurídico aplicável às zonas adjacentes e admitiu que o governo possa classificar como zona adjacente as zonas ameaçadas pelo mar e as zonas ameaçadas pelas cheias, sujeitando-as a restrições de utilidade pública (Marques *et al.*, 2013).

A Lei da Água - Lei nº 58/2005, de 29 de dezembro – veio prever a integração das medidas de proteção contra cheias e inundações nos instrumentos de planeamento dos recursos hídricos e de gestão territorial, obrigando à demarcação das zonas inundáveis ou ameaçadas pelas cheias. Esta lei transpõe para a ordem jurídica nacional a Diretiva nº 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2000, estabelecendo nas disposições gerais, as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas (Marques *et al.*, 2013).

O Capítulo III da Lei da Água, sobre o Ordenamento e Planeamento dos Recursos Hídricos, na sua Secção IV, sobre a Proteção e Valorização, define, no artigo 33º, parágrafo 5, a responsabilidade de execução de medidas de conservação e proteção: “As medidas de conservação e reabilitação da rede hidrográfica devem ser executadas sob orientação da

correspondente ARH, sendo da responsabilidade:

- a) Dos municípios, nos aglomerados urbanos;
- b) Dos proprietários, nas frentes particulares fora dos aglomerados urbanos;
- c) Dos organismos dotados de competência, própria ou delegada, para a gestão dos recursos hídricos na área, nos demais casos.”

No seu artigo 40º, a Lei da Água define ainda “Medidas de proteção contra cheias e inundações”, estabelecendo as autoridades competentes sobre essa matéria.

Em 2010 foi publicado o Decreto-Lei nº 115/2010, de 22 de outubro, que aprova o quadro para a avaliação e gestão dos riscos de inundações com o objetivo de reduzir as suas consequências prejudiciais, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva nº 2007/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro. Este diploma vai igualmente ao encontro da preocupação relativa à mitigação dos efeitos das inundações, estabelecida na Diretiva nº 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro (Marques *et al.*, 2013).

2.4.2 Em matéria de controlo de problemas de qualidade das águas e do meio recetor

A Constituição da República Portuguesa (1976) reflete a preocupação ambiental, mais especificamente no seu artigo 66º, que estabelece o direito a um ambiente sadio, como um dos direitos fundamentais que devem ser assegurados pelo Estado Português.

Também a Lei de Bases do Ambiente (Lei nº 11/87 de 7 de abril, alterada pela Lei nº 13/2002, de 19 de fevereiro), especifica no artigo 3º alguns princípios relativos à proteção ambiental, tais como, a prevenção, a recuperação e a responsabilização.

Ao nível da legislação comunitária, surge em 2000 a Diretiva Quadro da Água, DQA (Diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu, de 23 de Outubro de 2000), que estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água na União Europeia (EU). Esta diretiva tem como objetivo, em conformidade com o seu artigo 1º, “estabelecer um enquadramento para a proteção das águas de superfície, interiores, das águas de transição, das águas costeiras e das águas subterrâneas que:

- a) Evite a continuação da degradação e proteja e melhore o estado dos ecossistemas aquáticos, e também dos ecossistemas terrestres e zonas húmidas diretamente dependentes dos ecossistemas aquáticos, no que respeita às suas necessidades em água;
- b) Promova um consumo de água sustentável, baseado numa proteção a longo prazo dos recursos hídricos disponíveis;
- c) Vise uma proteção reforçada e um melhoramento do ambiente aquático, nomeadamente através de medidas específicas para a redução gradual das descargas, das emissões e perdas de substâncias prioritárias e da cessação ou eliminação por fases de descargas, emissões e perdas dessas substâncias prioritárias;
- d) Assegure a redução gradual da poluição das águas subterrâneas e evite a agravação da sua poluição; (...)"

Do artigo 4º da diretiva, referente aos objetivos ambientais, destaca-se a exigência para proteger, melhorar e recuperar todas as massas de água de superfície e massas de água artificiais e fortemente modificadas, com o objetivo de atingir um bom estado das águas de superfície (bom potencial ecológico e bom estado químico) até ao prazo de 15 anos após a entrada em vigor da respetiva diretiva, ou seja, o mais tardar até 2015, aplicando-se o mesmo às águas subterrâneas. Esta diretiva prevê a possibilidade dos estados membros solicitarem derrogações, mais especificamente, prorrogações do prazo para cumprimento dos objetivos relativos às águas superficiais, para 2021 ou 2027.

A definição do “bom estado das águas” assenta num conjunto de parâmetros, cujas definições e limites constam no anexo V da referida diretiva. Por sua vez, o anexo X contém a lista de substâncias prioritárias no domínio da política da água, englobando substâncias tóxicas, sais ou substâncias responsáveis pela redução de oxigénio no meio hídrico.

A Lei nº58/2005, de 29 de dezembro, aprova a Lei da Água, assegurando a transposição para a ordem jurídica nacional da Diretiva nº2000/60/CE (DQA), criando o enquadramento institucional para a gestão sustentável tanto das águas superficiais – interiores, de transição e costeiras – quanto das águas subterrâneas. Esta lei tem como objetivos (artigo 1º do Capítulo I):

- Evitar a degradação e proteger e melhorar o estado dos ecossistemas aquáticos, terrestres e

das zonas húmidas;

- Promover uma utilização sustentável da água a longo prazo;
- Obter uma proteção reforçada e melhoria do ambiente aquático através de medidas específicas de redução gradual e cessação das descargas, das emissões e das substâncias prioritárias;
- Assegurar a redução da poluição das águas subterrâneas e evitar o agravamento da sua poluição;
- Minimizar os efeitos das inundações e das secas;
- Assegurar o fornecimento suficiente de água superficial e subterrânea de boa qualidade segundo uma utilização sustentável equilibrada e equitativa da água;
- Proteger as águas marinhas incluindo as territoriais;
- Assegurar o cumprimento dos objetivos dos acordos internacionais incluindo os que se destinam à prevenção e eliminação da poluição no ambiente marinho.

As competências previstas nesta lei são, a nível nacional, da Agência Portuguesa do Ambiente (APA), que representa o Estado como garante da política nacional da água. Ao nível de região hidrográfica, existiam até há pouco tempo as Administrações das Regiões Hidrográficas (ARH) que prosseguiam atribuições de gestão das águas incluindo o planeamento, licenciamento e fiscalização. Esta ARH foram recentemente integradas como departamentos dentro da estrutura orgânica da APA. A representação dos sectores de atividade e dos utilizadores dos recursos hídricos é assegurada pelo Conselho Nacional da Água (CNA) e pelos conselhos da região hidrográfica (CRH). A articulação dos instrumentos de ordenamento do território, que inclui os planos de água, e a integração da política da água nas políticas transversais de ambiente são asseguradas pelas Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) (artigo 7º do Capítulo II).

É da competência da Autoridade Nacional da Água (ANA) assegurar a nível nacional a gestão das águas e garantir a concretização dos objetivos da Lei da Água, representando a nível internacional o Estado (artigo 8º do Capítulo II). Estas funções são atualmente exercidas igualmente pela APA.

No artigo 22º da Secção II do Capítulo III, dedicado aos planos de ordenamento dos estuários, é definido que estes visam a proteção das suas águas, leitos e margens, e dos ecossistemas que neles se integram, assim como a valorização social, económica e ambiental da orla terrestre

envolvente. Estes planos de ordenamento devem assegurar a gestão integrada das águas de transição com as águas interiores e costeiras adjacentes, assim como dos respetivos sedimentos; preservar e recuperar as espécies aquáticas e ribeirinhas protegidas e os respetivos habitats; ordenar a ocupação da orla estuarina e salvaguardar os locais de especial interesse urbano, recreativo, turístico e paisagístico; indicar os usos permitidos e as condições a respeitar pelas várias atividades industriais e de transportes implantadas em torno do estuário.

No artigo 29º da Secção II do Capítulo III, relativo aos planos de gestão de bacia hidrográfica, é referido que estes constituem instrumentos de planeamento das águas que visam a gestão, proteção e a valorização ambiental, social e económica das águas ao nível da bacia hidrográfica, que compreendem e estabelecem: a identificação de subbacias, sectores, problemas ou tipos de águas e sistemas aquíferos que requeiram um tratamento específico ao nível da elaboração de planos específicos das águas (alínea e) e identificação das redes de monitorização e a análise dos resultados dos programas de monitorização sobre a disponibilidade e o estado das águas superficiais e subterrâneas, bem como das zonas protegidas (alínea f).

As medidas de conservação e reabilitação da zona costeira e estuários compreendem: a limpeza e beneficiação das margens e áreas envolventes; reabilitação das margens e áreas degradadas ou poluídas; proteção contra os efeitos da erosão de origem hídrica; desassoreamento das vias e das faixas acostáveis; e renaturalização e valorização ambiental e paisagística das margens e áreas envolventes. Estas medidas são da responsabilidade dos municípios, nos aglomerados urbanos; dos proprietários, nas frentes particulares fora dos aglomerados; e dos organismos dotados de competência, própria ou delegada, para a gestão dos recursos hídricos na área, nos demais casos. (artigo 34º da Secção IV do Capítulo III).

Os objetivos ambientais e de monitorização das águas encontram-se descritos no Capítulo IV. Quanto à monitorização do estado das águas de superfície, subterrâneas e zonas protegidas: devem ser definidas para cada RH redes de recolha de dados para a monitorização de variáveis biológicas, hidrológicas e climatológicas, físico-químicas, de sedimentos e da qualidade química e ecológica da água. Foi assim necessário preparar, até 2006, um programa de monitorização do estado das águas. Para as águas de superfície o programa deve incluir o volume e o nível da água, ou o caudal, na medida em que seja relevante para a definição do

seu estado ecológico e químico e do seu potencial ecológico (artigo 54º).

A Diretiva Quadro da Água remete ainda, no anexo VI, para um conjunto de diretivas comunitárias publicadas anteriormente, das quais se destacam as seguintes:

- Diretiva relativa à gestão da qualidade das águas balneares (76/160/CEE) – revogada e substituída pela Diretiva 2006/7/CE;
- Diretiva relativa às águas destinadas ao consumo humano (80/778/CEE) – alterada pela Diretiva 98/83/CE;
- Diretiva relativa ao tratamento de águas residuais urbanas (91/271/CEE).

Estas diretivas foram integradas na legislação nacional como partes integrantes do Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto.

O Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, é o mais relevante no que toca ao tema abordado no presente relatório. Este estabelece padrões de qualidade, critérios de avaliação e objetivos com o propósito de proteção do ambiente aquático e de melhoria da qualidade do recurso na sua utilização para os fins habitualmente associados.

Considerando que não existe legislação específica para descargas de águas pluviais, este diploma legal é muitas vezes utilizado como referência no que diz respeito a valores máximos admissíveis (VMA) e valores limite de emissão (VLE) associados a diversos parâmetros, tomando como referência dos valores definidos para a descarga de águas residuais e para utilização para fins balneares.

São de salientar os anexos I (Qualidade das águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano), XV (Qualidade das águas balneares), XVI (Qualidade das águas destinadas à rega), XVIII (Valores limite de emissão na descarga de águas residuais) e o XXI (Objetivos ambientais de qualidade mínima para as águas superficiais).

O Capítulo IV, do Decreto-Lei nº 236/98, relativo à qualidade das águas balneares, foi baseado na Diretiva 76/160/CE. A Diretiva 2006/7/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 15 de Fevereiro de 2006 relativa à Gestão da Qualidade das Águas Balneares, revogará a Diretiva 76/160/CE a partir de 31 de Dezembro de 2014. A nova diretiva define como objetivos principais a preservação, proteção e melhoria da qualidade do ambiente e a proteção

da saúde humana. Traz também novos desafios de implementação, a nível dos parâmetros de caracterização da qualidade das águas balneares e do respetivo sistema de classificação, assim como da gestão da qualidade ambiental e disponibilização da informação ao público. Prevê ainda o estabelecimento de perfis para descrever as características das águas balneares e identificar fontes de poluição associadas, uma vez que a deteção de um foco de poluição pode resultar na necessidade de proceder regularmente a novas análises, informação do público e proibição de banhos. Esta nova diretiva completa as disposições contidas nalgumas diretivas já existentes, tais como: a diretiva quadro da água (Diretiva 200/60/CE), a diretiva relativa ao tratamento de águas residuais urbanas e a diretiva relativa à proteção das águas contra poluição causada por nitratos de origem agrícola (Almeida, 2007).

O Decreto-Lei nº 152/97, de 19 de junho, tem como objetivo a proteção das águas superficiais dos efeitos das descargas de águas residuais urbanas (águas residuais domésticas ou a mistura destas com águas residuais industriais e ou com águas pluviais, conforme o artigo 2º), sendo da responsabilidade de cada município procurar a solução mais adequada, numa dupla perspetiva de eficácia da aplicação de recursos e de proteção ambiental. No anexo II do referido diploma os estuários são considerados como zonas sensíveis, pelo que a descarga de águas residuais provenientes de aglomerados com um equivalente populacional (e.p.) superior a 10 000 só pode ser licenciada quando aquelas águas são submetidas a um tratamento rigoroso (artigo 5º) satisfazendo as condições previstas na alínea B) do anexo I do respetivo diploma. A descarga das águas residuais urbanas em zonas sensíveis encontra-se descrita no artigo 6º (Almeida, 2007).

O Decreto-Lei nº 149/2004, de 22 de junho, altera o Decreto-Lei nº 152/97, procedendo a uma revisão das zonas sensíveis, o que teve como resultado a identificação de 25 zonas sensíveis (águas doces superficiais, estuários e lagoas costeiras) e nove zonas menos sensíveis (águas costeiras). Nestas zonas, as descargas de água residuais de dimensão inferior a 10 000 e.p., quando realizadas diretamente na zona sensível ou na respetiva área de influência, devem estar sujeitas às mesmas exigências das descargas provenientes de aglomerados superior a 10000 e.p. (Almeida, 2007).

Os critérios aplicados visam sobretudo o combate à eutrofização e a necessidade de adotar um tratamento mais avançado do que o tratamento secundário, permitindo o cumprimento do disposto na legislação comunitária aplicável em matéria de águas, bem como a redução da

poluição microbiológica. São assim designadas como zonas sensíveis as massas de água eutróficas ou em vias de eutrofização.

Embora indiretamente relacionado com o tema, considera-se importante referir o Decreto-Lei nº 197/2005, que diz respeito ao regime jurídico da avaliação de impacte ambiental dos projetos públicos e privados suscetíveis de produzirem efeitos significativos no ambiente, no qual está englobado, entre outros, a avaliação de impactes dos projetos ao nível dos recursos hídricos.

Conclui-se no entanto que, apesar de toda a legislação acima referenciada, no que diz respeito à qualidade da água, não existe legislação específica relativa à qualidade e critérios de descarga de águas de escorrências pluviais (alvo de fontes de contaminação pontuais e difusas).

Tratando-se de um fenómeno de difícil controlo, este pode originar impactes significativos ao nível dos meios naturais recetores, que poderão dificultar e pôr em causa os objetivos de qualidade fixados pela Diretiva Quadro da Água.

2.4.3 Enquadramento legal do meio recetor – Ria Formosa

Em matéria de preservação dos valores ecológicos destaca-se o Decreto-Lei nº140/99 que procede à revisão da transposição para o direito interno das seguintes diretivas comunitárias: Diretiva 79/409/CEE de 2 de Abril (diretiva aves) e Diretiva 92/43 de 21 de Maio (diretiva habitats). Este diploma tem como objetivo assegurar a biodiversidade, através da conservação e do restabelecimento dos habitats naturais e da flora e fauna selvagens num estado de conservação favorável no território nacional, tendo em conta as exigências económicas, sociais e culturais, assim como as particularidades regionais e locais.

A Ria Formosa é considerada como Zona de Proteção Especial (ZPE código PTZPE0017) pelo Decreto-Lei nº 384-B/99, de 23 de setembro, sendo ainda considerada como área classificada de âmbito nacional - Parque Natural da Ria Formosa - pelo Decreto-Lei nº 373/87, de 9 de dezembro.

A Ria Formosa encontra-se ainda incluída na Lista Nacional de Sítios Rede Natura 2000

(áreas classificadas de âmbito internacional), através da Resolução do Conselho de Ministros nº 142/97, de 28 de agosto.

2.4.4 Enquadramento legal em matéria de sistemas públicos e prediais de drenagem de águas residuais

O Decreto-Lei n.º 207/94, de 6 de Agosto, veio atualizar a legislação existente em matéria de sistemas públicos e prediais de distribuição de água e de drenagem de águas residuais, aprovando os princípios gerais a que devem obedecer a respetiva conceção, construção e exploração e prevendo que a regulamentação técnica daqueles sistemas, bem como as respetivas normas de higiene e segurança, seriam aprovadas por decreto regulamentar.

Neste seguimento, o Decreto-Regulamentar nº 23/95, de 23 de agosto, aprova o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais.

O citado Regulamento tem por objeto os sistemas de distribuição pública e predial de água e de drenagem pública e predial de águas residuais, de forma que seja assegurado o seu bom funcionamento global, preservando-se a segurança, a saúde pública e o conforto dos utentes.

Este contempla a definição das regras de conceção dos sistemas e os elementos base de dimensionamento das várias componentes dos sistemas urbanos de drenagem.

2.5 Identificação de problemas técnicos e suas consequências socioeconómicos e ambientais

O desempenho técnico de sistemas de drenagem urbana é efetuado com base numa análise em diferentes domínios (Cardoso *et al.*, 2002):

- Domínio hidráulico
- Domínio sanitário
- Domínio ambiental
- Domínio estrutural
- Domínio socioeconómico

No domínio hidráulico os aspetos de desempenho incluem a entrada em carga de coletores, inundações, velocidades excessivas, assoreamento, redução da capacidade de escoamento e ocorrência de infiltrações. No domínio sanitário, os aspetos de desempenho mais relevantes são a contaminação microbiológica (resultante de, por exemplo, descargas sem tratamento adequado e exfiltração nas redes de coletores) e a ocorrência de concentrações excessivas de gás sulfídrico. No domínio ambiental, destacam-se a ocorrência de descargas não tratadas para o meio recetor e de exfiltração. No que respeita à condição estrutural, podem ser considerados aspetos como o assentamento dos coletores, a ocorrência de fendilhação, falhas, deformações e colapsos. Finalmente, no domínio socioeconómico podem ter-se em conta a ocorrência de odores, interrupções de tráfego e custos unitários de exploração (Cardoso *et al.*, 2002).

Existem diversos problemas ao nível da gestão e operação das redes de drenagem de águas residuais e pluviais, que carecem de análise cuidada, no sentido de melhor se apurar a sua dimensão e consequências, bem como, as melhores estratégias para os resolver. Muitos desses problemas advêm de aspetos construtivos de difícil identificação, que remontam ao período em que as redes de drenagem foram instaladas e construídas no subsolo. De entre esse conjunto de problemas, destacam-se, pela sua grande importância, na medida em que revelam consequências danosas, quer em termos socioeconómicos, como ambientais, os seguintes:

- intrusão de águas pluviais nos sistemas de drenagem de águas residuais;
- intrusão de águas do nível freático nos sistemas de drenagem de águas residuais;
- intrusão de águas marinhas nos sistemas de drenagem de águas residuais;
- afluência indevida de águas residuais aos sistemas de drenagem de águas pluviais, a partir de fontes pontuais;
- degradação da qualidade das águas pluviais, devido a escorrências de origem difusa;
- subdimensionamento das redes de drenagem de águas pluviais.

Analisa-se em seguida os problemas atrás citados, associados à exploração dos sistemas de drenagem urbana.

2.5.1 Intrusão de águas pluviais nos sistemas de drenagem de águas residuais

As afluências indevidas aos sistemas de drenagem de águas residuais são uma das principais deficiências funcionais que ocorrem em sistemas de drenagem urbana e que,

consequentemente, diminuem a eficácia (i.e. o cumprimento da sua finalidade) e a eficiência (i.e. a melhor utilização dos recursos necessários) destas infraestruturas. Estas afluições devem-se maioritariamente à ligação indevida de ramais pluviais de edificações e de sumidouros (Cardoso *et al.*, 2002).

Nos casos em que os sistemas de drenagem existentes são do tipo unitário, estes irão recolher quer as águas residuais domésticas e industriais, quer as águas pluviais. Nestas situações, as escorrências pluviais irão chegar às estações de tratamento de águas residuais, misturadas com as águas residuais domésticas e/ou industriais, que apresentam características quantitativas e qualitativas muito distintas. Estes sistemas têm a desvantagem de, no caso de episódios de pluviosidade intensa, poder ocorrer a descarga direta das águas pluviais misturadas com as residuais, nos meios recetores, através de descarregadores de cheia (Vale, 2011).

Em sistemas separativos domésticos, a ocorrência de afluição de águas pluviais causa a sobrecarga hidráulica do sistema de transporte e de tratamento de águas residuais e, frequentemente, a redução da eficiência nos processos de tratamento. No caso de afluições superiores à capacidade existente, podem verificar-se inundações, descargas através dos descarregadores de emergência e entrada em funcionamento de um “*bypass*” à estação de tratamento. Existindo instalações elevatórias e de tratamento, estas afluições terão um impacto direto em termos de aumento dos custos de exploração. Este problema ocorre também em sistemas unitários, onde a infiltração resultará no aumento dos custos de tratamento e elevação, pois a capacidade de tratamento é geralmente limitada a três a seis vezes o caudal médio de tempo seco (Cardoso *et al.*, 2002).

Em Portugal, os atuais sistemas de saneamento são geridos, por um lado pelas entidades gestoras dos sistemas “em alta” (como por exemplo, a Águas do Algarve, S.A.), responsáveis pela etapa do tratamento e, por outro, pelas entidades gestoras dos sistemas “em baixa” (municípios, serviços municipalizados e empresas municipais), responsáveis pelas etapas de recolha e drenagem. Dado este tipo de gestão, as afluições de águas pluviais aos sistemas de drenagem de águas residuais constituem uma sobrecarga muito significativa, em termos financeiros, para as segundas entidades gestoras. Por outro lado, sempre que são acionados os descarregadores de cheia, verifica-se a descarga de águas residuais para os meios recetores, com todas as consequências ambientais que daí advêm.

2.5.2 *Infiltração de águas do nível freático nos sistemas de drenagem de águas residuais*

Segundo Cardoso *et al.* (2002) a infiltração é entendida como a entrada de água subterrânea nas infraestruturas enterradas, através de deficiências estruturais nos coletores, nas juntas, ligações e câmaras de visita. O fenómeno de infiltração ocorre inevitavelmente, em maior ou menor escala. Caracteriza-se por ter variações de caudal relativamente lentas, ao contrário das aflúncias pluviais que resultam num incremento muito rápido conducente a caudais de ponta muito elevados.

À semelhança da entrada de águas pluviais no sistema de drenagem de águas domésticas, também a infiltração tem as mesmas consequências já enunciadas, embora em menor escala.

O problema da infiltração tende a agravar-se com a idade dos sistemas, podendo tornar-se crítico a médio ou longo prazo, tendo importantes consequências no seu desempenho quer a nível técnico quer económico (Cardoso *et al.*, 2002).

2.5.3 *Intrusão de águas marinhas/fluviais nos sistemas de drenagem de águas residuais*

Em zonas ribeirinhas verifica-se ainda um outro problema ao nível das interferências entre os sistemas de drenagem de águas residuais domésticas e os sistemas de drenagem de pluviais. Trata-se da intrusão de águas marinhas, que pode ocorrer em situações de maré viva, em preia-mar.

Este tema não se encontra explorado na bibliografia, mas pode afirmar-se a sua ocorrência em cidades com especificidades, tais como as que têm frentes ribeirinhas que confrontam com sistemas lagunares ou fluviais. Neste tipo de zonas urbanas, muitas vezes, as águas do sistema lagunar ou fluvial invadem o sistema de drenagem pluvial, avançando até distâncias consideráveis da linha de maré. Se existirem ligações indevidas entre os sistemas pluviais e os de drenagem de águas residuais domésticas, podem ocorrer descargas consideráveis de águas do sistema aquático (lagunar ou fluvial) para as redes de drenagem que afluem às ETAR's. Nestes casos, as consequências serão as já descritas nos pontos anteriores, pelo que, se justifica explorar exhaustivamente um melhor conhecimento da realidade das redes, de forma a

que este fenómeno não ocorra. Este tipo de situação, quando ocorre, tem expressão muito significativa, promovendo a entrada de grandes volumes de água do meio recetor (doce ou salgada), nos sistemas de drenagem, elevatórios e de tratamento.

2.5.4 Afluência indevida de águas residuais aos sistemas de drenagem de águas pluviais, a partir de fontes pontuais

Verifica-se atualmente que ocorrem, em diversos casos, afluências indevidas de águas residuais aos sistemas de drenagem de águas pluviais, a partir de fontes pontuais.

Estas situações ocorrem devido a:

- lapsos na ligação de ramais prediais de águas residuais, que acabam por ser erradamente ligados aos coletores pluviais;
- troca da ligação dos ramais, no momento da ligação em novas urbanizações;
- adaptações de ramais antigos (em zonas urbanas mais antigas, os sistemas unitários existentes são muitas vezes transformados em coletores pluviais, sendo construídos novos coletores para águas residuais domésticas; nestes casos, é necessário um extremo cuidado e rigor na alteração das ligações, caso contrário, acabarão por ficar águas residuais ligadas aos coletores pluviais);
- adaptação de quintais e outros espaços supostamente descobertos, para fins diferentes dos previstos inicialmente, ou adaptação de caves e garagens para fins habitacionais, com a criação de cozinhas e sanitários e respetivas ligações para a rede pluvial (que, muitas vezes, é a única rede existente naquele espaço). Nestas situações, embora os respetivos ramais prediais estejam corretamente ligados a cada um dos coletores do sistema público, muitas vezes são drenadas, pelas redes prediais pluviais, águas sujas provenientes de lavagens de quintais (contendo detergentes, dejetos de animais, ...);
- existência de ligações de “*bypass*” entre a rede de drenagem de águas residuais domésticas/industriais e a rede de drenagem de águas pluviais; estas ligações eram muitas vezes criadas em redes com pouca pendente e, conseqüentemente, com fortes probabilidades de revelar problemas de escoamento e obstruções, de forma a que, quando obstruída, a rede de águas residuais acabava por descarregar na rede pluvial, evitando o derramamento de águas sujas na via pública; desta forma estas ligações acabam por promover a descarga de águas sujas nos meios recetores naturais.

Todas estas situações, contribuem para a degradação da qualidade das águas pluviais e, conseqüentemente, dos meios recetores naturais. Também a contaminação das águas pluviais por fontes de origem difusa é uma realidade, conforme se expõe no ponto seguinte, contudo, trata-se de um problema cuja resolução se afigura bastante mais complexa. Por esta razão, a atuação ao nível da contaminação dos pluviais por fontes de origem pontual deve ser a primeira linha de atuação.

2.5.5 Degradação da qualidade das águas pluviais, devido a escorrências de origem difusa

As escorrências pluviais com poluição de origem difusa são geralmente consideradas uma fonte de poluição negligenciável, por se considerar inofensivo o transporte de pequenas concentrações de poluentes em volumes de água consideráveis, em oposição aos esgotos domésticos, onde existem, em regra, cargas poluentes consideráveis, em particular orgânicas. No entanto, diversos estudos internacionais efetuados sobre o tema, essencialmente nos Estados Unidos da América e no Norte da Europa, provam o contrário introduzindo este tema na conjuntura internacional e tornando-o num especto que urge investigar (Vale, 2011).

É referido por Nascimento e Heller (2005) que têm sido desenvolvidos esforços de monitorização da qualidade da água de origem pluvial em meio urbano, com maior intensidade nos últimos 20 anos. Este autor refere que os diversos estudos realizados corroboram que as cargas de alguns parâmetros, tais como, CBO₅, CQO e azoto total, são mais elevadas nas águas residuais domésticas. Porém, para outros parâmetros as referências encontradas demonstram que as suas cargas são mais elevadas nas águas pluviais, como é o caso de alguns metais pesados.

A qualidade das águas pluviais urbanas é influenciada negativamente por diversos fatores, quase todos eles de origem antropogénica, destacando-se o trânsito automóvel, as estradas, o mobiliário urbano (sinais de trânsito, bancos, candeeiros, tampas de caixas de visita, grelhas de sumidouros, guardas de proteção de estradas, ...), como principais geradores de poluentes no meio urbano, conforme ilustrado na Figura 2.3. Também os dejetos de animais e as zonas ajardinadas, através do uso de pesticidas, herbicidas e fertilizantes (Figura 2.4), assumem uma maior importância em termos de fontes poluidoras e contribuem para a degradação da qualidade das águas pluviais (Ferreira e Matos, 2012; Vale, 2011).



Figura 2.3 – Alguns exemplos de fatores antropogênicos que influenciam a qualidade das águas pluviais em zonas urbanas.



Figura 2.4 – Aplicação de herbicidas em vias públicas.

As águas resultantes da lavagem do pavimento das vias rodoviárias e, em particular, das áreas de estacionamento, são passíveis de ser, caso não sejam apropriadamente acomodadas e tratadas, uma das fontes de contaminação, quer das águas superficiais quer das águas subterrâneas, aquando do cruzamento dos locais de descarga das águas de escorrência com linhas de água ou zonas de recarga de aquíferos, ou mesmo através de infiltrações que possam existir ao longo do percurso. Estas águas de escorrências superficiais em vias rodoviárias podem assim tornar-se uma fonte de poluição, móvel e difusa, em grande parte de origem

antropogénica, com uma importância relevante, por um lado devido à sua dispersão espacial, por outro devido à natureza dos poluentes em questão (Ferreira e Matos, 2012; Vale, 2011).

Destaca-se que, em alguns países, a poluição difusa tem sido considerada como o principal fator impeditivo do alcance de níveis ambientalmente adequados de qualidade da água (Lourenço, 2002; Vale, 2011). O facto das áreas de estacionamento serem locais onde decorrem muitas manobras e onde se circula a velocidades reduzidas, mas por vezes a rotações elevadas, potencia a geração de poluentes, tornando este assunto de extremo interesse (Vale, 2011).

Têm sido efetuados vários estudos em diversos países do mundo, com o objetivo de caracterizar a qualidade das águas pluviais em meio urbano (Choe *et al.*, 2002; Ferreira, 2006; Ferreira *et al.*, 2006; Ferreira e Matos, 2012; Field *et al.*, 2003; Gnecco *et al.*, 2005; Gromaire-Mertz *et al.*, 1999; Taebi e Droste, 2004).

Segundo Ramísio (2007), “a poluição provocada pela circulação dos transportes terrestres é originada pelos seguintes fenómenos:

- Combustão do fuel;
- Desgaste dos componentes do veículo;
- Derrame de produtos durante a normal utilização do veículo (detergentes, óleos, etc.);
- Desgaste e degradação dos constituintes da estrada (guardas, etc.);
- Desgaste e degradação dos materiais do pavimento rodoviário;
- Aplicação de substâncias químicas em reparações e/ou operações de manutenção;
- Fugas e derrames acidentais;
- Arrasto de poluentes presentes na mesma bacia de drenagem (p. e. pesticidas, resíduos sólidos).”

Também a poluição atmosférica e as escorrências provenientes dos telhados são componentes que afetam a qualidade das escorrências rodoviárias (Vale, 2011).

Todos os produtos resultantes dos processos anteriormente referidos depositam-se no pavimento e são posteriormente transportados pelas águas pluviais até aos sistemas de drenagem urbanos (Ferreira e Matos, 2012; Vale, 2011).

A inexistência de legislação nacional específica relativa à qualidade das águas pluviais descarregadas em meio recetor natural cria algumas lacunas importantes na análise destas matérias.

2.5.6 *Subdimensionamento das redes de drenagem de águas pluviais*

Em áreas urbanas é comum a inundação localizada devido ao estrangulamento do curso de água por pilares de pontes, redução de passagens de água, de aterros e vias de comunicação, que por vezes limitam a secção de escoamento. O aumento da densidade de ocupação por edificações e obras de infraestrutura viária resulta em maiores áreas impermeáveis e, como consequência, no incremento das velocidades de escoamento superficial e na redução de recarga dos lençóis freáticos (Marques *et al.*, 2013).

Outras vezes, a principal causa das cheias deve-se à ocupação da área de inundação das linhas de água. Contudo, a ocupação do solo a montante da zona urbana, em toda a área da bacia hidrográfica, pode ser determinante. De facto, o sistema de drenagem urbana que transfere os escoamentos para secções mais afastadas, sem qualquer preocupação com a retenção de volumes escoados e dos caudais majorados por essas zonas, pode causar problemas a outras áreas urbanas localizadas a jusante (Marques *et al.*, 2013).

Com efeito, um sistema de drenagem deve escoar as águas sem produzir impactos negativos no local de implementação do sistema nem das zonas urbanas a jusante. Não deve igualmente eliminar ecossistemas aquáticos nem promover processos erosivos nas margens das linhas de água (Marques *et al.*, 2013).

Verifica-se, muitas vezes, que os sistemas urbanos de drenagem de águas pluviais não se encontram dimensionados para os episódios de intensa pluviosidade, originando situações como as observadas na Figura 2.5.



Figura 2.5 – Ilustração da falta de capacidade do sistema de drenagem em situação de pluviosidade intensa.

Nestes casos, os sistemas de drenagem não têm capacidade para absorver e drenar a quantidade de água pluvial que cai numa determinada zona, originando a inundação de vias de circula o, arruamentos e até mesmo, de fra oes habitacionais e comerciais, com avultados danos e prejuízos (ver Figura 2.6).



Figura 2.6 – Exemplos de ocorrência de inundações em vias de circulação automóvel e arruamentos.

As ligações indevidas das redes prediais de águas pluviais aos sistemas de drenagem de águas residuais domésticas, conforme referido anteriormente, causam a sobrecarga dos sistemas

públicos de drenagem que se desenvolvem ao longo dos arruamentos e, em muitos casos, o extravasamento de águas sujas para a via pública (mistura de águas residuais com pluviais), com todos os inconvenientes que daí advêm.

Importa ainda referir que, em muitas cidades, o desenvolvimento urbano tem decorrido de forma radial, a partir de um núcleo urbano inicial. As infraestruturas de drenagem são inicialmente instaladas nesse núcleo sendo, gradualmente, ampliadas e expandidas para montante, de modo a servir as zonas periféricas. Verifica-se, em muitos casos, que as infraestruturas do núcleo inicial acabam por se revelar subdimensionadas (em termos de secção de escoamento) para receber todas as águas pluviais nas zonas periféricas em crescimento. Por esta razão, as zonas de jusante acabam por ser sacrificadas, sofrendo os efeitos do subdimensionamento das redes de drenagem de águas pluviais atrás referidos.

2.6 Metodologias de identificação de anomalias nos sistemas de drenagem e respetivo controlo e correção

Os problemas técnicos dos sistemas de drenagem urbana, anteriormente citados, agrupam-se em três campos distintos:

- problemas de gestão e controlo de caudais de águas pluviais (em termos quantitativos);
- problemas de infiltração/intrusão de águas pluviais/nível freático/marinhas nas redes de drenagem de águas residuais, aumentando, significativamente, os volumes afluentes a estações elevatórias e de tratamento;
- problemas de contaminação das águas pluviais e dos meios recetores, por águas de origem residual doméstica/industrial (problemas de natureza qualitativa)

Neste subcapítulo faz-se uma análise de algumas metodologias utilizadas para identificação dos problemas técnicos e anomalias atrás descritas, bem como para o seu controlo e correção.

Atualmente, o sistema de drenagem pluvial deve apontar para a preservação das linhas de água, ter preocupações com a qualidade da água e ainda tirar partido de áreas verdes, parques e zonas de lazer (Marques *et al.*, 2013).

2.6.1 Medidas e estratégias para minimização dos riscos de cheia

Numa tentativa de reduzir os caudais de águas pluviais a drenar pelas infraestruturas criadas nas zonas urbanas para esse efeito, podem ser implementadas, por exemplo, soluções de controlo na origem. As soluções de controlo na origem consistem num conjunto de técnicas de controlo local, a aplicar a montante da rede de drenagem, que possibilitam a redução dos caudais de ponta e os volumes de águas pluviais afluentes aos coletores (Vale, 2011). Ao invés das técnicas de drenagem convencionais (que centralizam o escoamento e o transportam para um ponto a jusante, criando sistemas cada vez mais extensos de coletores pluviais, que se tornam insustentáveis com o crescimento das cidades), as técnicas alternativas de drenagem urbana atuam diretamente na fonte/origem do problema, controlando o excesso de escoamento superficial no local onde é gerado (Reis *et al.*, 2005).

Os principais objetivos das técnicas de controlo na origem são os seguintes (Vale, 2011):

- Promover a retenção ou o armazenamento temporário da água precipitada, tendo em vista a redução de caudais de ponta do escoamento pluvial para jusante;

- Promover a infiltração no solo, quando esta é tecnicamente viável e não põe em causa aspetos de saúde pública, ambientais ou sociais, tendo em vista a redução de volume de escoamento para jusante;

- Combinar os dois processos anteriores, contribuindo para a redução de caudais de ponta e de volumes de escoamento pluvial para jusante.

Aplicando-se soluções de drenagem que induzam a infiltração da água de chuva no terreno, é possível reduzir o volume de descarga nos coletores pluviais e sarjetas, restabelecer o balanço hídrico, criar pontos de recarga do lençol freático, minimizar a ocorrência de enxurradas, melhorar a qualidade das águas e, conseqüentemente, melhorar a qualidade de vida da população dos grandes aglomerados urbanos (Reis *et al.*, 2005).

Estas técnicas contribuem para a redução do risco de inundação e para a redução das descargas de poluentes para o meio recetor, quando são corretamente concebidas, projetadas e aplicadas (Vale, 2011).

Das diversas técnicas existentes, as que merecem mais destaque na bibliografia são: as bacias de retenção, os pavimentos “com estrutura de reservatório”, os poços absorventes, as trincheiras de infiltração e as valas revestidas com coberto vegetal (Vale, 2011).

2.6.1.1 *Bacias de Retenção*

O escoamento de águas pluviais urbanas percorre por vezes longas distâncias até ao destino final através de coletores enterrados ou canais revestidos, o que implica, em regra, investimentos significativos. As **bacias de retenção** são consideradas uma alternativa funcional e mais económica, que consiste na recolha dos caudais que ultrapassam um determinado valor pré-estabelecido e o seu armazenamento em bacias ou lagoas (Vale, 2011).

Quando a aplicação das bacias de retenção é bem estruturada, estas permitem o alcance de alguns objetivos que beneficiam o tecido urbano:

- Redução de riscos de inundação;
- Criação de zonas de lazer apropriadas, por exemplo, para a prática de pesca e canoagem;
- Criação de reservas de água para fazer face às necessidades agrícolas, ocorrência de incêndios e atividades industriais e municipais, como limpeza de arruamentos e parques;
- Proteção do meio ambiente, aumentando a qualidade da água pluvial, nomeadamente do ponto de vista de redução da concentração de sólidos em suspensão e de matéria orgânica (Vale, 2011).

2.6.1.2 *Pavimentos com “estrutura de reservatório”*

Outra das técnicas possíveis é a aplicação de **pavimentos “com estrutura de reservatório”**. Estes são parte de uma infraestrutura destinada a permitir a circulação de pessoas e veículos, que se distingue de um pavimento tradicional por dispor de uma camada de base com um elevado número de vazios, aos quais a água pluvial pode aceder, permitindo reduzir os caudais de ponta e/ou os volumes de escoamento pluvial (Vale, 2011).

A distinção deste tipo de pavimento de um pavimento poroso reside no facto deste dispor de apenas uma camada de desgaste permeável, em geral de 3 a 4 cm de espessura e onde a camada de base se pode considerar impermeável. Num pavimento poroso apenas a camada de desgaste tem vazios para permitir o escoamento da água pluvial, o que pode representar algumas limitações em termos de segurança e conforto na condução em período de chuva. No pavimento “com estrutura reservatório” a camada de base dispõe de uma estrutura de vazios com capacidade de armazenamento de águas pluviais, podendo a camada de desgaste ser ou não porosa. Este tipo de pavimento permite o armazenamento temporário das águas pluviais da ordem dos 40 a 50 cm, o que possibilita a restituição, a jusante, de caudais mais reduzidos, tendo como destino final um meio recetor superficial ou o solo de fundação do pavimento (Vale, 2011).

A Figura 2.7 mostra o esquema de um corte transversal de um pavimento “com estrutura de reservatório”.

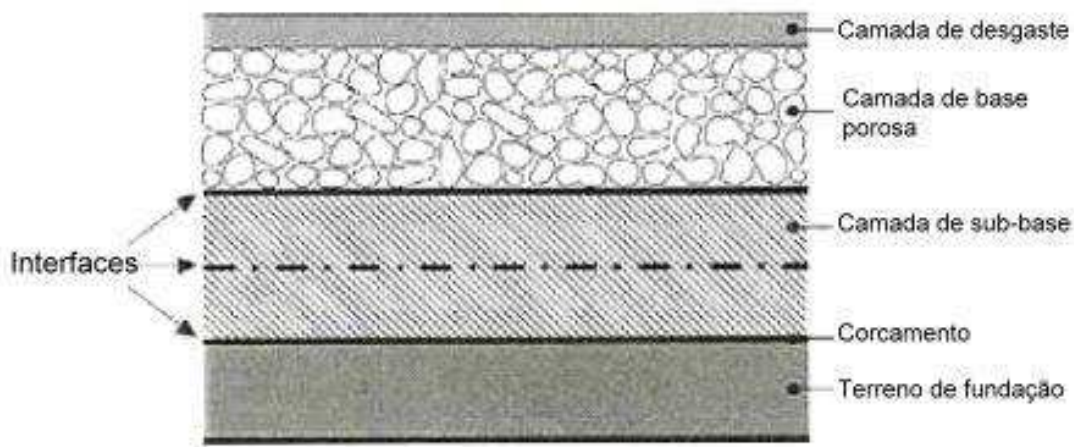


Figura 2.7 - Secção transversal de pavimento “com estrutura de reservatório” (Vale, 2011).

2.6.1.3 Poços absorventes

Os **poços absorventes** são, “infraestruturas que permitem a infiltração direta das águas pluviais no solo. Apresentam a vantagem de poderem ser aplicados em locais onde a camada superficial do solo é pouco permeável (zonas urbanizadas, terrenos superficialmente impermeáveis) mas que dispõem de boa capacidade de infiltração na camada mais profunda do solo.” (Vale, 2011).

2.6.1.4 Trincheiras de infiltração

As **trincheiras de infiltração** de águas pluviais são dispositivos pouco profundos (em geral inferior a 1 metro), de desenvolvimento longitudinal, e que se destinam a drenar as águas pluviais recolhidas perpendicularmente ao seu desenvolvimento, através de infiltração ou de retenção e transporte até um ponto de destino final (nomeadamente meio recetor, poço de infiltração e coletor) (Santos e Lima, 2003; Vale, 2011).

Nas trincheiras de infiltração a camada superficial com funções drenantes pode ser constituída por diferentes materiais: lajes, blocos de material poroso ou alveolar, seixos e coberto vegetal (p. ex. relva). A secção retangular drenante que constitui o corpo da trincheira, pode ser envolvida por uma camada de areia ou geotêxtil, para promover a filtração de materiais poluentes finos. Nos casos em que as águas recolhidas são pouco poluídas, a trincheira pode não dispor de qualquer cobertura. Na Figura 2.8 apresenta-se o esquema de trincheira de infiltração com e sem cobertura (Vale, 2011).

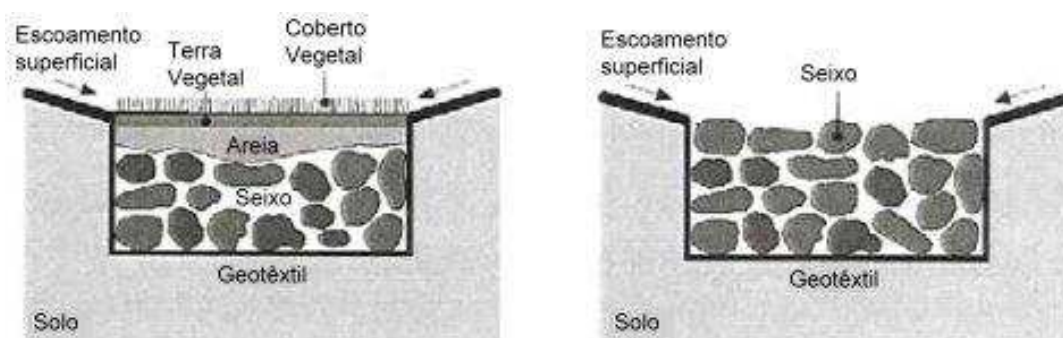


Figura 2.8 - Exemplos de trincheiras de infiltração com e sem coberturas (Vale, 2011).

2.6.1.5 Valas revestidas com coberto vegetal

Outro tipo de solução de controlo de águas pluviais na origem são as **valas revestidas com coberto vegetal**. Trata-se de dispositivos de desenvolvimento longitudinal a céu aberto, de pequena profundidade, de secção variável (p. ex. triangular, trapezoidal ou curva de pequena curvatura), e revestidas de coberto vegetal (p. ex. relva) (Santos e Lima, 2003; Vale, 2011).

Estas valas servem para recolher as águas de escorrência superficial, transportando-as

lentamente, com tempos de escoamento elevados, proporcionando efeito de armazenamento e, se possível, a sua infiltração ao longo do percurso. São aplicadas nas imediações de arruamentos ou estradas e são consideradas soluções bem integradas em espaços verdes existentes no meio urbano (Santos e Lima, 2003; Vale, 2011).

A Figura 2.9 ilustra esta técnica, apresentando valas relvadas integradas em espaços verdes (Vale, 2011).



Figura 2.9 - Vala relvada integrada em espaço verde (Vale, 2011).

2.6.2 Metodologias para identificação e controlo de ligações indevidas aos sistemas de drenagem de águas pluviais e de residuais domésticas/industriais

Como já referido anteriormente, a existência de ligações indevidas aos diferentes tipos de coletores de uma rede separativa acarretam inúmeras desvantagens, causando problemas quer

ao nível ambiental, quer ao nível socioeconómico. Por esta razão, a identificação destas ligações anómalas e sua correção constitui uma preocupação das entidades gestoras dos sistemas de saneamento.

Para este efeito, são utilizados diferentes métodos de inspeção dos sistemas de drenagem, adequados às condicionantes exigidas por este tipo de inspeção, atendendo a que se trata de infraestruturas enterradas.

2.6.2.1 Inspeção visual direta

Uma das metodologias a aplicar é a inspeção e levantamento manual e visual exaustivo, das caixas de visita dos coletores pluviais e residuais, onde se suspeita da existência de anomalias.

Normalmente este procedimento inicia-se de jusante para montante, a partir dos pontos de descarga, seguindo os trajetos dos coletores pluviais onde surgem caudais de águas residuais. Ressalva-se que estes trabalhos se realizam, preferencialmente, em época seca, uma vez que é espectável que, nestes períodos, a escorrência nos coletores pluviais seja nula.

Nos trabalhos de inspeção visual e levantamento de campo torna-se necessário recorrer, para além dos meios humanos, à utilização de viatura de hidrolimpeza e desobstrução de coletores (Figura 2.10), face ao estado em que se encontram alguns troços e caixas da rede de drenagem de águas pluviais (obstruídas com areias, lamas e resíduos diversos).

O recurso à injeção de caudais de água mais elevados (através da mangueira de pressão da viatura) torna-se também uma forma expedita para identificação de ligações indevidas.



Figura 2.10 – Viatura de hidrolimpeza de coletores.

2.6.2.2 *Inspeção de coletores com recurso a sistema de vídeo por “closed circuit television”*

A expressão “closed circuit television” é frequentemente mencionada simplesmente pela sigla CCTV. O seu significado na língua portuguesa é “circuito fechado ou circuito interno de televisão”. Em português, é também conhecido pela sigla CFTV. O circuito fechado de televisão consiste em um sistema de televisão constituído por câmaras localizadas em pontos específicos com o objetivo de gravar e transmitir imagens para um ou mais monitores locais ou remotos.

As operações de inspeção vídeo por CCTV, dos elementos da rede de drenagem de águas residuais, têm como objeto a visualização e identificação do estado estrutural e de funcionamento dos coletores.

As inspeções vídeo por CCTV são a técnica de inspeção usada com maior frequência e a mais eficiente a longo prazo, quer em termos de custos e a mais eficaz para documentar a condição interna do(s) coletor(es) intervencionado(s) (Administração da Região Hidrográfica do Tejo, 2010).

O recurso à tecnologia de CCTV permite a inspeção do estado de conservação de coletores e caixas de visita, e a identificação com exatidão da fonte de eventuais problemas, possibilitando uma intervenção precisa na sua origem. A inspeção é uma ação preventiva, que torna possível programar, em tempo útil, reparações, limpezas, desobstruções, ampliações ou substituições nas redes existentes e identificação de ligações indevidas que, de outra forma, seriam insondáveis sem escavações dispendiosas e morosas.

A aplicação desta tecnologia às redes de drenagem consiste na introdução de um *robot* munido de câmaras de vídeos, nos coletores a inspecionar, através das caixas de visita, como se pode observar na Figura 2.11.



Figura 2.11 – Equipamentos utilizados para inspeção vídeo de coletores de drenagem de águas residuais e pluviais.

Existem diferentes equipamentos, adaptados em função do diâmetro dos coletores que se pretende inspecionar: o tamanho das rodas e do corpo do equipamento é variável, a existência de câmara rotativa é uma opção, assim como, a existência de iluminação própria. Na Figura 2.11 podem observar-se algumas destas diferenças.

Este equipamento está normalmente instalado numa viatura ligeira, onde estão também instalados os equipamentos para captação e visualização das imagens (Figura 2.12), podendo também utilizar-se equipamento móvel manual, como o que se observa na Figura 2.13.



Figura 2.12 – Aspeto interior da viatura onde se instalam os equipamentos de CCTV, para inspeção de coletores.



Figura 2.13 – Equipamento móvel manual de CCTV para inspeção de coletores.

O referido equipamento percorre os coletores, transmitindo as imagens captadas ao longo do percurso (Figura 2.14).



Figura 2.14 – Fotografia ilustrativa da inspeção vídeo de coletores.

Os principais objetivos da realização de trabalhos de inspeção são de dois tipos: inspeção proactiva e inspeção reativa.

Com uma inspeção proactiva pretende-se:

- Garantir que o coletor de águas residuais está nas condições de funcionamento definidas como normais.
- Identificar o diâmetro interior do coletor (tubagem).
- Identificar o tipo de material das secções e troços.
- Identificar o estado de conservação estrutural (fraturas, deslocamentos, contra-inclinações, corrosão, juntas mal colocadas, etc).
- Identificar pontos críticos, entradas indevidas, ligações às linhas de águas de coletores de águas residuais domésticas, raízes, infiltrações, exfiltrações, etc.
- Confirmar o grau e a eficiência da limpeza prévia, se efetuada e avaliar a necessidade e o tipo de limpeza posterior à inspeção.

Com a inspeção reativa, pretende-se:

- Identificar o tipo e localização de obstruções de modo a avaliar os métodos e procedimentos de limpeza.
- Identificar danos estruturais graves e condições de segurança/estabilidade do coletor (Administração da Região Hidrográfica do Tejo, 2010).

Em suma, o uso desta tecnologia está indicado para:

- Vistoria/fiscalização de obras de saneamento após a sua execução
- Vistoria de manutenção
- Localização/deteção de anomalias na rede
- Avaliação do estado da rede

O registo da inspeção vídeo dos coletores é efetuado através de gravação da inspeção realizada em DVD, elaboração de relatório fotográfico de anomalias, incluindo o registo da localização exata das ligações indevidas identificadas, avaliação de deformações nos coletores e registo das suas inclinações.

2.6.2.3 *Ensaio com traçadores*

De entre os diversos procedimentos disponíveis para a recolha de informação em sistemas de drenagem de águas residuais destacam-se os ensaios com traçadores que possibilitam identificar e localizar anomalias mediante a realização de testes. Estes ensaios podem ser realizados com traçadores químicos e/ou traçadores físicos.

O ensaio com traçadores químicos consiste na adição, em pontos suspeitos de afluências indevidas, de um corante não tóxico que se mistura com efluente conferindo-lhe uma coloração facilmente detetável (por exemplo, verde ou vermelho fluorescente, corantes alimentares, entre outros). Este tipo de ensaio é principalmente utilizado para expor ligações ilícitas ou desconhecidas em redes separativas (Figura 2.15). Pode aplicar-se na deteção de ligações indevidas de ramais pluviais e/ou de dispositivos de interceção pluvial (sarjetas de passeio e sumidouros de grades), de ligações de coletores pluviais a coletores domésticos ou na deteção de ligações ilícitas de ramais domésticos a coletores pluviais.

Esta técnica poderá igualmente ser utilizada na deteção de infiltrações, através da medição da taxa de diluição a jusante. No entanto, requer o conhecimento do caudal que circula no trecho a monitorizar, o que pode ser conseguido através da montagem de medidores de caudal na câmara de montante e em todas as ligações existentes até à câmara de controlo.



Figura 2.15 - Introdução de traçador químico numa câmara de visita de montante (esquerda) e observação na câmara de jusante (direita) (Administração da Região Hidrográfica do Tejo, 2010).

O ensaio com traçadores físicos é em tudo semelhante ao descrito anteriormente, diferindo somente no tipo de traçador utilizado. Em vez de um corante é utilizado, por exemplo, esferovite ou bolas de pingue-pongue, ou qualquer elemento físico flutuante. Este tipo de ensaio é principalmente utilizado para averiguar ligações ilícitas ou desconhecidas entre as redes de drenagem doméstica e pluvial. Pode aplicar-se na detecção de ligações indevidas de ramais pluviais ou dispositivos interceptores pluviais (sarjetas e sumidouros), de ligações de coletores pluviais a coletores domésticos ou na detecção de ligações ilícitas de ramais domésticos a coletores pluviais.

2.6.2.4 *Ensaio de fumo*

O teste de fumo consiste na introdução de fumo nos coletores de saneamento, por forma a detetar-se por onde este escapa. Este fumo sairá através dos dispositivos públicos e privados, tais como sarjetas, grelhas, caixas de ramal, caleiras ou tubos de queda.

O fumo não deve entrar nas habitações, exceto nos casos em que existam problemas na canalização (fugas ou defeitos). No entanto, em canalizações pouco usadas pode surgir fumo devido à falta de água nos sifões pelo que, antes da realização destes ensaios, se deve informar a população abrangida e sugerir aos proprietários que, após receberem a notificação de realização do ensaio, se certifiquem que os sifões funcionam corretamente pela introdução de alguma água nestes locais. Esta água servirá de tampão para o fumo não passar.

Os testes de fumo têm como objetivo detetar defeitos nas canalizações e também ligações indevidas à rede de saneamento. Estes defeitos/ligações poderão provocar infiltrações de águas pluviais nas redes de drenagem de águas residuais ou vice-versa.

A saída do fumo é documentada através de fotografias e registada em relatórios do ensaio, de forma a permitir, posteriormente, fundamentar a necessidade de correção das ligações indevidas identificadas.

O fumo utilizado é inofensivo, quase sem cheiro, não tóxico e não provoca riscos de incêndio (Indaqua, 2013).

CAPÍTULO 3 – CASO DE ESTUDO – SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS E PLUVIAIS DA CIDADE DE OLHÃO

3.1 Caracterização da área em estudo

3.1.1 Caracterização geográfica

O Concelho de Olhão situa-se a Sul de Portugal Continental, na região do Algarve (Figura 3.1) (Leal *et al.*, 1995).

Localiza-se na faixa litoral da região do Algarve e é limitado a oeste e a sul pelo concelho de Faro, a sudeste pelo oceano Atlântico, a este e norte por Tavira e a noroeste por S. Brás de Alportel. Ocupa uma superfície total de 130.70 Km², distribuída por cinco freguesias: Fuseta, Moncarapacho, Quelfes, Pechão e Olhão. O Concelho está inserido na área do Parque natural da Ria Formosa, um sistema lagunar que se estende ao longo de 60 km desde Loulé a Vila Real de Santo António. A Ilha da Armona pertence ao conjunto de ilhas barreira que constituem o sistema lagunar da Ria Formosa e é a única que faz parte do concelho (Leal *et al.*, 1995).

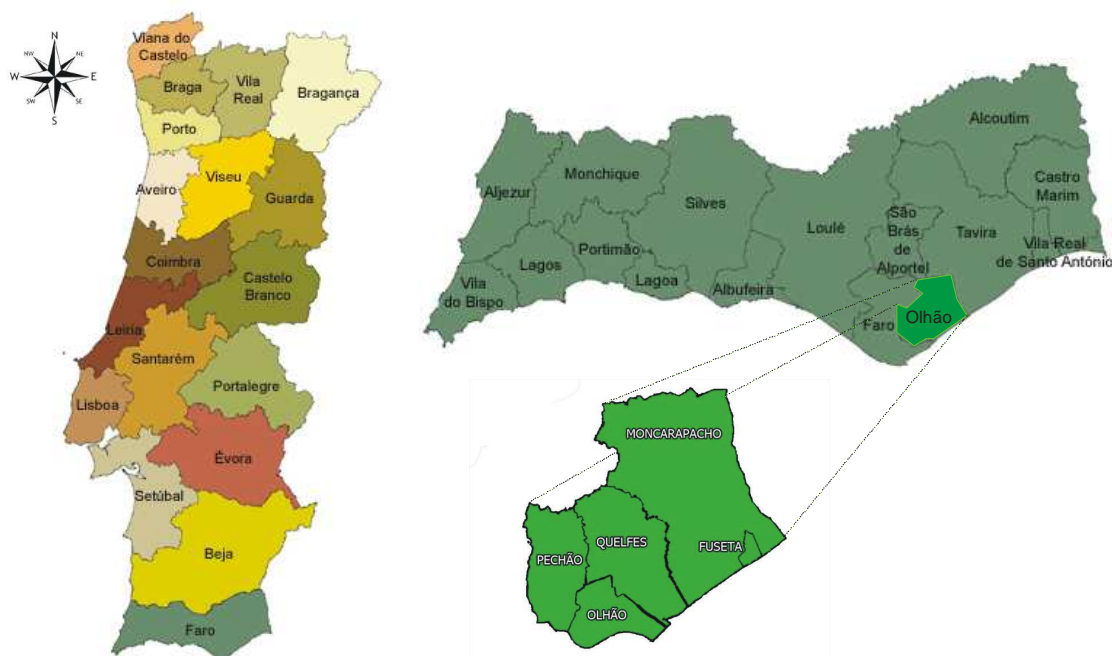


Figura 3.1 - Mapa ilustrativo da localização geográfica do Concelho de Olhão (Adaptado de Google - Banco de Imagens, 2013).

3.1.2 Caracterização demográfica e socioeconómica

De acordo com o INE (2004), o Concelho de Olhão apresentava, em 2002, uma população residente de 40 953 habitantes, tendo vindo a sofrer um aumento gradual ao longo dos últimos anos, como se verifica na Figura 3.2, ainda que a taxa de mortalidade seja superior à taxa de natalidade. Este crescimento populacional justifica-se pela ocorrência de saldos migratórios positivos. Em 2011, conforme resultados definitivos dos censos, a população residente era de 45 396 habitantes (INE, 2012).

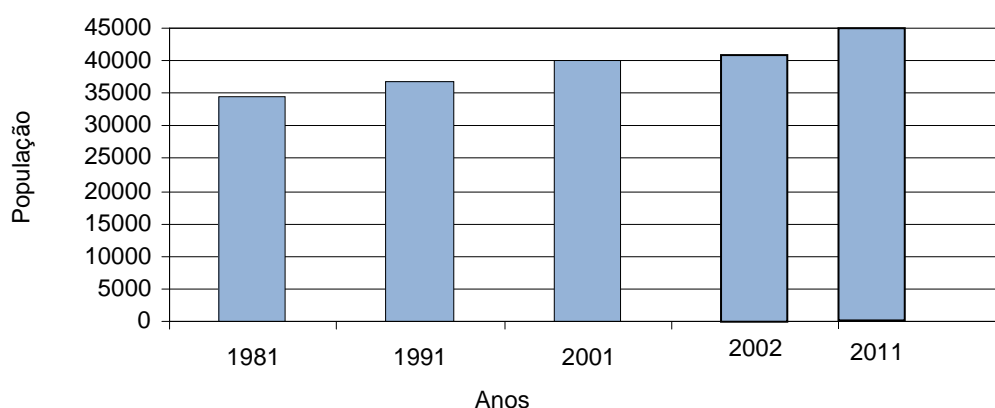


Figura 3.2 - Evolução da população no Concelho de Olhão

A região do Algarve apresenta uma densidade populacional de 90,3 habitantes por km², inferior à densidade média do país em 2011, 114,5 habitantes/ km². Neste ano, Olhão apresentava o maior valor de densidade populacional do concelho (com 346,9 hab/ km²), seguindo-se Faro (319,9 hab/ km²), Vila Real de Santo António (312,8 hab km²) e Portimão (305,5 hab/ km²). Este valor aumentou desde 2002, em que apresentava o valor de 324 hab/km² (INE, 2004; INE, 2012).

Em 2001, 10,33% da população algarvia residia no Concelho de Olhão, proporção não muito diferente da que se verificava em 1991, sendo que 81,40% dos seus habitantes residia na área urbana, a qual se estendia por 47,07% da superfície territorial (INE, 2004). De acordo com os resultados dos Censos, em 2011, a população do concelho representa agora cerca de 10,06% da população algarvia (INE, 2012).

A preferência por este concelho, deve-se sobretudo às boas acessibilidades viárias, uma vez que este é atravessado pela Estrada Nacional 125 (EN125) e por outras estradas secundárias. A linha ferroviária do Algarve também contribui significativamente para o desenvolvimento da cidade e freguesias, existindo estações na Fuseta e na cidade de Olhão, permitindo a fácil deslocação da população de/para o concelho. Outro dos fatores que constitui uma atração para população é a relação qualidade/preço das habitações, que é mais favorável que nos concelhos vizinhos.

A região do Algarve caracteriza-se, essencialmente, pela sua atividade turística. Contudo, o concelho de Olhão demarca-se da região em que se insere, uma vez que a sua atividade turística é baixa e a atividade pesqueira continua a ser primordial, uma vez que ainda existe a produção de conservas, tanto para consumo interno como para exportação. No entanto, este sector de atividade encontra-se em declínio evidente, tanto a nível nacional como regional (AREAL, 2004).

Por outro lado, prevê-se um aumento da atividade turística dada a construção recente de uma unidade hoteleira de luxo e de um porto de recreio, na cidade de Olhão.

A história da cidade de Olhão está intimamente relacionada, por um lado, com as atividades da pesca, comércio e indústria, atividades tradicionais que ainda hoje estão patentes na cidade, e por outro lado, em termos territoriais, com a Ria e o Mar, a fonte dos recursos que dinamizam a economia. Em termos concelhios, a cidade de Olhão constitui o centro que polariza um território que se divide entre a Ria, que sustenta as atividades do marisqueiro, da pesca, da aquacultura e do turismo balnear, e o barrocal onde se desenvolve alguma atividade agrícola. A história do concelho surge ligada a dois tipos de atividade – a agricultura, nas áreas rurais, e a pesca, nos centros urbanos, sendo esta última a responsável pelo maior desenvolvimento concelhio, associada a uma série de atividades a jusante e a montante, delas dependentes. No entanto, Olhão tem todas as potencialidades para proporcionar ao turista a possibilidade de passar um dia agradável, usufruindo da restauração e pontos de interesse, ilhas, património histórico, entre outros (MADRP, 2009).

A atividade agrícola no concelho reflete de uma maneira geral a evolução regional do sector. Assim, o pomar de sequeiro que predomina nas áreas do barrocal, teve a sua máxima valorização no princípio do século XIX, refletindo-se em termos de povoamento pela

importância dos aglomerados de Moncarapacho. O decréscimo da importância das culturas tradicionais de sequeiro (alfarrobeira, amendoeira, oliveira e figueira), a par da intensificação agrícola em áreas mais favoráveis, traduziu-se numa certa estagnação dos aglomerados interiores e uma progressiva ocupação das zonas litorais. A agricultura, de sequeiro, e a hortofruticultura, foram polarizadas pelo aglomerado de Moncarapacho e Quelfes, enquanto a pesca esteve na origem da formação dos dois centros urbanos principais – Olhão, e em menor escala, a Fuseta (MADRP, 2009).

O desenvolvimento industrial surgiu em Olhão estritamente associado à atividade da pesca e o dinamismo do sector induziu o aparecimento de outro tipo de indústrias: litografias, construção e reparação naval. A decadência do sector conserveiro estendeu-se às restantes indústrias a montante, derivada de um desajustamento face aos mercados tradicionais, à concorrência internacional e à atualização dos métodos produtivos (MADRP, 2009).

O desenvolvimento turístico na Região, na zona do barlavento, a partir da década de 60, não teve repercussão direta no sotavento em geral e no concelho de Olhão em particular, pela construção de equipamentos e infraestruturas turísticas. O afastamento das praias e o difícil acesso a estas, resultante da interposição da Ria Formosa, colocou o concelho fora das zonas favoráveis à expansão do turismo balnear, ficando assim, fora dos destinos turísticos regionais, mantendo-se dependente das atividades económicas tradicionais (agricultura, pesca e indústria conserveira) e das atividades terciárias relacionadas com funções de administração, com os serviços de apoio às atividades económicas e à coletividade (MADRP, 2009).

Registou-se nos últimos anos uma diminuição do número de estabelecimentos a operarem na fileira da pesca, traduzindo uma fragilização da capacidade de atracção e fixação de empresas, ligadas a sectores tradicionais como a indústria extrativa e a pesca, não obstante a existência de tradição e de instituições ligadas à prestação de serviços às empresas do sector (MADRP, 2009).

3.1.3 Caracterização ambiental

Parte do concelho de Olhão desta integrado no Parque Natural da Ria Formosa (PNRF), criado pelo Decreto-Lei nº 373/87, de 9 de Dezembro, que constitui uma área integrada na Rede Nacional de Áreas Protegidas. A Ria Formosa é uma zona protegida incluída no PNRF,

e constitui a mais importante zona húmida do país, quer pela sua dimensão quer pela sua complexidade estrutural, faunística e florística, com especial destaque para a avifauna.

Em 2004, esta zona húmida foi considerada pela União Internacional para a Conservação da Natureza, como uma zona húmida de interesse mundial.

De toda a área classificada como Parque Natural, 3770 ha encontram-se incluídos no concelho de Olhão, conferindo à faixa litoral situada entre os núcleos urbanos de Olhão e Fuzeta, um elevado interesse e valor paisagístico.

A paisagem do PNRF caracteriza-se por três grandes unidades estruturais: a área lagunar, a praia/sistemas dunares e a faixa continental. O concelho de Olhão tem quatro praias classificadas como zonas balneares (Armona-Mar, Armona-Ria, Fuzeta-Mar e Fuzeta-Ria), das quais três obtiveram em 2010 o galardão da Bandeira Azul, que atesta a excelente qualidade ambiental das mesmas. Estas praias estão a ser alvo de Planos de Praia e Planos de Intervenção e Requalificação, que permitirão a curto prazo criar condições excelentes para o uso balnear das mesmas, melhorando ainda mais a sua qualidade e permitindo, provavelmente, o acesso aos galardões de qualidade em todas elas. Também a Praia dos Cavacos (que já foi anteriormente classificada com zona balnear) está a ser alvo de um Plano de Requalificação no âmbito da intervenção do Programa POLIS, o que irá assegurar em breve a obtenção de um novo estatuto de zona balnear, sendo, certamente mais uma praia de qualidade a obter merecidamente os respetivos galardões.

Também na zona do Barrocal, o concelho de Olhão encerra diversos pontos de interesse, nomeadamente na zona de Moncarapacho, de onde se destaca o Cerro da Cabeça. Este Cerro, com 249 metros de altitude é a elevação mais oriental da Serra de Monte Figo. Trata-se de um sítio de elevado valor paisagístico e científico que está integrado na rede natura 2000 e no projeto Corine-Biótopos, apresentando uma área de 574 ha. É considerado pelos geólogos um monumento natural, devido ao valor das suas formações cársicas. A sua superfície, ocupada pelo maior lapiás do Sul do País, e as suas grutas, têm um elevado valor ambiental e zoológico, servindo de abrigo a diferentes espécies de morcegos e outra fauna cavernícola. O seu património botânico merece-se destaque, encontrando-se o cerro revestido pelo maquis típico do barrocal algarvio (formação vegetal da região do Mediterrâneo, composta por arbustos muito densos e de difícil penetração). No Cerro da Cabeça localizam-se as formas

endocársicas mais profundas de que se tem conhecimento no carso algarvio: “Algar da Maxila” (mais de 95 m de profundidade), “Algar da Medusa” (74 m), “Algar do João” (cerca de 60 m) (ICNB, 2006; Wikipedia, 2013).

O concelho de Olhão alberga ainda diversas entidades e equipamentos de educação e sensibilização ambiental, bem como de apoio à pesquisa relacionadas com as atividades marinhas e costeiras, dos quais são exemplo, a sede do PNRF, a Ecoteca de Olhão, o IPIMAR, o Centro de Ecohidrologia Costeira, o Observatório da Aquacultura, entre outros.

3.1.4 Caracterização infraestrutural

Na componente de infraestruturas, refere-se resumidamente que 95% da população do concelho é servida por rede pública de abastecimento de água, sendo a origem desta água o sistema multimunicipal de abastecimento do Algarve, sendo fornecida uma água de excelente qualidade a todos os consumidores, tal como se pode confirmar nos editais que publicitam os resultados do controlo de qualidade da água, quer do sistema em baixa, como do sistema em alta (Águas do Algarve, 2013; Ambiolhão, 2013).

Na componente do saneamento básico, o concelho encontra-se servido por dois sistemas de tratamento (ETAR Nascente e ETAR Poente de Olhão), que servem 85% da população. As zonas não abrangidas por estes sistemas de drenagem e tratamento, estão servidas por sistemas individuais de fossa séptica, solução que apresenta inconvenientes do ponto de vista ambiental, pois a grande maioria promove a infiltração de águas residuais no solo.

A gestão de RSU's tem sofrido melhorias muito significativas nos últimos anos, encontrando-se neste momento implementada em todos os núcleos urbanos a recolha seletiva das diferentes tipologias de resíduos (papel/cartão, embalagens e vidro) para reciclagem, tendo sido também recentemente implementada a recolha seletiva de óleos alimentares usados, cujo destino é a produção de biodiesel. Também os resíduos verdes são valorizados através de operação de compostagem, efetuada no âmbito do sistema multimunicipal de gestão de resíduos, sendo posteriormente o composto daí resultante aplicado nos espaços verdes do concelho. O concelho de Olhão contará brevemente com mais uma infraestrutura que permitirá melhorar muito o desempenho dos serviços de gestão de resíduos, otimizando todo o sistema de recolha e transporte e contribuindo para mais uma melhoria significativa da

qualidade ambiental do concelho – o Ecocentro de Olhão, cuja empreitada se encontra em curso.

Nestas e noutras vertentes ambientais, tais como, os espaços verdes, o ruído, as energias renováveis e a mobilidade sustentável, o concelho de Olhão tem progredido significativamente rumo ao desenvolvimento sustentável, o que permitirá criar uma área geográfica onde as atividades socioeconómicas e os valores ambientais e patrimoniais existentes coexistem de forma harmoniosa.

A cidade de Olhão subdivide-se em três grandes bacias de drenagem de águas pluviais (Zona Poente, Zona Central e Zona Nascente da cidade), indicadas na Figura 3.3:

- a bacia da Zona Poente descarrega na Ria Formosa, junto ao Jardim Pescador Olhanense, em frente às instalações da Polícia de Segurança Pública;
- a bacia da Zona Central descarrega na Ria Formosa, junto ao cais de embarque para as Ilhas – designado por cais “T” (designado por coletor da “Trans”);
- a bacia da Zona Nascente descarrega dentro do Porto de Pesca de Olhão, no canto Noroeste, em frente à antiga fábrica “BelaOlhão” (designado por coletor do Brejo).



Figura 3.3 - Localização dos pontos de descarga das bacias de drenagem de águas pluviais da cidade de Olhão.

Refira-se ainda que as bacias Central e Nascente se encontram interligadas por um sistema de *bypass* (conforme localização demarcada na Figura 3.4), que consiste numa parede elevada até meia altura do coletor, como se pode ver a Figura 3.5. Este esquema de funcionamento torna mais complexa a compreensão de determinadas ocorrências ou episódios de descarga, uma vez que a subdivisão dos caudais pelos dois coletores (Trans e Brejo) depende diretamente das condições de maré (baixa-mar *versus* preia-mar) e da sua intensidade (maré viva ou morta). Assim:

- em situação de baixa-mar, todo o caudal drenado pelo sistema do Brejo a montante do *bypass*, é desviado para o coletor da “Trans”, junto à rotunda da Rua da Majuca; nesta condição de maré só é descarregado no Porto de Pesca o caudal proveniente da única ligação existente a jusante do *bypass* (que drena a área da 3ª fase da Zona Industrial e o Bairro do Galinho);

- durante a enchente, a água da Ria entra pelos coletores pluviais, chegando a atingir zonas a norte do caminho de ferro;

- a partir de uma determinada situação intermédia de maré (desconhecendo-se qual o momento exato em que ocorre a viragem desta situação, pois este é variável), o *bypass* deixa de desempenhar o seu papel de desvio Brejo-Trans, e o caudal que vem de montante galga a parede, sendo descarregado no Porto de Pesca; a esta situação acresce o fator de também o caudal que vem no coletor da Trans poder ser parcialmente desviado para o coletor do Brejo.



Figura 3.4 – Localização do *bypass* existente entre os dois coletores de drenagem de águas pluviais (bacia Central e Bacia Nascente).



Figura 3.5 – Vista da caixa de visita onde se encontra a ligação de *bypass* entre os dois subsistemas de drenagem (bacia Central e bacia Nascente).

Face ao exposto, torna-se muito complexa a interpretação e compreensão dos caudais de águas residuais que surgem nestes pontos de descarga, pois o funcionamento hidráulico do sistema é desconhecido, perante a coexistência, nos coletores, de águas pluviais, águas residuais e águas provenientes da subida da maré.

O presente trabalho resulta dos problemas causados pelo aparecimento frequente de descargas de águas residuais no meio recetor, nos três pontos acima mencionados.

3.1.5 Caracterização do modelo de gestão dos sistemas de saneamento básico

Os serviços de saneamento básico no concelho de Olhão, assim como em toda a região do Algarve, encontram-se organizados em duas componentes: o sistema em alta e o sistema em baixa.

O sistema em alta é o conjunto de infraestruturas contendo componentes destinadas à interceção, tratamento e descarga em destino final de águas residuais provenientes do sistema em baixa.

A componente do sistema em alta é da responsabilidade da empresa Águas do Algarve, S.A. (AdA), concessionária, por um período de 30 anos, do Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água do Algarve e do Sistema Multimunicipal de Saneamento do Algarve.

Refere-se que este Sistema em termos de desenvolvimento de projectos e obras, teve início no final de 2002, tendo como objetivo essencial dotar a Região de um sistema seguro, do ponto

de vista da saúde pública dos cidadãos, melhorando os níveis de atendimento e promovendo a qualidade ambiental, designadamente a qualidade da água das praias, rios e lagunas do Algarve, que são fator essencial para o bem estar da população e para o desenvolvimento económico e turístico da Região. A adesão do concelho de Olhão, consumou-se em Outubro de 2005, com o início da exploração das duas ETAR's do concelho pela AdA.

Através deste Sistema pretende-se garantir um tratamento adequado do efluente, para a sua posterior reutilização quer na rega de campos de golfe, quer de espaços verdes diversos.

O sistema em baixa é o sistema de drenagem municipal – conjunto de infraestruturas e instalações (coletores, emissários, estações elevatórias, acessórios e equipamentos complementares) - que permitem a recolha e a drenagem das águas residuais desde os ramais domiciliários até aos pontos de recolha do sistema em alta.

No concelho de Olhão o sistema de saneamento em baixa esteve entregue à gestão direta dos serviços municipais, até Dezembro de 2010. Nesta data foi criada a Ambiolhão, Empresa Municipal de Ambiente de Olhão, E. M., com o objetivo de melhorar a qualidade dos serviços públicos de abastecimento de água, saneamento e gestão de resíduos prestados aos munícipes, dotar o concelho de infraestruturas adequadas ao seu modelo de desenvolvimento, adaptar os padrões de qualidade dos serviços às boas práticas do setor e contribuir para a sustentabilidade ambiental do concelho de Olhão. A Ambiolhão, E. M. é uma empresa detida inteiramente pela Câmara Municipal de Olhão. Esta empresa resultou da transformação dos serviços municipais existentes anteriormente e conta atualmente com cerca de 180 funcionários, prestando os seus serviços a mais de 24 000 utilizadores dos sistemas.

O trabalho apresentado no presente relatório foi iniciado pelos serviços municipais, sendo atualmente desenvolvido pelos serviços da referida empresa municipal.

3.2 Problemas identificados ao nível da drenagem de águas residuais e pluviais

No presente relatório apresenta-se uma síntese do trabalho exaustivo desenvolvido ao longo dos últimos anos pelos serviços municipais de saneamento da cidade de Olhão, onde a autora tem desenvolvido a sua atividade profissional, no âmbito do levantamento, deteção, identificação de ligações anómalas e indevidas e intervenção ao nível das redes públicas de drenagem de águas pluviais desta cidade. Como referido acima, estes trabalhos são

desenvolvidos atualmente pela mesma equipa, mas no âmbito dos serviços da empresa municipal (Ambiolhão, E. M.), com a qual a Câmara Municipal de Olhão celebrou em Dezembro de 2010, um contrato de gestão por 50 anos.

A problemática das ligações ou descargas indevidas nos sistemas separativos é uma das principais causas para o mau funcionamento destes sistemas. Esta problemática apresenta-se, quer ao nível das ligações de águas pluviais às redes de drenagem de águas residuais, quer à situação inversa, ou seja, ligações indevidas de águas residuais domésticas e/ou industriais aos sistemas de drenagem de águas pluviais.

No caso do sistema de drenagem da cidade de Olhão, verificam-se os dois tipos de situações mencionadas no parágrafo anterior, causando: sobrecarga dos sistemas elevatórios e de tratamento durante os episódios de chuva; e impacto visual negativo na zona de descarga dos coletores no meio recetor (Ria Formosa), acompanhada de degradação da qualidade da água.

Olhão é uma cidade muito ligada à Ria Formosa, tendo uma grande parte da população ligada, direta ou indiretamente, a este sistema lagunar através das atividades socioeconómicas que dele dependem, como a pesca, a moluscicultura, a salicultura e o turismo. Estas atividades têm-se revelado muito sensíveis aos problemas ambientais, razão pela qual a problemática da qualidade das águas pluviais se reveste de extrema importância.

Este assunto tem sido, ao longo dos últimos anos, alvo de polémica e de acusações por parte de diversos grupos (viveiristas, ambientalistas, grupos políticos, entre outros) para com as entidades que gerem os sistemas de saneamento básico, nomeadamente, o Município de Olhão.

Trata-se de um problema que afeta a grande maioria da população do município e o qual os serviços municipais têm tentado exaustivamente identificar e corrigir. A maioria das situações são de difícil identificação, por estarem em causa infraestruturas enterradas, muito antigas, com cadastro quase inexistente e por estarmos na presença de um sistema complexo, grandemente afetado pelo sistema de marés, conforme já anteriormente descrito. Por esta razão, o avanço dos trabalhos é moroso e exaustivo, sendo certo que cada um dos casos identificado e corrigido representa um avanço importante em direção ao objetivo primordial, que é a eliminação das descargas indevidas nos sistemas de drenagem pluviais e de águas

residuais domésticas, bem como a eliminação de todas as interferências entre estes dois sistemas, tornando-os sistemas independentes e eficazes.

Face à situação detetada no início do presente trabalho, que remonta ao ano 2004, a resolução do problema da descarga de águas residuais domésticas e industriais na rede pluvial tem constituído desde então uma prioridade elevada dos serviços municipais, pelo que tem vindo a ser alvo de um trabalho continuado ao longo da última década.

3.3 Limitações ao desenvolvimento dos trabalhos

Existem diversos aspetos que se revestem de extrema importância e que constituem sérias limitações ao desenrolar dos trabalhos de identificação e inventariação das ligações indevidas:

- numa fase inicial, existia um total desconhecimento sobre o número, tipo e distribuição espacial das ligações indevidas aos sistemas de drenagem de águas pluviais;
- não existe qualquer cadastro das redes de drenagem domésticas e pluviais (em papel ou formato digital), pelo que o trabalho que tem vindo a ser efetuado baseia-se no conhecimento e memória de alguns colaboradores mais antigos dos serviços e no levantamento e inspeção exaustivos das infraestruturas existentes, conforme se explica na metodologia;
- as infraestruturas em causa são enterradas, sendo apenas identificáveis através das caixas de visita dos coletores, o que dificulta a sua identificação e levantamento;
- a idade avançada das redes de coletores de águas residuais e pluviais e o mau estado de conservação de alguns troços;
- as diversas restrições temporais para realização dos trabalhos, que apenas permitem o seu desenvolvimento em época seca e em condições de baixa mar;
- o concelho enfrenta sérias dificuldades financeiras que limitam o investimento em novas infraestruturas.

3.4 Metodologia utilizada nos trabalhos desenvolvidos para identificação caracterização dos problemas

Conforme referido anteriormente, pretende-se com este trabalho identificar o maior número possível de pontos de ligação indevida de águas residuais domésticas ou industriais aos sistemas de drenagem de águas pluviais, bem como, os pontos de interligação entre os dois

sistemas de drenagem.

Para este efeito é seguida a seguinte metodologia:

1. Em períodos secos, ou seja, na ausência de pluviosidade, são desenvolvidas intensas ações de inspeção visual dos principais coletores; nas redes de drenagem de águas pluviais das zonas baixas da cidade de Olhão ocorre a entrada de água salgada por efeito da maré (em situações de preia-mar), o que dificulta a interpretação das observações visuais, só sendo possível retirar conclusões fiáveis (nestas zonas) em situação de maré baixa. Este aspeto condiciona bastante o trabalho, em função do horário das marés;
2. As inspeções visuais são efetuadas pelo pessoal técnico e operacional, através da abertura de caixas de visita existentes na via pública, para visualização do interior das mesmas;
3. Sendo expectável que, nestas condições, o caudal seja praticamente nulo nestes coletores, torna-se assim possível identificar a existência de escorrências anómalas e indevidas;
4. As inspeções são efetuadas de jusante para montante, o que permite identificar quais os troços de coletor em que ocorrem as descargas ou ligações indevidas, podendo ocorrer duas situações:
 - a ligação indevida encontra-se efetuada diretamente a uma caixa de visita, sendo possível identificá-la através de uma inspeção visual simples e, através do ângulo da ligação, inferir qual a origem da mesma;
 - a ligação encontra-se efetuada a uma caixa enterrada ou em forquilha, diretamente ao coletor, verificando-se que existe uma escorrência indevida, mas não sendo de imediato possível reconhecê-la e localizá-la;
5. Neste último caso, recorre-se aos serviços de inspeção vídeo de coletores (por CCTV), conforme descrito pormenorizadamente no segundo capítulo deste relatório, o que permitirá a localização exata dos pontos de entrada de águas residuais domésticas ou industriais nos coletores pluviais;

6. Previamente à realização da inspeção vídeo torna-se necessário proceder a operações de limpeza dos coletores, devido à existência de materiais acumulados (areias, gravilha, pedras, resíduos diversos); esta limpeza é efetuada com equipamento de hidrolimpeza (*high-pressure cleaning*), adequado para tubagens de diâmetros superiores a 150 mm; este sistema de limpeza encontra-se instalado em viaturas (normalmente pesadas) equipadas com sistemas de hidrojecto a alta pressão para limpeza das redes de esgotos, desentupimento das caixas de saneamento e desassoreamento das redes de águas pluviais;
7. Outra das metodologias empregues com frequência é a utilização de métodos expeditos e simples para marcação de caudais (como por exemplo, uso de bolas de pingue pongue ou esferovite), que permitem seguir o percurso das águas e identificar os locais onde determinadas ligações estão feitas;
8. Nestes casos, quando pretendemos determinar onde determinado coletor ou ramal está ligado, também é possível fazê-lo introduzindo uma mangueira de alta pressão no coletor; assim, através do ruído produzido por este equipamento no interior dos coletores ou através do aumento de caudal, é possível concluir acerca das ligações existentes.

A metodologia utilizada apresentou algumas restrições que conduziram à morosidade no processo de inspeção e que consistiram em dificuldades de manuseamento do aparelho de inspeção vídeo dentro dos coletores, à influência da maré em alguns troços e à inexistência de cadastro das redes (em formado digital ou papel).

3.5 Recursos Humanos

As operações de inspeção têm vindo a ser conduzidas e coordenadas, desde o ano 2004, pela autora do presente Relatório, envolvendo pessoal técnico (mais um Engenheiro do Ambiente) e operacional (encarregado operacional, 4 assistentes operacionais e 1 operador de máquinas e veículos especiais).

Os trabalhos de inspeção vídeo são realizados com recurso à prestação de serviços externos

por parte de empresas da especialidade.

3.6 Apresentação e discussão de resultados

Como resultado da aplicação da metodologia acima referida, foram sequencialmente localizadas diversas ligações indevidas que, até ao momento da sua identificação e correção, estavam a contribuir para a descarga de águas residuais no meio recetor, com todas as consequências que daí advêm. Nesta parte do relatório apresenta-se uma síntese dos trabalhos realizados e resultados obtidos, com identificação dos locais alvo das inspeções, descrição da situação identificada, alternativas técnicas para correção da anomalia, medidas tomadas, meios utilizados e situação atual.

Depois de vários anos a desenvolver um extenso trabalho de inspeção em redes de drenagem de águas pluviais e residuais, com o intuito de eliminar as interferências existentes entre estes dois sistemas e, acima de tudo, eliminar as descargas de águas residuais domésticas e industriais na Ria Formosa, é possível associar as situações identificadas a uma das diferentes tipologias:

- Ligação indevidas de ramais prediais de águas residuais domésticas às redes pluviais
- Ligação de coletores (troços de rede) de águas residuais às redes pluviais
- *Bypass* entre coletores de águas residuais e pluviais

Apresentam-se em seguida os trabalhos desenvolvidos e os resultados alcançados, agrupados em função da bacia de drenagem em que se inserem.

3.6.1 Bacia de drenagem poente

3.6.1.1 Local: Rua Almirante Reis

Foram encontrados três *bypass* entre o coletor de águas residuais e o coletor pluvial, na Rua Almirante Reis (Figura 3.6), tendo-se apurado que este *bypass* descarrega água do mar no coletor doméstico, funcionando em certas situações de preia-mar como um desvio das águas do mar que afluem pela rede de coletores pluviais. Por outro lado, quando ocorrem obstruções do coletor doméstico, este acaba por drenar através da ligação de *bypass*, para o coletor pluvial, descarregando as águas residuais no meio recetor antes que a obstrução possa ser

detetada pelos serviços de manutenção da rede.

Todos os *bypass* identificados foram eliminados, através do tamponamento da ligação, ficando as situações resolvidas

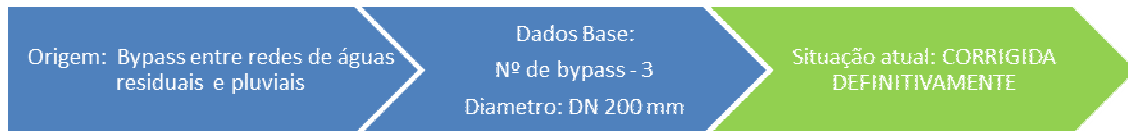


Figura 3.6 – Localização da situação identificada na Rua Almirante Reis – existência de 3 ligações de *bypass*.

3.6.1.2 Local: Rua Almirante Reis

Ao efetuarmos a inspeção vídeo ao longo do coletor pluvial existente nesta rua foi possível constatar a existência de uma ligação proveniente do lado direito (sentido S – N), que se confirmou provir de uma caixa de ramal unitário que recebe os efluentes domésticos e pluviais de um prédio que se encontra edificado no átrio de um bloco de garagens na Rua Almirante Reis (Figura 3.7).

Para corrigir esta situação foi necessário efetuar alterações na rede de drenagem do prédio, o que implicou a construção de um coletor de águas residuais domésticas, mantendo-se o atual

como coletor de águas pluviais. Para tal foi efetuado o levantamento topográfico dos coletores para averiguar as possibilidades de ligação. Tratando-se de um espaço de domínio privado, foram contactados os proprietários e construtores dos edifícios, no sentido de participarem nas despesas das obras necessárias.

A situação está atualmente corrigida, tendo-se conseguido desviar as águas residuais aqui produzidas para o sistema de tratamento Poente.

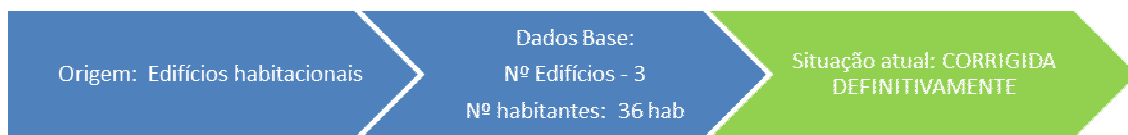


Figura 3.7 – Localização da situação identificada na R. Almirante Reis – conjunto de edifícios habitacionais.

3.6.1.3 Local: Rua Abílio Gouveia

Esta é uma rua perpendicular à Rua Almirante Reis. Foi detetada uma ligação incorreta do ramal de águas residuais domésticas de um Centro Clínico (Centro Clínico Materno Infantil) e de todo o prédio respetivo, ao coletor de águas pluviais (Figura 3.8).

Esta situação é de fácil resolução bastando, para tal, corrigi-la de modo a adaptá-la ao coletor de águas residuais, o que foi executado de imediato.



Figura 3.8 – Localização da situação identificada na R. Abílio Gouveia – edifício habitacional e centro clínico.

3.6.1.4 Local: Rua da Cerca

Aquando da inspeção vídeo na Rua Almirante Reis verificou-se a afluência de um caudal proveniente da Rua da Cerca (Figura 3.9), não tendo sido possível identificar o tipo de efluente de que se tratava. Desta feita considerou-se importante inspecionar o coletor pluvial existente. Contudo, verificou-se que este coletor se apresentava bastante colmatado por areias,

gravilha e demais materiais que se depositam no fundo por arrastamento pelas águas da chuva. No sentido de se resolver a situação recorreu-se ao jacto da viatura de desobstrução constatando-se, após diversas tentativas, que este não é suficiente para remover a quantidade de sólidos depositados. Deste modo não foi possível a inspeção de toda a extensão do coletor, concluindo-se apenas que a parte inspecionada (cerca de 20 m) não apresentava ligações indevidas.



Figura 3.9 – Localização da situação identificada na Rua da Cerca.

3.6.1.5 *Local: Avenida dos Bombeiros Municipais*

Nesta avenida ocorreram diversos problemas técnicos relacionados com a obstrução dos coletores, não tendo sido possível averiguar completamente todos os troços, apesar dos esforços efetuados nesse sentido (recorreu-se à limpeza do coletor com o auxílio do jacto da viatura de desobstrução). Contudo, foi possível constatar a existência de uma ligação indevida da caixa de ramal de águas residuais domésticas, de um estabelecimento comercial, ao coletor pluvial. A cerca de 59 m da rotunda foram ainda identificadas duas ligações provenientes das caixas de ramal de efluentes domésticos de prédios adjacentes, cujas caixas de ramal não se encontram acessíveis (são de cimento ou encontram-se tapadas com pavimento).

As alternativas equacionáveis para esta zona afiguraram-se de fácil execução, devendo ter-se em conta as cotas topográficas das caixas de ramal e dos coletores de águas residuais e pluviais, por forma a executar as devidas correções. Deve ter-se também em conta os custos associados a estas obras de remodelação, uma vez que se torna imperativo definir a quem são tributáveis estas despesas.

Ressalva-se que, a primeira operação a executar é colocar todas as caixas de ramal do arruamento a descoberto e acessíveis, para que possam ser reconfirmadas as ligações, recorrendo ao jacto de água de alta pressão. Feito isto e tendo sido confirmadas as incorreções das ligações, os serviços procederam às alterações necessárias, ficando a situação corrigida definitivamente. A localização desta situação está identificada na Figura 3.10.

3.6.1.6 *Local: Praça João de Deus*

Neste arruamento verificou-se que as instalações da Santa Casa da Misericórdia (Estabelecimento de Atividades de Tempos Livres), conforme local assinalado na Figura 3.11, têm o ramal de águas residuais ligado à rede pluvial, pois na fase de construção, aquele troço não se encontrava servido por rede de drenagem de águas residuais.

A resolução desta situação implicava a construção de um troço de ligação com cerca de 20 m, para ligação do ramal à rede de drenagem de águas residuais da R. Alberto Iria.

Esta ligação foi executada, e o problema ficou também resolvido.

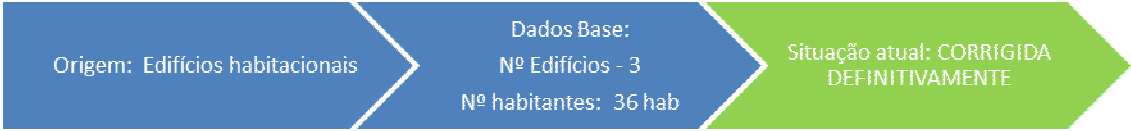


Figura 3.10 – Localização da situação identificada na Avenida dos Bombeiros Municipais.

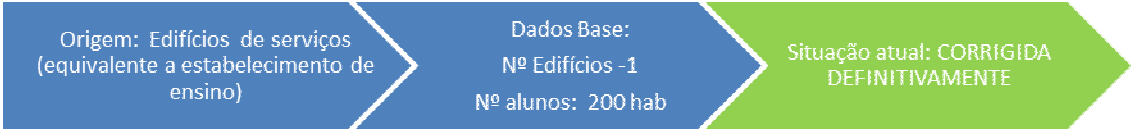


Figura 3.11 – Localização da situação identificada na Praça João de Deus.

3.6.1.7 Local: Rua Dr. Alberto Iria com a Rua da Feira

O coletor pluvial que drenava as águas residuais da zona das antigas casas pré-fabricadas, no Largo da Feira (Figura 3.12) estava indevidamente ligado à rede pluvial, descarregando-as no meio recetor. Esta situação ficou resolvida com a eliminação total do bairro das casas pré-fabricadas, que ocorreu após a conclusão da construção do Bairro da Armona, onde foram realojadas estas famílias, estando este processo de realojamento planeado há mais de uma década.

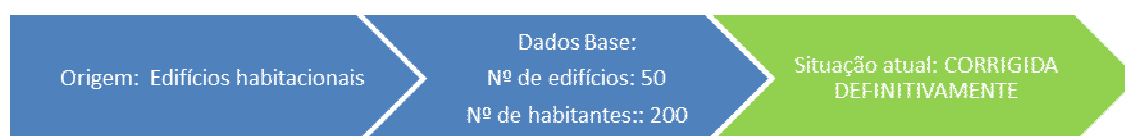


Figura 3.12 – Localização da situação identificada na Rua Dr. Alberto Iria com a Rua da Feira.

3.6.1.8 Local: Rua da Feira

No largo do cruzamento da Rua Dr. Alberto Iria com a Rua da Feira (Figura 3.13) existe um conjunto de caixas de visita, existindo interligações entre os coletores de águas residuais e

pluviais, que não foi possível compreender e identificar em pormenor.

Toda a zona da Rua da Feira e suas transversais apresenta aparentemente diversas situações que transformam o sistema de drenagem numa rede unitária (como p. ex. sumidouros implantados diretamente sobre coletores domésticos e ramais de águas residuais ligados a coletores pluviais).

Esta situação ficou sinalizada e necessita de análise pormenorizada. Provavelmente, a sua resolução carecerá de uma total remodelação das redes, o que ainda não foi possível.



Figura 3.13 – Localização da situação identificada na Rua da Feira.

3.6.2 *Bacia de drenagem central*

3.6.2.1 *Local: Rua Dâmaso da Encarnação, junto à Escola EB 2/3 Dr. Paula Nogueira*

A Escola EB 2/3 Dr. Paula Nogueira era servida por um conjunto de fossas situadas no

interior da mesma. As águas residuais armazenadas nas fossas são descarregadas por bombagem, tendo-se verificado que a descarga era efetuada no coletor pluvial existente na Rua Dâmaso da Encarnação (antigo coletor unitário), conforme local assinalado na Figura 3.14. Esta ligação deveria ter sido alterada para o coletor doméstico, aquando da remodelação da rede de drenagem do Bairro 28 de Setembro, o que não tinha acontecido até à data da sua identificação (Julho de 2004). Estas águas residuais acabavam assim por ser lançadas na rede de drenagem que aflui ao coletor da Trans, sendo descarregadas na Ria Formosa, junto ao cais de embarque.

A alteração desta ligação para o coletor doméstico daquele arruamento afigurou-se de fácil execução, tendo sido efetuada de imediato. Para tal foi realizada uma obra de correção da ligação, com abertura de vala na faixa de circulação automóvel, com uma extensão reduzida (cerca de 3 metros).

Com a correção introduzida, estas águas residuais deixaram de ser lançadas no meio recetor, passando a ser drenadas para o sistema elevatório e, em seguida, para a ETAR Poente de Olhão.



Figura 3.14 – Localização da situação identificada na R. Dâmaso da Encarnação – Escola EB 2/3 Dr. Paula Nogueira.

3.6.2.2 *Local: Rua do Cerrinho com a Rua do Caminho de Ferro*

O edifício situado na Rua do Cerrinho, ao lado da Alicoop (Figura 3.15), tem o ramal das águas residuais domésticas ligado ao coletor pluvial, situado na estrada, no canto nascente do cemitério.

Para resolução desta situação foi, em primeiro lugar, feita a identificação do traçado do coletor doméstico, para que pudesse ser feita a alteração desta ligação indevida, ligando o ramal ao coletor doméstico.



Figura 3.15 – Localização da situação identificada na Rua do Cerrinho com a Rua do Caminho de Ferro.

3.6.2.3 *Local: Entroncamento da Rua do Caminho de Ferro com a Avenida Sporting Clube Olhanense*

No entroncamento da Rua do Caminho de Ferro com a Avenida Sporting Clube Olhanense (Figura 3.16) existia uma caixa com um sistema de *bypass* entre a rede pluvial e a doméstica,

sistema já muito antigo, que se destinava a desviar – durante o período seco do ano – as águas residuais que corriam pelo coletor pluvial quando a zona norte da cidade era servida por rede unitária. Desta forma, aquando da realização das obras de remodelação dos sistemas de drenagem, nomeadamente no Bairro 28 de Setembro e Rua Dâmaso da Encarnação, com a criação de sistemas separativos, o sistema de *bypass* referido ficou inativo, ou seja, as águas drenadas pelo coletor pluvial a montante, quando atingiam este ponto continuavam a correr pelo sistema pluvial.

O sistema de *bypass* era composto por uma válvula de mural e uma comporta (chapa metálica), encontrando-se à data da sua identificação a válvula impedida de manobrar, pois tinha sido rejuntada com argamassas e a comporta encontrava-se completamente desgastada.

Contudo, verificou-se que em situação de ausência de pluviosidade, o caudal que se encontrava a correr pelo coletor pluvial era muito significativo, ao contrário do que seria de esperar, uma vez que as redes de drenagem tinham sido remodeladas. Verificou-se que se tratava de águas residuais que se encontravam a correr pelo coletor pluvial, sendo encaminhadas para a Ria Formosa (junto ao cais de embarque).

Mediante esta situação, colocaram-se duas alternativas:

- 1) Identificar a origem das águas residuais que surgem neste ponto e tomar as medidas necessárias para as redirecionar devidamente para o coletor doméstico; ou,
- 2) Retomar o funcionamento do sistema de *bypass*.

Relativamente à identificação da origem das águas residuais, verificou-se que estas provinham da R. Dâmaso da Encarnação, tendo-se confirmado que existiam uma série de vivendas (Horta José da Boa) situadas no lado poente da referida rua que se encontravam ainda indevidamente ligadas ao sistema pluvial, mesmo após a remodelação dos sistemas de drenagem desta zona (o que, provavelmente, se ficou a dever a dificuldades de ligação gravítica para alteração das ligações).

Assim, foi de imediato acionado o sistema de *bypass*, tendo sido necessário reparar a válvula e fazer uma nova comporta em chapa metálica (com uma altura superior à existente), pois verificou-se que a primeira permitia sempre a passagem de algum caudal para o coletor pluvial. Com esta medida, desviou-se a totalidade das águas residuais que corriam para o

coletor pluvial da R. do Caminho de Ferro. Ressalva-se, no entanto, que esta continua a ser uma medida de carácter sazonal, pelo que no início do período das chuvas, foi de novo necessário proceder à alteração do *bypass*, voltando as águas a correr pelo coletor pluvial.

A situação atual permite desviar completamente as águas residuais para o respetivo sistema de drenagem durante o período seco do ano, impedindo que as mesmas desaguem na Ria Formosa. Durante o período chuvoso, estas águas têm que continuar a correr pelo sistema pluvial, caso contrário estaríamos a desviar águas pluviais para o sistema elevatório e de tratamento.

A resolução definitiva desta situação carece de soluções alternativas para a drenagem das águas residuais das zonas situadas no lado poente da R. Dâmaso da Encarnação, que poderão eventualmente ser encontradas através de uma alteração e remodelação das redes e sua interligação ao intercetor de Pechão, que se desenvolve ao longo do ribeiro a poente e que pertence ao sistema em alta, gerido pela Águas do Algarve, S.A..

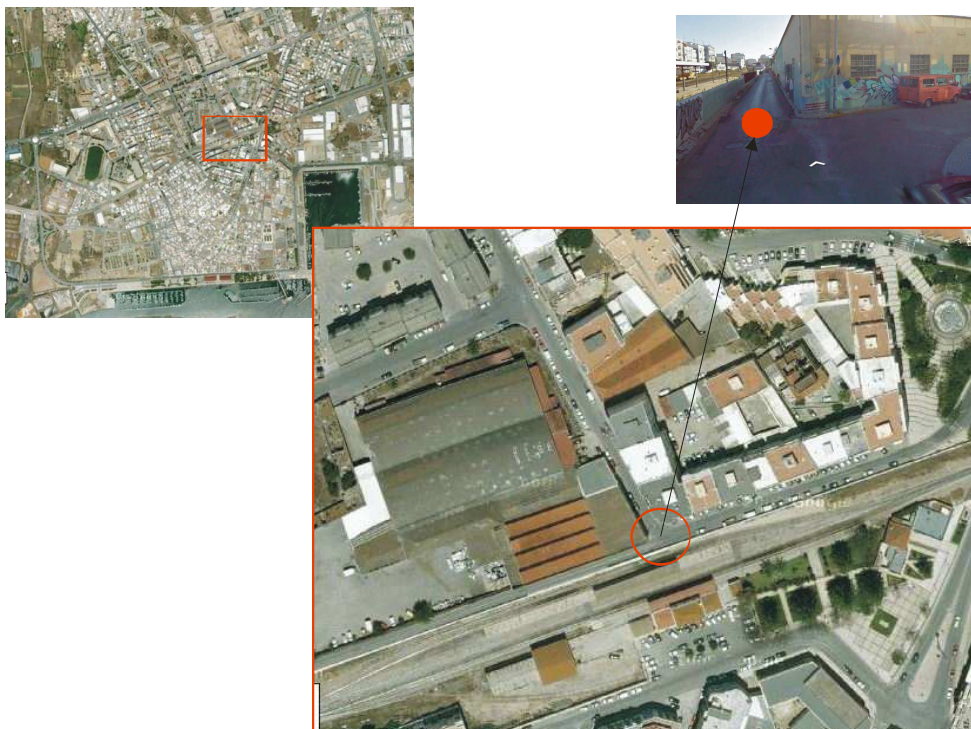
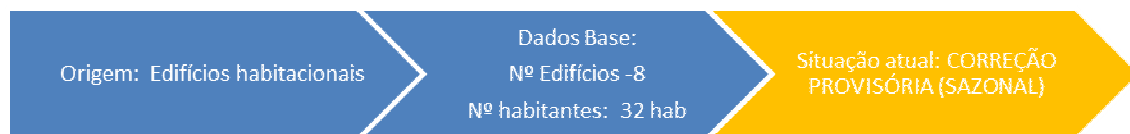


Figura 3.16 – Localização da situação identificada no entroncamento da Rua do Caminho de Ferro com a Avenida Sporting Clube Olhanense.

3.6.2.4 Local: Curva da Rua do Caminho de Ferro com a Praceta de Agadir

Na sequência das inspeções efetuadas neste arruamento, descobriu-se uma caixa de ramal na calçada, que recebe esgoto e águas pluviais provenientes de um beco existente nas traseiras do primeiro prédio situado na R. do Caminho de Ferro (na esquina com a Praceta de Agadir), conforme Figura 3.17.

Tratando-se de um sistema unitário, a sua resolução implica uma intervenção ao nível do sistema de drenagem no interior do beco. Contudo, atendendo a que a alteração da rede interior poderia ser morosa, foi feita a ligação deste troço unitário para rede de águas residuais, por se considerar que era preferível eliminar a descarga de águas residuais no coletor pluvial.



Figura 3.17 – Localização da situação identificada na Rua do Caminho de Ferro com a Praceta de Agadir.

3.6.2.5 Local: Curva da Rua do Caminho de Ferro com a Praceta de Agadir

O processo de trabalho de campo adotado implicou por diversas vezes, que se voltasse ao ponto de partida para proceder a novas verificações.

Desta forma, após todas as operações já realizadas verificou-se que do lado da Praceta de Agadir/Rua do Caminho de Ferro ainda vinha algum caudal (por vezes considerável), cuja origem era completamente desconhecida. As operações efetuadas foram as seguintes:

1. Detetou-se a existência de uma caixa de visita no coletor pluvial (que se encontrava tapada com o pavimento da estrada), localizada na curva da Rua do Caminho de Ferro com a Praceta de Agadir;
2. Essa caixa foi descoberta e colocada de forma acessível.
3. Ao ser destapada encontrou-se um caudal ainda considerável de águas residuais; tendo já sido verificado que no extremo oposto desta rua o coletor pluvial estava isento de caudal, o caudal que surgia neste ponto só poderia ser proveniente de qualquer situação existente ao longo da rua;
4. Fomos ainda alertados para a existência de situação anómala por um “som de queda de água” que se fazia ouvir no interior da caixa de visita;
5. Procedeu-se ao levantamento das caixas de visita do coletor novo, de Ø315mm, lançado há poucos anos pela empresa Marques e Guedes, Lda;
6. Verificou-se que neste coletor corria um caudal muito reduzido, quando comparado com o caudal que se encontrava no coletor pluvial, o que nos alertou para a eventual existência de uma passagem entre os dois coletores;
7. Para confirmação desta situação procedeu-se a um ensaio de marcador de água residuais, utilizando-se água de cal;
8. Verificou-se que ao deitar água de cal no coletor doméstico (em caixa de visita situada no início da rua, junto ao entroncamento com a Av. Sporting Clube Olhanense), esta água de cor esbranquiçada vinha aparecer no coletor pluvial, na caixa de visita que tinha sido recentemente descoberta;
9. Comprovou-se assim a existência indevida de mais um *bypass* que estava a desviar as águas residuais para o sistema de pluviais, o que seria de estranhar nesta zona, pelo facto do coletor doméstico ser relativamente novo (conforme já referido);

10. Com o objetivo de localizar este *bypass* procedeu-se de seguida à verificação de todas as caixas de visita do coletor doméstico e também das caixas de ramal de cada edifício;
11. Encontrou-se um ponto de ligação entre o coletor doméstico novo e o antigo, que por sua vez estava ligado ao coletor pluvial; desta forma, as águas residuais eram quase na totalidade descarregadas no pluvial, acabando por ser conduzidas ao ponto de descarga no cais de embarque.

Para solucionar esta situação foi necessário tapar a passagem existente para o coletor antigo, que deveria ter sido desativado, fazendo com que a totalidade das águas residuais corresse pelo sistema de drenagem respetivo. O respetivo local está identificado na Figura 3.18.

Com a correção introduzida, estas águas residuais deixaram de ser lançadas no meio recetor, passando a ser drenadas para o sistema elevatório e de tratamento.

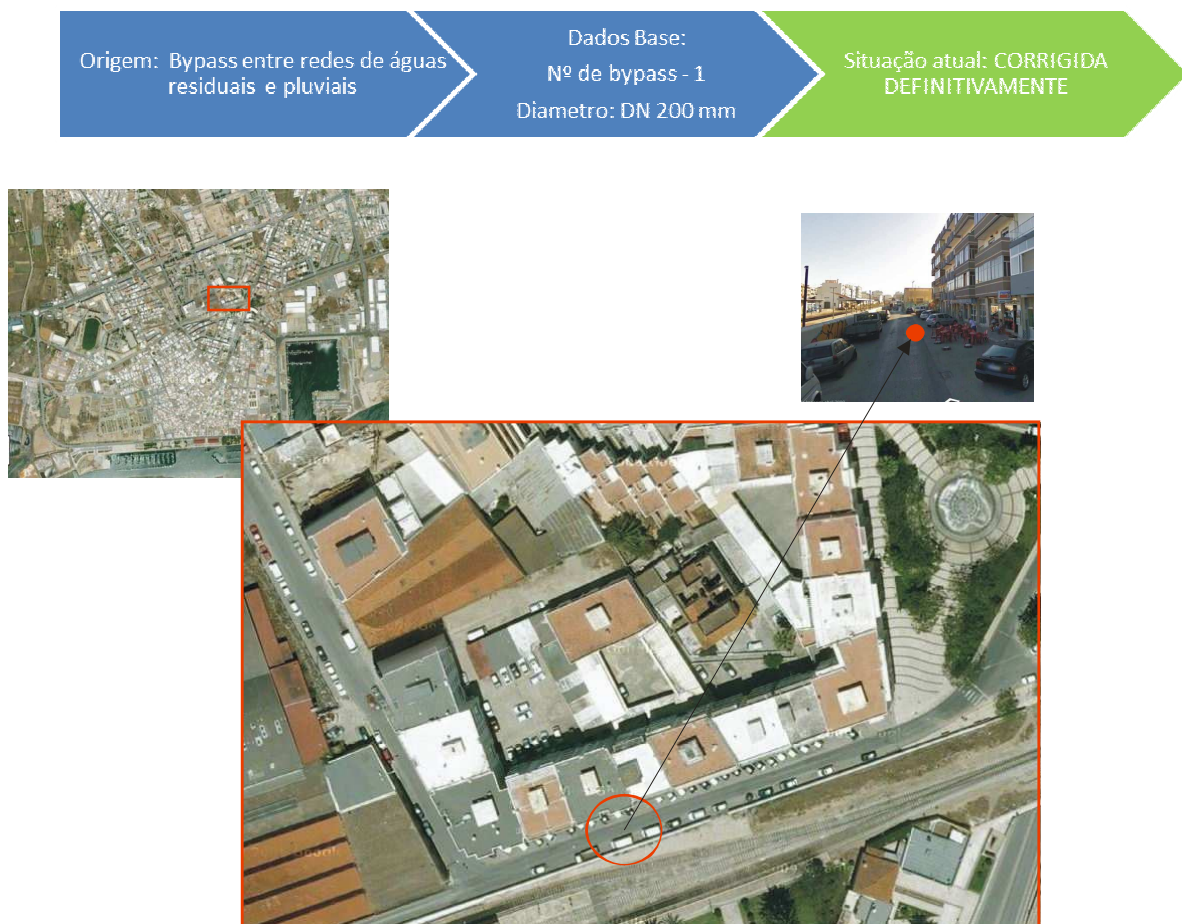


Figura 3.18 – Localização da situação identificada na Rua do Caminho de Ferro com a Praceta de Agadir.

3.6.2.6 Local: Praceta de Agadir - Av. Dr. Francisco Sá Carneiro

O coletor doméstico da Av. Dr. Francisco Sá Carneiro encontrava-se ligado ao coletor pluvial existente no relvado da Praceta de Agadir (no canto situado a norte em frente à escola secundária, assinalado na Figura 3.19). Desta forma, as águas residuais drenadas por este coletor estavam a ser conduzidas para os pluviais que vão depois para a rua das Finanças (rua 1º de Maio) e vão ser conduzidas ao coletor pluvial da “Trans” que desagua junto ao cais (T).

Para corrigir esta situação, planeou-se tapar o tubo de ligação aos pluviais e efetuar uma nova ligação ao coletor doméstico que vem da rua do Caminho de Ferro passa pela Praceta de Agadir e vai em direção à avenida (drenando as águas residuais para a estação elevatória CE3), após verificar que a diferença de cotas existente permitia esta ligação.

Procedeu-se de imediato à alteração mencionada no parágrafo anterior, ficando a situação resolvida. Com a correção introduzida estas águas residuais deixaram de ser lançadas no meio recetor, passando a ser drenadas para o sistema elevatório e de tratamento.



Figura 3.19 – Localização da situação identificada na Av. Dr. Francisco Sá Carneiro.

3.6.2.7 Local: Praceta de Agadir – frente à Escola Secundária

Ainda na zona da Praceta de Agadir, na caixa de visita do coletor pluvial existente no relvado do lado norte, em frente à Escola Secundária (Figura 3.20), verificou-se que o ramal de águas residuais deste estabelecimento de ensino também se encontrava ligado a este coletor.

Assim, estas águas residuais também estavam a ser descarregadas diretamente no meio recetor, junto ao cais de embarque (esta situação foi confirmada através de uma grande descarga de água na caixa de ramal doméstico existente junto à vedação da escola, verificando-se o correspondente aumento de caudal na caixa de visita do coletor pluvial).

Esta anomalia foi corrigida, intercetando o ramal da escola, e desviando-o para o coletor de águas residuais domésticas (existente nesta Praceta), após confirmação da existência de cotas para efetuar a nova ligação. As águas passaram assim a ser drenadas para o sistema elevatório e de tratamento.

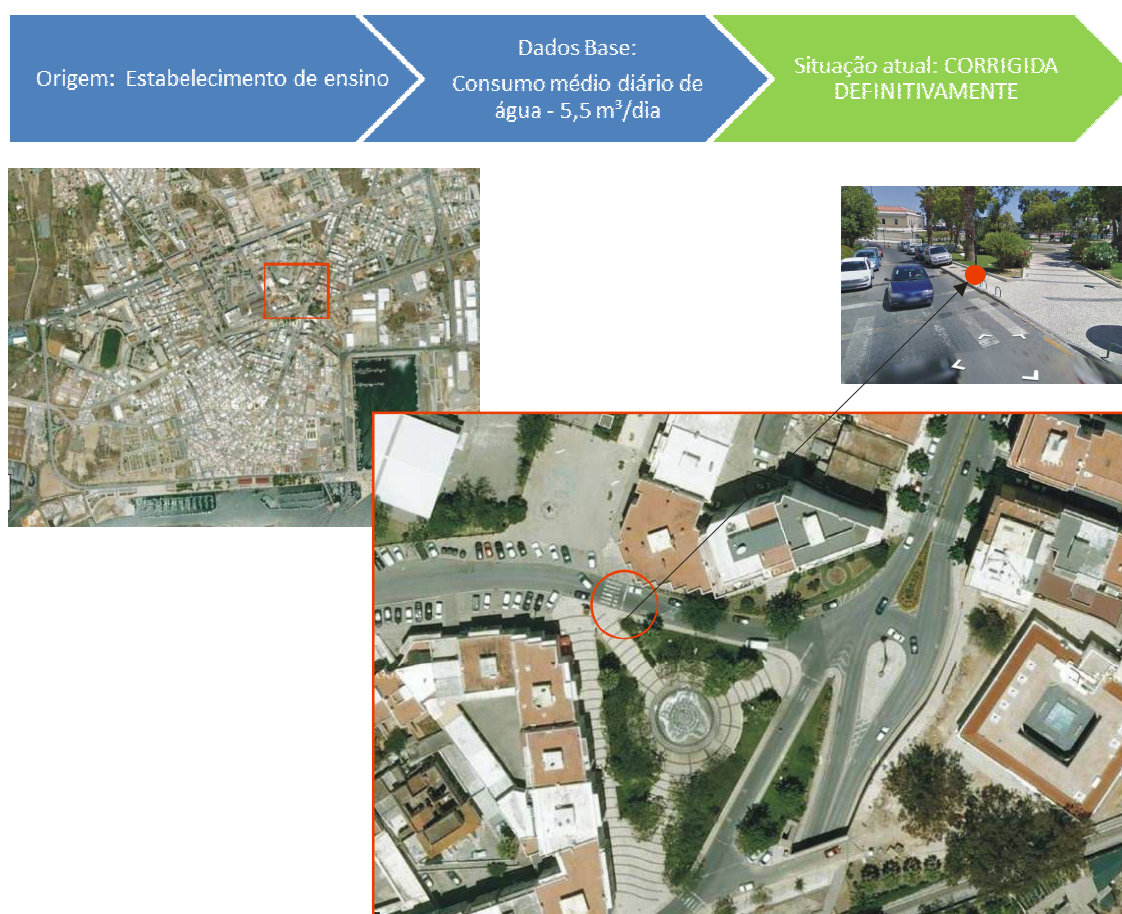


Figura 3.20 – Localização da situação identificada na Praceta de Agadir – Escola Secundária Francisco Fernandes Lopes.

3.6.2.8 Local: Rua Projetada à EN 398 (antes da Delegação da Junta de Freguesia de Quelfes)

Após reclamações sobre o aparecimento de águas na vala de águas pluviais que corre junto à lateral dos prédios situados na Rua Projetada à EN 398 (que se veio a confirmar ser água proveniente de uma rutura na rede predial de abastecimento de água), descobriu-se que existiam águas residuais domésticas a correr também nesta vala, sendo depois conduzidas para o Ribeiro do Brejo no ponto onde este foi artificialmente conduzido em coletor enterrado. Estas águas residuais eram provenientes de um conjunto de três ou quatro habitações situadas nos terrenos a poente da EN 398 e os seus esgotos foram mantidos a drenar para o sistema de pluviais daquele arruamento, mesmo depois da rede de drenagem desta rua ter sido remodelada e transformada em separativa.

Verificou-se que existia a possibilidade de interceção do coletor de águas residuais destas casas, desviando-o para a rede doméstica da Rua Projetada à EN 398, que por sua vez drena para a rede de drenagem de águas residuais da EN398 (Figura 3.21). Esta ligação foi de imediato alterada, tendo sido executada uma obra de ligação numa extensão de cerca de 10 metros. Com esta alteração, a situação ficou resolvida e o problema eliminado.



Figura 3.21 – Localização da situação identificada na Rua Projetada à EN 398.

3.6.2.9 *Local: Av. Dr. Bernardino da Silva*

Tratando-se de uma avenida de largura considerável, cada um dos lados deste arruamento encontra-se infraestruturado com redes de drenagem de águas residuais e pluviais.

Os trabalhos de inspeção vídeo foram efetuados nos dois coletores pluviais. Na sequência dos mesmos foi possível confirmar a existência de algumas ligações incorretas no lado poente da Avenida, encontrando-se o lado nascente totalmente isento deste tipo de problemas.

No coletor existente do lado poente foram identificadas duas situações em que as caixas de ramal de águas residuais dos edifícios se encontravam ligadas ao coletor de pluviais (Figura 3.22). Este facto foi confirmado pela inspeção vídeo e reconfirmado através da introdução de mangueira de pressão nas referidas caixas de ramal. O inverso também se verificou, ou seja, as caixas de ramal pluvial dos mesmos edifícios estavam ligadas ao coletor de águas residuais.

No sentido de se proceder à correção das ligações foi analisado o levantamento topográfico das caixas de ramal e dos coletores, por forma a corrigir corretamente a situação, ou seja, proceder à ligação destes prédios ao coletor de águas residuais. Os serviços municipais assumiram os custos das obras efetuadas, tendo posteriormente estes custos sido imputados aos construtores dos edifícios.

3.6.2.10 *Local: Canto da Rua Primeiro de Janeiro com a Avenida Bernardino da Silva*

No canto da Rua Primeiro de Janeiro com a Av. Bernardino da Silva (Figura 3.23) existe uma caixa de visita onde tinha sido criado, há vários anos atrás, uma passagem de *bypass* entre o coletor doméstico e o pluvial que supostamente deveria estar desativada (tapada).

Tendo sido solucionadas as situações identificadas a montante, conforme anteriormente referido, seria de esperar que o caudal existente no coletor da Rua Primeiro de Janeiro fosse nulo ou muito reduzido. Contudo, verificou-se a existência de um caudal de águas residuais ainda muito significativo, o que nos levou a procurar a referida caixa de *bypass*, tendo-se verificado que o tubo que interligava os dois sistemas de drenagem (separativos) se encontrava destapado, pelo que todo o caudal de águas residuais do lado nascente da avenida

Bernardino da Silva estava a ser conduzido para a rede de drenagem de pluviais (sendo descarregado junto ao cais de embarque).

Para solucionar esta situação, tornou-se necessário tapar o *bypass* existente, de forma a que as águas residuais se mantivessem no respetivo sistema de drenagem, tendo sido esta operação executada de imediato.



Figura 3.22 – Localização da situação identificada na Av. Bernardino da Silva – edifícios habitacionais.

Origem: Bypass entre redes de águas residuais e pluviais

Dados Base:
Nº de bypass - 1
Diametro: DN 200 mm

Situação atual: CORRIGIDA
DEFINITIVAMENTE



Figura 3.23 – Localização da situação identificada na Rua Primeiro de Janeiro com a Av. Dr. Bernardino da Silva.

3.6.2.11 Local: Rua Primeiro de Janeiro

O coletor existente nesta rua recebe grande parte das águas pluviais da cidade, iniciando-se com a confluência de quatro coletores: um que recebe as águas pluviais que têm origem na passagem desnivelada, onde existe também uma nascente de água que é bombeada para o coletor, outro que recolhe as águas pluviais da Rua do Caminho de Ferro e da Praceta da Agadir (este coletor atravessa perpendicularmente a Avenida Bernardino da Silva), e os dois coletores pluviais da Av. Bernardino da Silva (lado Poente e Nascente). Todos os coletores se unem numa caixa de visita existente ao canto da Tesouraria da Fazenda Pública e seguem por um único coletor que se vai ligar ao coletor da Trans, a uma caixa situada perto da linha de caminho-de-ferro (lado norte).

Nesta rua também foram identificadas duas ligações incorretas de caixas de ramal domésticas de edifícios ao coletor pluvial, conforme localização assinalada na Figura 3.24. As alternativas propostas para resolver esta situação passaram apenas pela correção destas ligações, uma vez que se tratava de uma situação de fácil resolução, quando as cotas dos coletores o permitem. Para este efeito, foi efetuado o respetivo levantamento topográfico, tendo sido confirmado que as necessárias alterações eram viáveis, pelo que foram de imediato executadas. Desviou-se assim mais um caudal de águas residuais que corria erradamente para o meio recetor, com descarga no ponto de descarga da bacia central (coletor que desagua junto ao cais de embarque).



Figura 3.24 – Localização da situação identificada na Rua Primeiro de Janeiro.

3.6.2.12 Local: Bairro 11 de Março – Unidade Industrial Conserveira Pacheco

Foram efetuadas várias tentativas de inspeção vídeo do coletor da Trans, no troço situado a sul do caminho de ferro, na lateral da BelaOlhão – Bairro 11 de Março. Contudo, não foi possível progredir com o equipamento de inspeção no interior do coletor, devido à existência de uma camada de lamas/sedimentos depositados no mesmo, com cerca de 40 cm de espessura.

Recorrendo à inspeção visual deste coletor, detetou-se na caixa situada ao lado do ginásio a existência de uma ligação por onde estava a ser descarregado um caudal muito significativo de águas residuais, que cessou ao fim de alguns minutos. Recorrendo à viatura de desobstrução de coletores, com a sua mangueira de alta pressão, foi possível confirmar que esta ligação era proveniente de uma caixa existente junto ao portão da parte traseira da fábrica Conserveira Pacheco (Figura 3.25). Concluiu-se de imediato, através de inspeção no interior da unidade e contacto com o responsável, que naquele ponto eram descarregadas, por bombagem existente no interior da unidade, todas as águas do processo de fabrico. Esta era uma situação com impacte negativo significativo, pois estavam a ser lançadas no coletor pluvial, águas residuais industriais com elevada carga de matéria orgânica e gorduras, sendo conduzidas para a Ria Formosa (ponto de descarga: cais de embarque).

A alternativa mais correta e viável seria a interrupção da ligação existente ao coletor pluvial e o seu desvio para o coletor de águas residuais existente na estrada que confina com a parte de trás das instalações da fábrica.

Procedeu-se de imediato à ligação ao coletor de águas residuais, tendo sido informado o responsável pela unidade industrial da importância de assegurar um pré-tratamento adequado para remoção de gorduras. Houve o compromisso por parte deste, relativo aos cuidados acrescidos a ter no que diz respeito à remoção de gorduras que passou a ser efetuada em caixas de retenção no interior da fábrica, de modo a evitar a afluência excessiva ao sistema elevatório, com todas as consequências negativas para o funcionamento do equipamento da autarquia.

Com a correção introduzida, estas águas residuais deixaram de ser lançadas no meio recetor, passando a ser drenadas para o sistema elevatório e de tratamento.

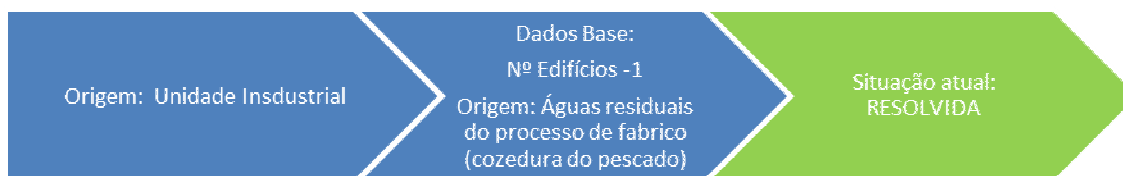


Figura 3.25 – Localização da situação identificada no Bairro 11 de Março – Unidade Industrial Conserveira Pacheco.

3.6.2.13 Local: Rua Patrão Joaquim casaca (antiga Rua da Majuca)

A rua em questão apresenta dois coletores de águas pluviais (de Ø 700 mm e de Ø 300 mm) e apenas um coletor de águas residuais, que se desenvolve no centro da rua. O coletor de maior diâmetro recebe as águas pluviais provenientes da Avenida dos Combatentes da Grande

Guerra desde a Estação de Caminho de Ferro e desagua no coletor denominado por “Coletor da Trans”. Os trabalhos aqui realizados foram algo morosos e estiveram sujeitos a diversos problemas devido à colmatção dos coletores e à elevada influência da maré. Verificou-se, numa primeira fase através de inspeção visual e, posteriormente, através de inspeção vídeo, que quase toda a rua apresentava os ramais de águas residuais ligados indevidamente aos coletores pluviais.

Através de inspeção visual e vídeo confirmou-se que existiam inúmeras ligações indevidas aos coletores pluviais, cuja data de execução se desconhecia, por serem muito antigas. As ligações indevidas abrangiam: edifícios habitacionais, restaurantes, comércio, oficinas, indústria alimentar (fábrica de conservas e fábrica de gelados).

As medidas corretivas desta situação afiguraram-se mais complexas do que nos restantes casos analisados, uma vez que existiam inúmeras ligações incorretas e, para além disso, o coletor de águas residuais desenvolve-se no centro da rua enquanto que os dois coletores de águas pluviais se desenvolvem na periferia (um de cada lado). Deste modo, concluiu-se que seria necessária uma remodelação da rede deste arruamento, pelo que se procedeu à execução de um exaustivo trabalho de levantamento topográfico, em todas as caixas de ramal e caixas de visita dos três coletores, de modo a estudar uma solução viável para a resolução deste problema e para que fosse minimizado o grau de intervenção no local.

Procedeu-se ao levantamento topográfico pormenorizado em todas as caixas de ramal dos edifícios existentes bem como das inúmeras caixas de visita dos três coletores. Face aos resultados obtidos estudou-se as alternativas possíveis para a remodelação da rede, confirmando-se que:

- Relativamente ao lado sul do arruamento, era possível corrigir as ligações, de forma a desligá-las da rede pluvial e executá-las ao coletor de águas residuais que se encontra no centro do arruamento;

- Relativamente ao lado norte, não sendo possível ultrapassar o obstáculo constituído pelo coletor pluvial de diâmetro 700 mm, para proceder às ligações ao coletor doméstico, a única solução tecnicamente viável consistiu na criação de um novo coletor de diâmetro 200 mm, numa extensão de 160 m, que foi ligado ao coletor que vem da estação elevatória CE3 (do Bairro 11 de Março).

Foi apresentada à Câmara Municipal, uma proposta para remodelação desta rede, tendo a mesma sido aprovada e executada em regime de empreitada, pelo que os problemas deste arruamento se encontram totalmente resolvidos. A zona intervencionada encontra-se assinalada na Figura 3.26.



Figura 3.26 – Localização da situação identificada na Rua Patrão Joaquim Casaca.

3.6.3 *Bacia de drenagem nascente*

3.6.3.1 *Local: Junto ao Ribeiro do Brejo a norte da EN 125*

Existem três habitações unifamiliares, a Norte da EN 125, por trás do Restaurante Oceano (Figura 3.27), que se suspeitou estarem diretamente ligadas ao Ribeiro do Brejo, visto estas se encontrarem numa zona mais baixa, não tendo cotas para drenar as águas residuais domésticas para a rede de drenagem da EN 125. Contudo, esta situação não foi confirmada visualmente,

pois as caixas de ramal não estão acessíveis e a ligação ao Ribeiro deve estar efetuada já na zona onde este foi conduzido em canal (subterrâneo), a montante do atravessamento da EN 125. A situação mantém-se e o aprofundamento do seu conhecimento, para confirmação, requer a realização de algumas obras no local, para identificação das caixas de ligação. Deverá também ser agendado um levantamento topográfico, para uma análise mais aprofundada das soluções possíveis.

Esta situação encontra-se sinalizada nos registos dos serviços de saneamento, devendo ser alvo de mais intervenções, a curto prazo.

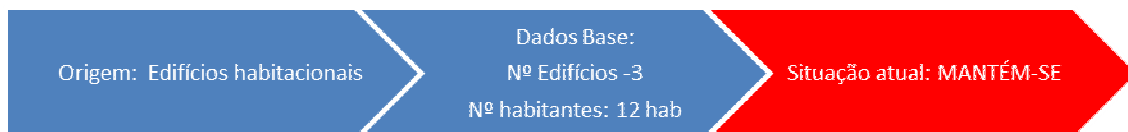


Figura 3.27 – Localização da situação identificada junto ao Ribeiro do Brejo, a norte da EN 125.

3.6.3.2 *Local: Bairro da Cavalinha – Rua de Olivença com a Rua Dr. Estevão Vasconcelos*

Existe uma outra situação que importa registrar, visto tratar-se de um *bypass* entre os sistemas de drenagem de águas residuais e pluviais, localizado na transição entre a R. de Olivença e a R. Dr. Estevão Vasconcelos (no canto do CAT, Figura 3.28).

Este sistema de *bypass* foi criado neste ponto (há já vários anos) visto tratar-se de uma zona baixa, em que o coletor de águas residuais extravasava com frequência, sempre que o coletor de águas residuais entrava em carga.

Conforme é sabido, aos sistemas elevatórios afluem em determinados momentos caudais excessivos de águas pluviais. Desta forma, quando ocorre forte pluviosidade, a estação elevatória CE1 (junto ao Mercado Municipal) acaba por ficar sobrecarregada, sendo necessário interromper a bombagem a partir da CE3, por períodos de algumas horas. Esta situação leva a que a rede de coletores para montante da estação elevatória CE3 entre em carga, o que afeta particularmente toda a zona do Bairro da Cavalinha.

Face ao exposto, o referido *bypass* entrava em funcionamento sempre que a bombagem na CE3 era interrompida, provocando descargas de águas residuais nos coletores pluviais, sendo as mesmas drenadas para o meio recetor através dos pontos de descarga do Porto de Pesca (coletor do Brejo) e do Cais de Embarque (coletor da Trans).

Embora devam ser gradualmente tomadas medidas que promovam a separação de águas pluviais dos sistemas de drenagem de águas residuais, de forma a evitar a sobrecarga hidráulica dos sistemas elevatórios, optou-se por proceder à desativação desta ligação de *bypass*, o que foi executado de imediato.



Figura 3.28 – Localização da situação identificada no Bairro da Cavalinha – Rua de Olivença com a Rua Dr. Estevão Vasconcelos.

3.6.3.3 Local: Avenida dos Operários Conserveiros (coletor do Brejo)

Para melhor conhecimento do coletor do Brejo procedeu-se à sua inspeção, recorrendo aos serviços prestados por empresa externa. Foi inspecionado o troço de coletor situado desde a descarga (no interior do Porto de Pesca) até à caixa localizada imediatamente a sul do caminho de ferro, sendo de referir que este troço atravessa subterraneamente as instalações da antiga fábrica BelaOlhão. Dos trabalhos realizados resultou um relatório escrito, bem como uma gravação de imagem em DVD que regista todos os momentos da observação no interior do coletor. Resumem-se em seguida as observações mais relevantes, no contexto do presente relatório:

- a) Verificou-se que o coletor pluvial cujo traçado se desenvolve ao longo da Avenida dos

Operários Conserveiros, no sentido este-oeste, que efetua a drenagem das águas pluviais da 3ª fase da Zona Industrial, está ligado ao coletor do Brejo, a jusante da caixa onde existe a parede que desvia o coletor do Brejo para o coletor da Trans (conforme explicitado no início deste capítulo) (Figura 3.29);

- b) Perante a observação anteriormente citada, conclui-se que todas as águas drenadas pelo referido coletor são lançadas no coletor do Brejo, sendo descarregadas no interior do Porto de Pesca (em situação de vazante, até à baixa-mar); em situação de enchente, se o nível da maré já for superior à altura da parede do sistema de bypass existente entre o coletor do Brejo e o coletor da Trans, as águas lançadas no coletor que vem da 3ª fase da Zona Industrial, poderão ser conduzidas para o ponto de descarga situado junto ao Cais de Embarque.
- c) Esta situação obrigou a uma inspeção aprofundada da bacia de drenagem deste coletor, que será descrita mais adiante.



Figura 3.29 – Localização da situação identificada na Avenida dos Operários Conserveiros (no coletor do Brejo).

3.6.3.4 Local: Coletor do Brejo (troço entre a fábrica BelaOlhão e o caminho de ferro)

No âmbito da inspeção vídeo do coletor do Brejo descrita no ponto anterior detetou-se ainda a existência de um coletor ligado ao coletor do Brejo, no troço situado entre a BelaOlhão e a linha do caminho de ferro (Figura 3.30). O referido coletor vem do lado nascente, desconhecendo-se a sua origem; apurou-se, de acordo com o conhecimento de alguns funcionários mais antigos que, provavelmente, tratar-se á do coletor que serve o aglomerado de casas velhas situadas nas traseiras dos armazéns da zona industrial.

No momento da observação não corria qualquer caudal por este coletor, desconhecendo-se se este se encontra desativado, razão pela qual a situação vai ser mantida sob vigilância.



Figura 3.30 – Localização da situação identificada no coletor do Brejo a norte do edifício da BelaOlhão.

3.6.3.5 Local: Coletor do Brejo (troço entre a fábrica BelaOlhão e o caminho de ferro)

No âmbito da inspeção vídeo do coletor do Brejo detetou-se a existência de uma abertura na parte superior do coletor por onde se observou que pingava alguma água (verificação no 1º

dia de inspeção). No segundo dia de inspeção, verificou-se que da referida abertura saía um caudal considerável, acompanhado pela libertação de fumos/vapores intensos que se propagavam por todo o coletor, vindo sair pelas tampas que eram abertas mesmo a norte da linha do caminho de ferro, no entroncamento da Av. Calouste Gulbenkian com a R. Maria da Cruz Rolão.

Esta abertura situa-se a cerca de 70 a 80 metros da caixa situada junto à linha do caminho de ferro, extensão que foi possível registar através da inspeção vídeo. Verificou-se através de medições no terreno que a localização exata desta caixa era nas traseiras da BelaOlhão (localização assinalada na Figura 3.31), dentro da área vedada. Posteriormente, através de vistoria à unidade fabril verificou-se que o processo produtivo utilizava a água captada num furo, que servia para o arrefecimento rápido de uma das etapas de produção, sendo posteriormente a água quente descarregada na caixa que drenava para o coletor do Brejo. Embora se tratasse de água limpa, completamente isenta de quaisquer contaminantes, entendeu-se também não ser conveniente a descarga de água a tão elevada temperatura. Assim, os responsáveis pela unidade optaram por armazenar essa água, proceder ao seu arrefecimento e utilizá-la em circuito fechado.

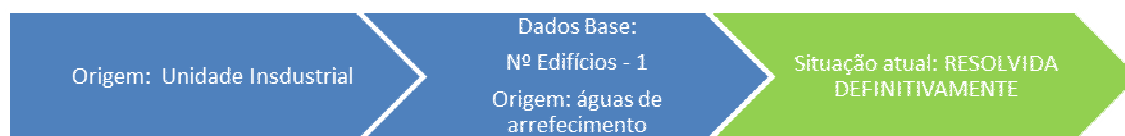


Figura 3.31 – Localização da situação identificada no coletor do Brejo – troço entre a Unidade Industrial BelaOlhão e o caminho de ferro.

3.6.3.6 *Local: Zona Industrial 3ª fase – Fábrica do Sal*

Na sequência da situação descrita em 3.5.3.3, procedeu-se a uma inspeção aprofundada do sistema de drenagem de águas pluviais dos arruamentos da Zona Industrial (3ª fase), atendendo a que a eventual descarga de águas residuais no sistema de pluviais condiciona diretamente as descargas efetuadas no interior do Porto de Pesca (que têm sido alvo de diversas reclamações ao longo dos últimos anos).

Percorreu-se a rua existente entre a BelaOlhão e a Fábrica do Sal, até à oficina Auto Aleluia (Figura 3.32). Detetou-se que a Fábrica do Sal tem a descarga dos tanques de lavagem do sal ligada ao coletor pluvial. Foram efetuadas três visitas às instalações desta unidade, tendo sido verificados os tanques e o sistema de lavagem do sal:

- Fomos informados que não são utilizados quaisquer produtos químicos no tratamento do sal;
- Diariamente são descarregados pequenos caudais de água com elevada salinidade, sendo os tanques de lavagem descarregados completamente cerca de duas vezes por ano;
- No período em que foram efetuadas as visitas a unidade não se encontrava em laboração, pelo que os tanques tinham sido completamente descarregados, para operações de limpeza e manutenção.

Tratando-se de águas salgadas, estas não deverão ser conduzidas às ETAR's Municipais, visto tratem-se de sistemas biológicos de tratamento, cuja massa microbiana seria facilmente destruída por ação da salinidade. Contudo, a descarga no sistema pluvial e, conseqüentemente, no meio natural, deverá ser regulada pois grandes caudais de água com elevada salinidade poderão causar algum impacto no meio recetor (apesar deste ser uma massa de água salgada), caso a salinidade do efluente seja muito superior à do meio.

Dever-se-á acompanhar e regulamentar as descargas das águas de lavagem do sal. Apesar das descargas estarem a ser efetuadas no sistema de drenagem municipal, estas águas acabam rapidamente por ser lançadas no meio recetor, pelo que se julga que as entidades responsáveis deverão ser envolvidas neste processo (Parque Natural da Ria Formosa e Agência Portuguesa do Ambiente), nomeadamente, para parecer na definição da norma de descarga.

A situação mantém-se, aguardando definição conjunta de regras de descarga.

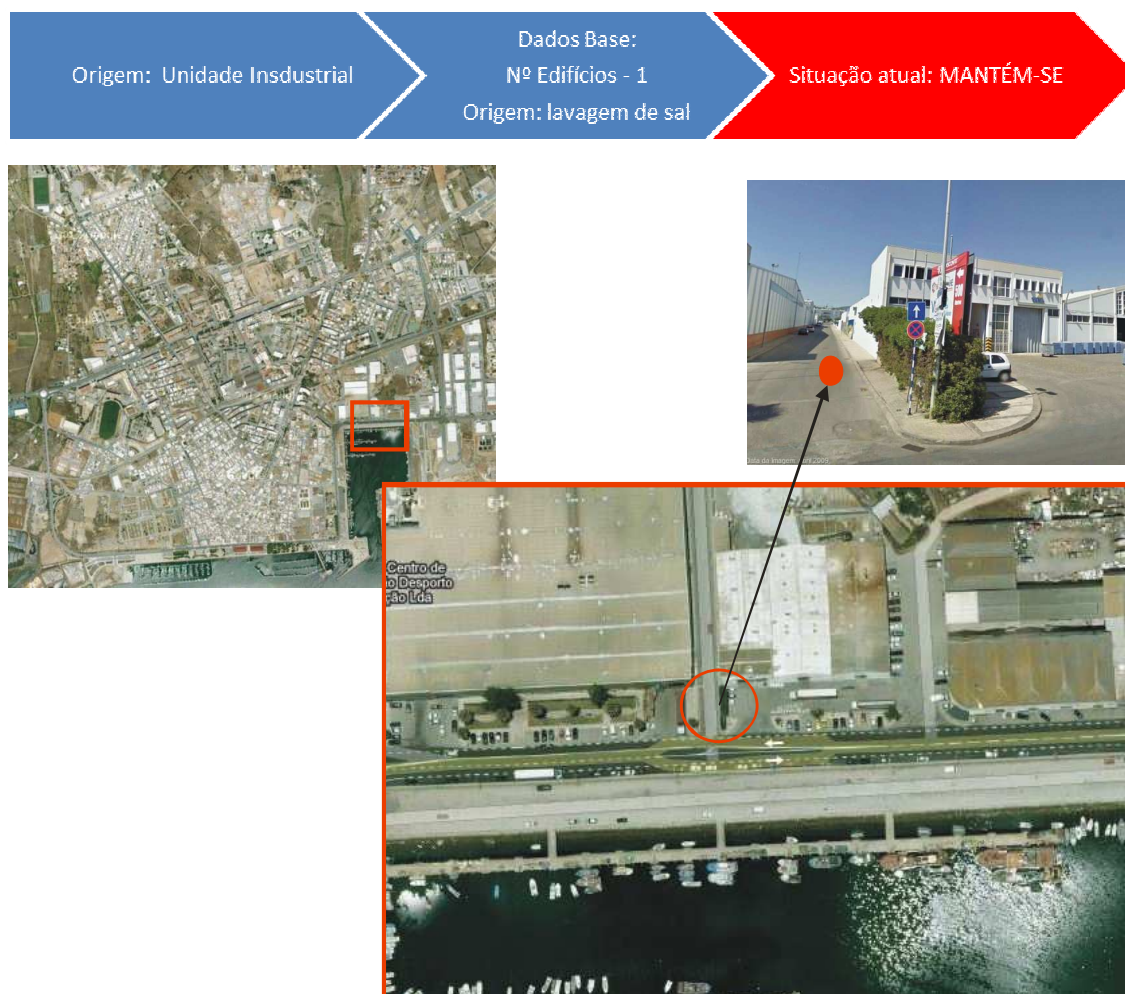


Figura 3.32 – Localização da situação identificada na Zona Industrial 3ª fase – Fábrica do Sal.

Foram também verificadas as ligações existentes na zona frontal da Fábrica do Sal e confirmou-se que o ramal das águas dos sanitários se encontra corretamente ligado ao coletor de águas residuais da Avenida dos Operários Conserveiros. Contudo, também são encaminhadas para a mesma caixa de ramal, parte das águas pluviais da zona descoberta da fábrica, o que deverá ser alterado (implicando alterações no interior da unidade), de forma a evitar a condução desnecessária e inconveniente de águas pluviais para o sistema de tratamento. Não foram aqui detetadas ligações indevidas aos sistemas pluviais.

3.6.3.7 Local: Zona Industrial 3ª fase – Oficina automóvel

Dando continuidade à verificação dos coletores de drenagem de águas pluviais no arruamento referido anteriormente, foram inspecionados os ramais de todos os lotes.

Foram detetados vestígios de óleos na caixa de ramal de pluviais de uma oficina de reparação de automóveis (localizada na Figura 3.33). Através de verificações no interior das instalações confirmou-se que a esta caixa estava ligado um lavatório, suspeitando-se que possam ter sido aí despejados alguns óleos (hipótese que não foi rejeitada pelos funcionários); o proprietário do estabelecimento foi avisado que são estritamente proibidas quaisquer descargas de óleos ou outras substâncias no sistema de drenagem de águas pluviais. Tendo também sido advertido de que teria que ser mudada a ligação detetada à caixa de ramal pluvial, para a caixa de ramal de águas residuais, de forma a evitar a drenagem de águas sujas para o meio recetor, tal foi efetuado pelo proprietário e posteriormente confirmado.



Figura 3.33 – Localização da situação identificada na rede de drenagem da Zona Industrial 3ª fase – Oficina automóvel.

3.6.3.8 Local: Zona Industrial 3ª fase – Diversos armazéns na Av. dos Operários Conserveiros

Relativamente aos armazéns situados em frente ao Porto de Pesca, detetou-se também que quatro destes armazéns têm as suas águas residuais ligadas ao coletor pluvial da Avenida (Figura 3.34), sendo drenadas para o ponto de descarga situado dentro do Porto de Pesca (através do coletor do Brejo). Contudo, verificou-se também que, logo a partir do interior destas instalações, o sistema é unitário, conduzindo águas domésticas e pluviais pela mesma canalização.

A alteração destas ligações, com o estabelecimento da ligação ao coletor doméstico, seria a alternativa adequada. Contudo, não foi efetuada pois conforme descrito no ponto anterior, isso implicaria a drenagem das águas pluviais para o sistema elevatório e de tratamento, solução que também não se afigura conveniente.

Para uma correta separação das águas – pluviais e residuais – torna-se necessária a realização de obras no interior dos armazéns.

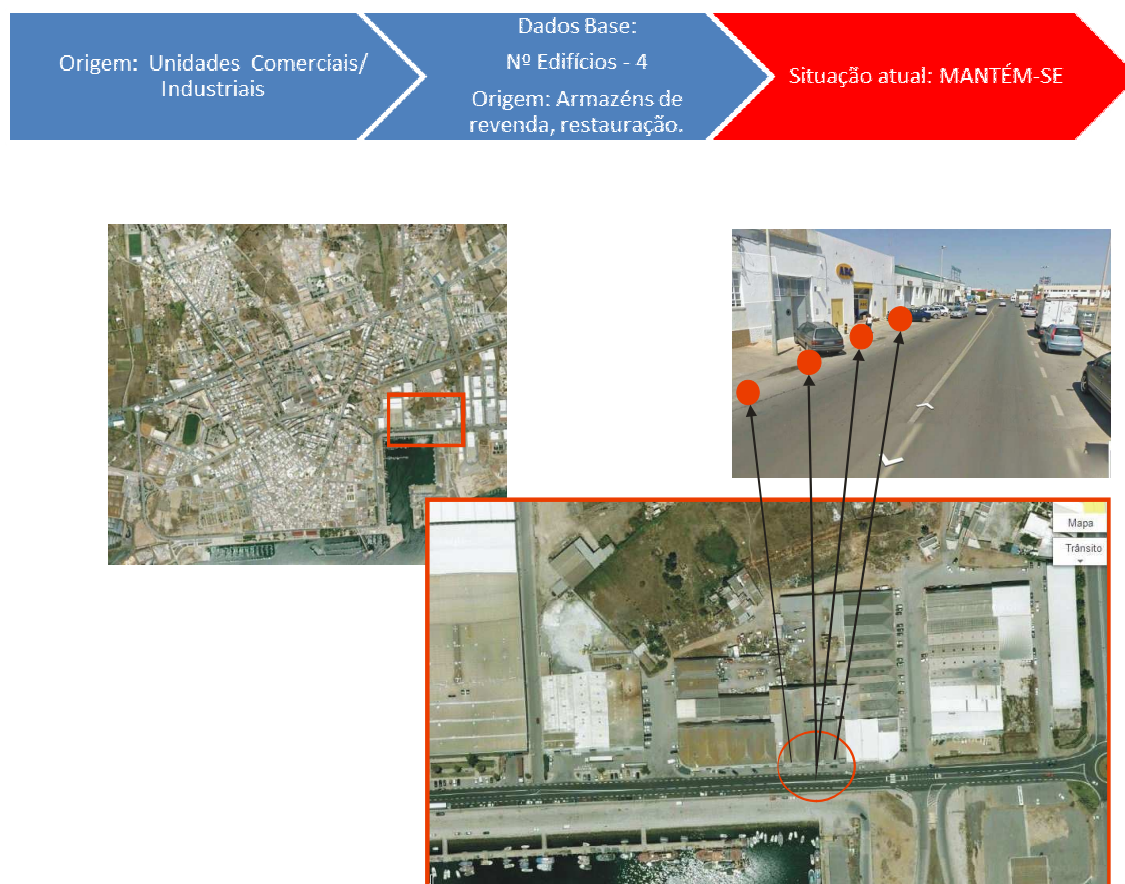


Figura 3.34 – Localização da situação identificada na rede de drenagem da Zona Industrial 3ª fase – armazéns da Av. dos Operários Conserveiros.

Sendo de difícil execução as intervenções necessárias no interior dos armazéns para a separação das águas pluviais e residuais, provavelmente, ter-se-á que a curto prazo optar pela ligação de todas as águas interiores à rede de drenagem de águas residuais, mesmo com o inconveniente da entrada de água pluvial nesta rede. Esta opção será preferível, do ponto de vista ambiental, pois evitará a descarga de águas residuais no meio recetor.

3.6.3.9 *Local: Zona Industrial 3ª fase*

Procedeu-se à verificação do sistema de drenagem do arruamento situado a nascente do citado no ponto anterior, onde se encontram as empresas Rodrigues & Almeida, Lda. e Barranqueiro & Estevão, Lda.

Verificou-se a existência de dois coletores – um doméstico e um pluvial, pelo que seria de esperar que o sistema fosse completamente separativo. Contudo, confirmou-se que ambos se encontravam ligados à primeira caixa de visita do coletor pluvial que se inicia na Avenida dos Operários Conserveiros (e que está ligado ao coletor do Brejo). Desta forma, todas as águas residuais dos armazéns existentes neste arruamento estavam a ser conduzidas para o sistema de drenagem de pluviais.

Também as águas residuais do Bairro do Galinho (situado a Norte) se encontravam ligadas aos pluviais através do coletor doméstico referido anteriormente.

Foram de imediato avaliadas as alternativas para correção desta situação, dado o seu peso negativo significativo:

- em primeiro lugar foi verificada a hipótese de alteração da ligação do coletor doméstico daquele arruamento (que está indevidamente ligado ao pluvial) para o coletor doméstico que se inicia e desenvolve ao longo da avenida; confirmou-se a inexistência de cotas que permitam esta alteração, pois o coletor da avenida encontra-se cerca de 0,5 metros acima;

- em segundo lugar foi efetuado o levantamento das cotas do coletor de águas residuais da Zona Industrial (lado nascente, 1ª/2ª fase), relativamente à caixa de visita situada no centro da rotunda; pretendia-se analisar a hipótese de desvio daquelas águas residuais para o sistema de drenagem da Zona Industrial (embora ainda se trate de uma distância superior a 100 m),

tendo-se verificado a impossibilidade de concretizar esta ligação por inexistência de cotas;

- colocou-se ainda a hipótese de ligação ao sistema de drenagem existente no interior do Porto de Pesca, pelo que foi necessário averiguar o traçado e funcionamento deste sistema, conforme se descreve adiante.

Após análise das diferentes alternativas, optou-se pela remodelação integral da rede de drenagem daquele arruamento, reformulando todo o sistema desde o Bairro do Galinho até à Av. dos Operários Conserveiros (Figura 3.35). Esta intervenção foi realizada em regime de empreitada, por empreiteiro externo, tendo o problema ficado completamente resolvido.



Figura 3.35 – Localização da situação identificada na rede de drenagem da Zona Industrial 3ª fase – Bairro do Galinho e armazéns comércio/indústria.

3.6.3.10 *Local: Avenida dos Operários Conserveiros – Forpescas*

Relativamente à drenagem das águas residuais das instalações do Forpescas, apurou-se que existiu em tempos uma fossa que recebia estas águas, tendo esta situação sido alterada, através da ligação ao sistema de drenagem existente na área do Porto de Pesca.

Por conseguinte, esta situação conduziu-nos à necessidade de uma verificação mais aprofundada no interior do Porto de Pesca.

3.6.3.11 *Local: Instalações do Porto de Pesca de Olhão*

Para verificação da situação referente às águas residuais das instalações do Porto de Pesca, foi efetuada uma visita conjunta ao local, com os responsáveis técnicos do IPTM (Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos), entidade com jurisdição naquela área.

Fomos informados que:

- o sistema de drenagem de águas residuais do Porto está dotado de uma grelhagem mecânica para retenção de sólidos (verificando-se que se encontra fora de serviço);
- está também equipado com um sistema de bombagem para elevar o esgoto gerado nos edifícios da zona nascente do Porto (restaurante, Docapesca, ...)
- após bombagem o esgoto está ligado à rede pública, ao coletor que se desenvolve ao longo da Avenida dos Operários Conserveiros.

Contudo, foram verificadas todas as caixas de visita e não foi encontrada qualquer ligação, pelo que, persistiram algumas dúvidas sobre a forma como esta ligação estava efetuada e a qual dos coletores estaria ligada (doméstico ou pluvial), pelo que se tornou necessário diligenciar no sentido de conseguir esta confirmação.

Foi então solicitado que acionassem as bombas para que se verificasse a qual dos coletores a ligação estava feita, através do aumento de caudal. Fomos informados que o sistema de bombagem estava avariado, o que acontece por vezes, sendo durante estes episódios as águas residuais lançadas diretamente para o interior do Porto, na zona lateral à instalação de grelhagem e bombagem.

Acordou-se então que iriam proceder à reparação das bombas e que contactariam os serviços da autarquia, assim que tivessem o sistema operacional, para que fosse efetuada a verificação da ligação.

Relativamente à zona Poente das instalações do Porto, os esgotos estão ligados a uma caixa que se encontra na estrada em frente ao Grupo Naval de Olhão, que por sua vez liga à primeira caixa do coletor de águas residuais que se inicia frente à Capitania (ressalvando-se que esta caixa se encontra tapada com o pavimento, não tendo sido encontrada).

Após restabelecimento do funcionamento do sistema de bombagem e através de diversos ensaios realizados recorrendo ao uso de traçadores (corantes), foi possível confirmar que o sistema de bombagem se encontrava ligado ao coletor do Brejo, pois as águas da bombagem foram identificadas no ponto de descarga daquele coletor, no interior do Porto de Pesca (Figura 3.36).

Posto isto, verificou-se a necessidade urgente de proceder à correção desta ligação, tendo sido desenvolvidos pelo IPTM os trabalhos necessários para executar uma nova ligação do sistema de bombagem das águas residuais do Porto de Pesca à rede pública de drenagem de águas residuais que se desenvolve ao longo da Av. dos Operários Conserveiros (Figura 3.37). Com esta medida foram desviadas do meio recetor as águas residuais de diversas unidades e armazéns existentes naquela área (restaurante, Docapesca, armazéns de lavagem e processamento do pescado, instalações sanitárias, entre outras). Resolveu-se assim um problema grave que perdurou durante anos, contribuindo para a contaminação da Ria Formosa.

Acresce o facto de recentemente terem sido instaladas no interior do perímetro do Porto de Pesca mais duas unidades industriais de conserva de peixe, estando desta forma as águas residuais destas unidades encaminhadas para destino final adequado.

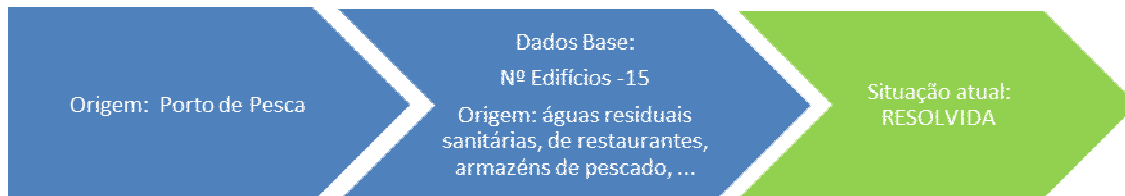


Figura 3.36 – Localização da situação identificada no Porto de Pesca de Olhão.



Figura 3.37 – Ponto de ligação da rede interna do Porto de Pesca à rede pública de drenagem de águas residuais – situação após correção.

3.6.4 Outras bacias de drenagem cujo ponto de descarga se localiza fora do perímetro urbano da cidade de Olhão

3.6.4.1 Local: Urbanização Quinta da Nau

Na sequência de reclamação sobre o aparecimento de águas residuais na linha de água que atravessa a Avenida Calouste Gulbenkian, a nascente da Urbanização Quinta da Nau, confirmou-se a existência de descargas de águas residuais no coletor pluvial, que desagua por baixo do pontão onde atravessa a referida linha de água.

Foi verificada individualmente a situação de cada um dos blocos da Quinta da Nau (Figura 3.38), recorrendo à viatura de desobstrução de coletores que, através da injeção de água limpa e da introdução da mangueira de pressão nos coletores, permitiu concluir como se encontravam feitas as ligações:

- alguns lotes apresentavam as ligações das caixas de ramal aos coletores trocadas, razão pela qual se encontravam a drenar as águas residuais para o coletor pluvial (estes lotes já se encontram completamente habitados);

- os outros lotes já habitados encontram-se ligados de forma correta.

Foram de imediato contactados os construtores, após consulta dos processos de obras e análise dos respetivos projetos das especialidades, tendo estes procedido aos trabalhos necessários à correção da situação.

Relativamente aos lotes ainda em construção, os construtores foram alertados e informados sobre a correta identificação das caixas de ramal.

Foi aspirada a água parada que se encontrava na linha de água que atravessa o caminho de ferro na Avenida Calouste Gulbenkian e procedeu-se à desinfestação de toda a zona contra insetos.

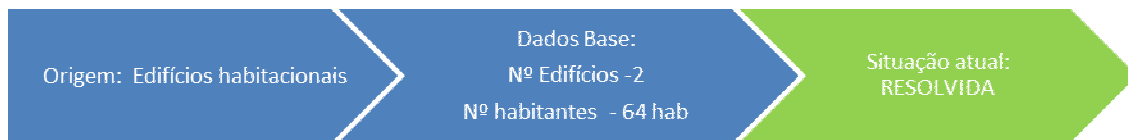


Figura 3.38 – Localização da situação identificada na Urbanização Quinta da Nau.

3.6.4.2 Local: Urbanização Quinta das Âncoras

Na sequência de reclamação sobre o aparecimento de águas residuais junto ao pontão da linha de água que se desenvolve a nascente da Urbanização Quinta das Âncoras, confirmou-se a existência de descargas de águas residuais no coletor pluvial (localização assinalada na Figura 3.39).

Através de diversas inspeções aos coletores pluviais dos vários arruamentos detetou-se que em alguns lotes existem máquinas de lavar e lavatórios cuja drenagem é efetuada para a rede pluvial. Por esta razão e atendendo às deficientes condições de escoamento da linha de água,

acumulam-se águas paradas contendo detergentes, o que promove o desenvolvimento excessivo de vegetação e de pragas de insetos que afetam a zona.

Dever-se-á interditar este tipo de descargas de águas residuais nos coletores pluviais, obrigando a que os moradores efetuem no interior dos seus lotes as alterações necessárias. Foram notificados os moradores, pelo que esta situação aguarda resolução.



Figura 3.39 – Localização da situação identificada na Urbanização das Âncoras.

CAPITULO 4 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÃO

No ponto anterior, foram descritos os resultados obtidos através dos trabalhos de inspeção desenvolvidos nas três grandes bacias de drenagem de águas pluviais da Cidade de Olhão: bacia poente, bacia central e bacia nascente.

Nestas três bacias de drenagem foram identificadas situações de ligações indevidas e anómalas, que causavam a descarga de águas residuais nas redes de drenagem de águas pluviais e, conseqüentemente, na Ria Formosa, meio recetor de elevada sensibilidade.

Na Tabela 3.1 do Anexo I apresenta-se um resumo das situações identificadas, bem como uma estimativa dos caudais de águas residuais em causa, em cada uma das situações identificadas. Estes cálculos foram efetuados da seguinte forma:

- nos casos de águas residuais domésticas, a partir do nº de edifícios e da sua tipologia extrapolou-se o número de habitantes (considerando uma ocupação média por fogo de 4 habitantes); seguidamente considerou-se uma capitação de produção de águas residuais de 160 litros/hab/dia, em conformidade com os critérios de cálculo definidos nos artigos 13º e 123º do Decreto-Regulamentar nº 23/95, de 23 de Agosto;

- nos casos de estabelecimentos comerciais ou industriais, os cálculos da produção de águas residuais basearam-se, sempre que possível, nos consumos médios reais de água, obtidos a partir dos dados de consumo disponíveis na entidade gestora do sistema de abastecimento, o que foi de fácil acesso, uma vez que os serviços de águas e saneamento são comuns.

Com base na análise acima referida, foi possível retirar algumas conclusões importantes para a análise e interpretação do sistema de drenagem de pluviais, bem como sobre o impacte das anomalias identificadas no meio recetor.

Ao nível da bacia de drenagem poente, cujo ponto de descarga se situa na Ria Formosa, frente às instalações da PSP:

- foram identificadas anomalias/ligações indevidas em oito localizações distintas;
- dessas localizações, duas delas carecem de uma análise mais aprofundada e de uma eventual remodelação profunda das redes de drenagem, carecendo de oportunidade financeira para realização do investimento necessário; trata-se da Rua da Cerca e da Rua da Feira;

- relativamente às situações identificadas e resolvidas quantificou-se, por estimativa, um caudal de águas residuais de 51 m³/dia que se encontrava a ser descarregado para o meio recetor e que, atualmente, já foi definitivamente reencaminhado para o sistema de drenagem de águas residuais e para destino final adequado (ETAR Poente).

Ao nível da bacia de drenagem central, cujo ponto de descarga se situa na Ria Formosa, junto ao cais de embarque para as Ilhas:

- foram identificadas anomalias/ligações indevidas em treze localizações distintas;
- todas as situações identificadas foram, à presente data, corrigidas, deixando as águas residuais nelas geradas de ser descarregadas no meio recetor sem tratamento;
- com a resolução das situações identificadas nesta bacia, conduziu-se para o sistema de tratamento de águas residuais um caudal médio diário estimado, na ordem dos 220 m³/dia, que até à realização dos trabalhos aqui descritos, se encontrava a ser descarregado na Ria Formosa; considera-se que se trata de um caudal muito significativo, quando comparado com o referencial ideal, ou seja, inexistência de descargas de águas residuais, sem tratamento, diretamente para o meio recetor (através de ligações indevidas à rede de drenagem de águas pluviais).

Ao nível da bacia de drenagem poente, cujo ponto de descarga se situa no interior do Porto de Pesca:

- foram identificadas anomalias/ligações indevidas em nove localizações distintas;
- das situações identificadas, três carecem de uma análise mais pormenorizada, para confirmação e identificação de solução e uma quarta situação carece de solução conjunta com outras entidades, para definição de condições de descarga, pois trata-se de descarga de águas limpas, mas de elevada salinidade, resultante das operações de lavagem de sal numa unidade industrial;
- com a resolução das situações identificadas nesta bacia, desviou-se para o sistema de tratamento de águas residuais um caudal médio diário estimado, na ordem dos 64 m³/dia.

Para além destes casos, foram também analisadas algumas zonas que drenam para outras bacias de drenagem mais periféricas, sendo o meio recetor o mesmo sistema lagunar, estimando-se que foram detetadas e corrigidas ligações responsáveis por cerca de 10 m³/dia de águas residuais, cujo curso e destino final foi corrigido.

Fica por resolver a situação descrita no caso da Quinta das Âncoras, estando essa resolução em curso.

Em suma, como resultado dos trabalhos desenvolvidos, conseguiu-se até à presente data eliminar a descarga de 346 m³/dia de águas residuais sem tratamento para a Ria Formosa. Considera-se que este foi um contributo importante para a melhoria da qualidade da água do sistema lagunar da Ria Formosa e, conseqüentemente, uma coadjuvação relevante para o incremento da qualidade ambiental deste sistema, bem como, da qualidade de vida de todos os que dele dependem.

O tipo de situações identificadas mostra-nos que muitas das ligações indevidas decorrem da adaptação de antigos sistemas unitários para redes pluviais, com a construção de novas redes domésticas, fazendo com que algumas ligações que tinham sido inicialmente feitas aos sistemas unitários e que deveriam ter sido mudadas para as novas redes de drenagem de águas residuais, acabassem por ficar esquecidas. Esta situação resulta na ocorrência de descargas de águas para o meio recetor, durante vários anos, até que sejam identificadas e corrigidas.

Há cerca de 2 a 3 décadas as preocupações ambientais não estavam tão presentes, o que levava a que não existisse um grande cuidado com estas situações. Por conseguinte, os sistemas eram remodelados e muitas ligações indevidas eram mantidas, por vezes, por mera comodidade, devido à distância de ligação aos coletores residuais ou a dificuldade de cotas. Quando os trabalhos em causa eram mais complexos, muitas vezes, a opção foi a de manter as ligações indevidas aos pluviais. Atualmente, tal procedimento é impensável, sobretudo em zonas urbanas ribeirinhas, nas quais as questões das descargas de águas residuais assumem uma importância significativa, conforme é o caso da cidade de Olhão, cuja temática das descargas dos pluviais é muito sensível, tendo sido ao longo dos anos registadas nos serviços municipais e outras entidades com competências nesta área, inúmeras queixas e participações referentes a episódios de descargas indevidas no meio recetor (Ria Formosa).

Verificou-se que em praticamente todas as ruas inspecionadas foram encontradas ligações incorretas de ramais de águas residuais domésticas a coletores de águas pluviais. Esta situação é preocupante uma vez que a descarga destes efluentes no sistema recetor da Ria Formosa, sem tratamento prévio, é um fator de degradação e poluição deste ecossistema aquático.

No entanto, a maior parte das ligações incorretas encontradas são de fácil alteração, pressupondo apenas a disponibilidade de pessoal adequado a este tipo de trabalhos.

Considera-se que a metodologia apresentada, ainda que pressuponha o dispêndio de verbas e a mobilização constante de um elevado número de funcionários do sector, o que condiciona grandemente a realização de outro tipo de trabalhos, é muito proveitosa na medida em que permite a identificação eficaz de ligações incorretas de ramais de águas residuais a coletores de águas pluviais e vice-versa. Para além disso, a inspeção vídeo a coletores é uma técnica muito útil também no que diz respeito à verificação do estado de conservação do seu interior bem como a identificação de possíveis afluências de água limpa relacionadas com situações de ruturas em condutas de água de abastecimento.

Assim, conclui-se que estes trabalhos de inspeção vídeo e visual a coletores deverão ser efetuados continuamente no sentido de tentar maximizar a resolução dos problemas mencionados. Para além do anteriormente exposto a realização deste tipo de iniciativa contribui grandemente para o conhecimento da rede de drenagem da cidade de Olhão o que se torna bastante importante visto não existir qualquer tipo de cadastro da mesma

Trata-se de um trabalho de persistência, que envolve inúmeras horas de trabalho de campo, para levantamento e inspeção de todas as caixas de visita e de ramal, realizado normalmente nos períodos mais quentes do ano, para aproveitar a inexistência de chuvas que impossibilitam a verificação dos pluviais. Os resultados positivos que têm sido alcançados devem-se ao empenho e motivação de toda a equipa para resolução desta problemática da descarga de águas residuais na Ria Formosa.

É um trabalho moroso e complexo, que não se encontra concluído com tudo o que foi apresentado neste relatório. Este trabalho está a ser desenvolvido de forma contínua e gradual e tem contado com o apoio e interesse incondicional dos vários executivos camarários, bem como, desde 2011, do Conselho de Administração da Ambiolhão, E.M., que se encontra sensibilizado para a importância da minimização e resolução deste problema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Administração da Região Hidrográfica do Tejo, I. P. (2010) *Elaboração do Projecto de Execução para a Remodelação da Rede de Colectores do Sistema de Saneamento de Alcanena*.

Águas do Algarve, S.A. (2013) Editais Trimestrais, disponível em <http://www.aguasdoalgarve.pt/relatorios.php>. Acedido a 2 de maio de 2013.

Almeida, J. R. M. (2007) Poluição por águas pluviais: A qualidade da água em esteiros da Ria de Aveiro e o uso do solo na orla do estuário, Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, Universidade de Aveiro, Aveiro.

Ambiolhão, E. M. (2013) Editais Trimestrais, disponível em <http://www.ambiolhao.pt/site/index.php/ambiente/documentos>. Acedido a 2 de maio de 2013.

AREAL (Agência Regional de Energia e Ambiente do Algarve) (2004) Grelha/Matriz dos Consumos Energéticos dos Concelhos da Região do Algarve, disponível em http://www.areal-energia.pt/gestor/upload_files/publicacoes/livro_grelha_matriz_p_web.pdf. Acedido a 6 de abril de 2013.

Cardoso A., Almeida M.C. e Coelho S.T. (2002) Avaliação do impacto da infiltração no desempenho de sistemas de drenagem urbana, Comunicações do 10º ENaSB: Encontro Nacional de Saneamento Básico, SILUBESA: Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental: uso sustentável da água, 16-19 Setembro, Braga.

Choe, J. S., Bang, K. W. e Lee, J. H. (2002) Characterizations of surface runoff in urban areas, *Water Science & Technology*, **45 (9)**, 249 – 254.

Decreto Lei nº 468/71, de 5 de novembro, Diário da República nº 260/71 – I Série, 1674 – 1680, Ministério da Marinha e das Obras Públicas, Lisboa. Disponível em <http://www.ces.uc.pt/aigaion/attachments/IDL46871.pdf-4d1b39317583e026b9f3b3d54f7281c0.pdf>, acedido a 2 de março de 2013.

Decreto Lei nº 53/74, de 15 de fevereiro, Diário da República nº 39/74 – I Série, 233 – 233, Ministério da Marinha, das Obras Públicas e das Comunicações, Lisboa. Disponível em http://www.portodelisboa.pt/portal/page/portal/PORTAL_PORTO_LISBOA/ACTIVIDADES_DOMINIAIS/LEGISLACAO/DL%2053-74.pdf, acedido a 2 de março de 2013.

Decreto Lei nº 321/83, de 5 de julho, Diário da República nº 152/1983 – I Série, 2245 – 2247, Ministério da Qualidade de Vida, Lisboa. Disponível em <https://dre.pt/pdf1sdip/1983/07/15200/24252427.pdf>, acedido a 2 de março de 2013.

Decreto Lei nº 89/87, de 26 de fevereiro, Diário da República nº 48/87 – I Série, 858 – 860, Ministério do Plano e da Administração do Território, Lisboa. Disponível em <http://www.dre.pt/pdf1s/1987/02/04800/08580860.pdf>, acedido a 2 de março de 2013.

Decreto-Lei nº 373/87, de 9 de dezembro, Diário da República nº 282/1987 – I Série, 4257 – 4263, Ministério do Planeamento e da Administração do Território, Lisboa. Disponível em

<http://dre.pt/pdf1sdip/1987/12/28200/42574263.pdf>, acessido a 2 de março de 2013.

Decreto Lei nº 93/90, de 19 de março, Diário da República nº 65/1990 – I Série, 1350 – 1354, Ministério do Planeamento e da Administração do Território, Lisboa. Disponível em <http://dre.pt/pdf1sdip/1990/03/06500/13501354.pdf>, acessido a 2 de março de 2013.

Decreto-Lei n.º 207/94, de 6 de Agosto, Diário da República nº 181/1994 – I Série - A, 4491 – 4495, Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, Lisboa. Disponível em <http://dre.pt/pdf1sdip/1994/08/181a00/44914495.PDF>, acessido a 2 de março de 2013.

Decreto-Lei nº 152/97, de 19 de junho, Diário da República nº 139/1997 – I Série - A, 2959 – 2966, Ministério do Ambiente, Lisboa. Disponível em <http://dre.pt/pdf1s/1997/06/139A00/29592967.pdf>, acessido a 2 de março de 2013.

Decreto Lei nº 236/98, de 1 de agosto, Diário da República nº 176/1998 – I Série - A, 3676 – 3722, Ministério do Ambiente, Lisboa. Disponível em http://www.drapn.min-agricultura.pt/drapn/conteudos/fil_legisla/Dec-Lei_236_1998.pdf, acessido a 2 de março de 2013.

Decreto Lei nº 364/98, de 21 de novembro, Diário da República nº 270/1998 – I Série - A, 6280 – 6281, Ministério do Equipamento, do Planeamento e da Administração do Território, Lisboa. Disponível em <http://dre.pt/pdf1sdip/1998/11/270A00/62806281.pdf>, acessido a 2 de março de 2013.

Decreto-Lei nº140/99, de 24 de abril, Diário da República nº 96/1999 – I Série - A, 2183 - 2212, Ministério do Ambiente, Lisboa. Disponível em <http://dre.pt/pdf1sdip/1999/04/096A00/21832212.PDF>, acessido a 2 de março de 2013.

Decreto-Lei nº 384-B/99, de 23 de setembro, Diário da República nº 223/1999 – I Série - A, 6644 (2) – 6644 (23), Ministério do Ambiente, Lisboa. Disponível em http://www.drapn.min-agricultura.pt/drapn/ela/fic_leg/DL_384_B_99.pdf, acessido a 2 de março de 2013.

Decreto-Lei nº 149/2004, de 22 de junho, Diário da República nº 145/2004 – I Série - A, 3805 – 3809, Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente, Lisboa. Disponível em <http://dre.pt/pdf1s/2004/06/145A00/38053809.pdf>, acessido a 2 de março de 2013.

Decreto-Lei nº 197/2005 de 8 de novembro, Diário da República nº 214/2005 – I Série - A, 6411 - 6438, Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Lisboa. Disponível em <http://dre.pt/pdf1s/2005/11/214A00/64116439.pdf>, acessido a 2 de março de 2013.

Decreto Lei nº 166/2008, de 22 de agosto, Diário da República nº 162/2008 – 1ª Série, 5865 – 5884, Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Lisboa. Disponível em <http://dre.pt/pdf1s/2008/08/16200/0586505884.pdf>, acessido a 2 de março de 2013.

Decreto Lei nº 115/2010, de 22 de outubro, Diário da República nº 206/2010 – I Série, 4757 – 4764, Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, Lisboa. Disponível em <http://dre.pt/pdf1sdip/2010/10/20600/0475704764.pdf>, acessido a 2 de março de 2013.

Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de agosto, Diário da República n.º 194/95 – I Série B, 5284 – 5319, Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, Lisboa. Disponível em <http://dre.pt/pdf1sdip/1995/08/194b00/52845319.PDF>, acessado a 2 de março de 2013.

Diretiva n.º 76/160/CEE do Conselho, de 8 de dezembro de 1975, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L031/01 – L031/07

Diretiva 79/409/CEE do Conselho, de 2 de abril de 1979, Jornal Oficial; L103/01 – L103/18, Disponível em <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31979L0409:PT:HTML>
Acedido a 2 de março de 2013

Diretiva 80/778/CEE do Conselho, de 15 de julho de 1980, Jornal Oficial, L229/11 – L229/29, Disponível em <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31980L0778:PT:HTML>
Acedido a 2 de março de 2013

Diretiva 91/271/CEE do Conselho de 21 de maio de 1991, Jornal Oficial; L135/40 – L135/52, Disponível em <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31991L0271:PT:HTML>
Acedido a 2 de março de 2013

Diretiva 92/43/CE do Conselho, de 21 de maio de 1992, Jornal Oficial; L206/07 – L206/50, Disponível em <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31992L0043:PT:HTML>
Acedido a 2 de março de 2013

Diretiva 98/83/CE do Conselho, de 3 de novembro de 1998, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L330/32 – L330/54, Disponível em <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1998:330:0032:0054:PT:PDF>
Acedido a 2 de março de 2013

Diretiva n.º 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2000, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L327/1 – L327/72

Diretiva 2006/7/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de fevereiro de 2006, Jornal Oficial da União Europeia, L64/37 – L64/51

Diretiva n.º 2007/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2007, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L288/27 – L288/34

EPA [Environmental Protection Agency] (2013) Combined Sewer, disponível em: <http://www.epa.state.oh.us/dsw/cso/csoindex.aspx>, acessado a 15 de Abril de 2013.

Ferreira F. (2006) Modelação e gestão integrada de sistemas de águas residuais, Dissertação de Doutoramento, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

Ferreira, F., Matos, J. e Sebastião, A. (2006) Controlo de qualidade de escorrências pluviais da cidade de Lisboa, Atas do 12º Encontro Nacional de Saneamento Básico – EnaSB, Cascais, 24 a 27 de outubro de 2006.

Ferreira, F. e Matos, J. S. (2012) Qualidade de águas pluviais na zona baixa de Alcântara, em Lisboa, Revista Recursos Hídricos, Associação Portuguesa de Recursos Hídricos (APRH), **33** (2), 59 – 72.

Field, R., Sullivan, D., Tafuri A. N. (2003) Management of Combined Sewer Overflows, Boca Raton, Lewis Publishers.

Gnecco, I., Beretta, C., Lanza, L. G. e La Barbera, P. (2005) Storm water pollution in the urban environment of Genoa, Italy, *Atmospheric Research*, **77**, 60 – 73.

Google – Banco de Imagens (2013), disponível em: <http://www.google.pt>, acessido a 4 de Abril de 2013.

Gromaire-Mertz, M. C., Garnaud, S., Gonzalez, A., Chebbo, G. (1999) Characterisation of urban runoff pollution in Paris, *Water Science and Technology*, **39**(2), 1 – 8.

Hvitved-Jacobsen, T., Vollertsen, J. e Haaning N. A. (2010) *Urban and Highway Stormwater Pollution: Concepts and Engineering*; CRC Press.

Indaqua (2013) Perguntas Frequentes; O que são Testes de Fumo, disponível em: <http://www.indaquavconde.pt/pt/perguntas-frequentes/testes-de-fumo/>. Acessido a 2 de Abril de 2013.

Instituto de Conservação da Natureza e da Biodiversidade (ICNB) (2006) Relatório do Plano Setorial da Rede Natura 2000, Lisboa.

Instituto Nacional de Estatística (INE) (2004) Anuário Estatístico da Região do Algarve 2003.

Instituto Nacional de Estatística (INE) (2012) Censos 2011 – Resultados definitivos da região do Algarve, disponível em http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_main. Acessido a 5 de abril de 2013.

Leal, G., Borges, O., Figueiredo, A., Oliveira, A. (1995) Plano Director Municipal: Caracterização do Solo, Sub-Solo e Recursos Naturais, Câmara Municipal de Olhão.

Lei nº 11/87, de 7 de abril, Diário da República nº 81/1987 – I Série, 1386 – 1397, Assembleia da República, Lisboa. Disponível em <http://netresiduos.trace.pt/resources/docs/legislacao/resgeral/111.87de7abr.pdf>, acessido a 2 de março de 2013.

Lei nº 13/2002, de 19 de fevereiro, Diário da República nº 42/2002 – I Série - A, 1324 – 1340, Assembleia da República, Lisboa. Disponível em http://www.dgpj.mj.pt/DGPJ/sections/leis-da-justica/pdf-lei/1-13-2002/downloadFile/file/L_13_2002.pdf?nocache=1181047250.11, acessido a 2 de março de 2013.

Lei nº 16/2003, de 4 de junho, Diário da República nº 129/2003 – I Série - A , 3343 – 3349, Assembleia da República, Lisboa. Disponível em <http://www.ces.uc.pt/aigaion/attachments/IL162003.pdf-de1cc8329886534c6c36c4e17d99a906.pdf>, acessado a 2 de março de 2013.

Lei nº 54/2005, de 15 de novembro, Diário da República nº 219/2005 – I Série - A, 6520 – 6525, Assembleia da República, Lisboa. Disponível em <http://dre.pt/pdf1s/2005/11/219A00/65206525.pdf>, acessado a 2 de março de 2013.

Lei nº 58/2005, de 29 de dezembro, Diário da República nº 249/2005 – I Série - A, 7280 – 7310, Assembleia da República, Lisboa. Disponível em <http://www.dre.pt/pdf1sdip/2005/12/249A00/72807310.PDF>, acessado a 2 de março de 2013.

Lourenço, R. (2002) *Determinação da poluição difusa afluyente a uma linha de água: Validação das metodologias habitualmente utilizadas no cálculo das cargas de poluição difusa para bacias hidrográficas nacionais*; 6º Congresso da Água; 2002.

Marques, A. S., Lima, J. P., Sousa, J., Simões, N. E. e Pina, R. (2013) Hidrologia Urbana – Sistemas de drenagem de águas pluviais urbanas, Série “Cursos Técnicos”, **2**, Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR), Lisboa, Portugal.

Matos, J. S. (2003) Aspectos históricos a actuais da evolução da drenagem de águas residuais em meio urbano, Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura do Instituto Superior Técnico, Engenharia Civil, **16**.

Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas (MADRP) (2009) Desenvolvimento Sustentável das Zonas Costeiras do Sotavento Algarvio: Município de Olhão, FundEuropa, ProMar.

Montes, R. M. e Leite, J. F. (2009) A drenagem urbana de águas pluviais e seus impactos – Cenário atual da Bacia do Córrego Vaca-Brava Goiânia-Go, Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Católica de Goiás, Brasil.

Nascimento, N. O. e Heller, L. (2005) Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento, *Eng. Sanitária Ambiental*, **10(1)**, 36 – 48.

Ramísio, P. (2007) *Retenção de metais pesados de escorrências rodoviárias por filtração reactiva*; Dissertação de Doutoramento em Engenharia, especialização em Engenharia Civil, Universidade do Minho.

Reis, R. P. A., Oliveira, L. H. e Sales, M. M. (2005) Proposição de parâmetros de dimensionamento e avaliação de poço de infiltração de água pluvial, 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABESB – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.

Resolução do Conselho de Ministros nº 142/97, de 28 de agosto, Diário da República nº 198/1997 – I Série - B, 4462 – 4475, Presidência do Conselho de Ministros, Lisboa. Disponível em <http://dre.pt/pdf1s/1997/08/198B00/44624475.pdf>, acessado a 2 de março de 2013.

Santos, D. M. G. e Márcia, L. (2003) Águas pluviais e poluição difusa em meios urbanos, Escola Superior de Tecnologia, Tecnovisão. - Faro : Escola Superior de Tecnologia, 1994, **14**, 27-29.

Taebi, A. e Droste, R. L. (2004) Pollution loads in urban runoff and sanitary wastewater, *Science of the Total Environment*, **327**, 175 – 184.

Vale, A. H. (2011) Qualidade de Águas Pluviais em Meio Urbano – Caso de estudo do parque de estacionamento do Instituto Superior Técnico, Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.

Wikipedia (2013) Cerro da Cabeça, disponível em

http://pt.wikipedia.org/wiki/Cerro_da_Cabe%C3%A7a. Acedido a 2 de abril de 2013.

ANEXO I

Tabela resumo das situações identificadas e estimativa dos caudais de águas residuais envolvidos em cada caso identificado no Capítulo 3