



Guia Técnico

Afluências Indevidas em Sistemas de Drenagem Urbana

- Aspectos Gerais e Metodológicos -

Maria David, Vanda Barroso

Dezembro, 2017

**Grupo de Trabalho de Infraestruturas de Águas
PPA | PTPC**



Autoria: Eng.^a Maria David e Eng.^a Vanda Barroso
Área de Afluências Indevidas
Departamento de Gestão de Perdas e Afluências
Direcção de Gestão Ativos
EPAL, Empresa Portuguesa das Águas Livres S.A.

Nota: As fotos constantes deste Guia Técnico são propriedade da EPAL-LVT

Enquadramento:

O presente Guia Técnico foi objecto de análise, discussão, comentário e revisão em sede do **Grupo de Trabalho de Infraestruturas de Águas (GTIA)**, tendo igualmente merecido comentários e contributos das entidades associadas da Parceria Portuguesa para a Água (PPA) e da Plataforma Tecnológica Portuguesa da Construção (PTPC).

Membros do GTIA PPA|PTPC que contribuíram para o presente Guia Técnico:

- Eng. Francisco Serranito, *Coordenador* (EPAL)
- Eng. Carlos Raposo, (Sisáqua - Grupo Consulgal)
- Eng. Luís David, (LNEC)
- Eng. Luís Silveira e Silva, (COBA)
- Prof. José Saldanha Matos, (IST)
- Eng.^a Inês Trindade, (PPA)

Notas preambulares



Eng. José Sardinha

Presidente da EPAL

O forte investimento que, na última década e meia, foi realizado em Portugal ao nível da construção de novas infraestruturas no setor da água, permitiu resolver, na generalidade e com grande eficácia, as necessidades essenciais, pelo que, atualmente, o enfoque das entidades gestoras do setor é direcionado para a adequada gestão dos respetivos ativos, bem como para a melhoria quer da eficiência operacional quer da qualidade dos serviços prestados.

Neste contexto, o controlo de aflúências indevidas assume particular relevância no que diz respeito à gestão dos sistemas de drenagem urbana, constituindo uma das áreas de atuação prioritária no âmbito do PENSAAR 2020.

A importância crescente da vertente das aflúências indevidas na atividade saneamento motivou, quando da constituição da empresa Águas de Lisboa e Vale do Tejo (hoje Águas do Vale do Tejo), cuja gestão está delegada na EPAL, a criação de uma área funcional especificamente dedicada ao estudo e tratamento desta temática. Face às lacunas em termos de documentação, em língua Portuguesa, sobre a matéria, resultou clara a necessidade de desenvolver um guia orientador com o objetivo de contribuir para um entendimento comum no seio da empresa e para a utilização de uma linguagem uniforme sobre este tema.

O documento então elaborado (final de 2015), não obstante assumir algum enfoque operacional na perspetiva da empresa, pretendeu também facultar possíveis abordagens e estabelecer metodologias para o controlo de aflúências indevidas, permitindo o seu diagnóstico e a avaliação de soluções para a respetiva minimização.

Uma vez que a EPAL integra o Grupo de Trabalho para as Infraestruturas de Águas, promovido conjuntamente pela Parceria Portuguesa para a Água e a Plataforma Tecnológica Portuguesa para a Construção e que, nesse grupo, foi identificada a necessidade de produzir um documento sobre a temática das aflúências indevidas, considerou-se que o trabalho já desenvolvido pela EPAL/LVT poderia constituir a base desse documento.

Assim, colocou-se um desafio às autoras no sentido de elaborar um documento resumido, de leitura simples e breve, que pudesse expor os principais conceitos visando a sua divulgação pública, de forma a poder constituir uma base metodológica de atuação para o controlo de aflúências indevidas por parte dos diversos intervenientes na gestão de sistemas de saneamento.

Este documento, que incorpora também a contribuição dos elementos do GTIA PPA/PTPC, é o resultado desse trabalho pioneiro. Esperamos que possa ser útil!

Prof. Francisco Nunes Correia

Presidente da PPA, 2011-2017

É com todo o gosto que a Parceria Portuguesa para a Água, no âmbito do Grupo de Trabalho para a Indústria da Água que a PPA dinamiza em conjunto com a Plataforma Tecnológica Portuguesa da Construção, se associa à publicação do presente guia técnico. Este documento foi desenvolvido com base num

relatório prévio elaborado pela EPAL e enriquecido no seio do referido Grupo. É devido um agradecimento àquela empresa pela iniciativa e pela excelente base de trabalho que proporcionou.



Para além da importância e oportunidade do tema em questão, especialmente num momento em que se evolui para um paradigma em que a eficiência na gestão de ativos assume um carácter primordial, este documento técnico reflete a já muito rica experiência portuguesa no setor dos serviços de águas e, neste caso particular, na gestão de ativos deste setor. A divulgação desta experiência é muito útil e contribui decisivamente para a internacionalização do cluster português da água, que a PPA promove e apoia, e que constitui, mesmo, o seu principal desígnio.



Eng.ª Rita Moura

Presidente da Comissão Executiva da PTPC

A constituição de um grupo de trabalho conjunto com a Plataforma Tecnológica Portuguesa da Construção dedicado às especificidades das Infraestruturas de Águas foi um desafio prontamente aceite pela PPA.

Contando com representantes de membros de ambas Associações, os trabalhos têm-se desenrolado deste 2015, sendo actualmente coordenados pelo Eng. Francisco Serranito da EPAL, cujo reconhecimento gostaria de igualmente aqui deixar nota.

O presente Guia Técnico, mérito dos seus autores mas muito beneficiado pelo *know-how da EPAL* e pelos contributos dos membros deste grupo de trabalho, surge na melhor tradição da PTPC em procurar disponibilizar ao tecido técnico-empresarial nacional conteúdos de elevada qualidade, actualidade e com uma orientação eminentemente prática.

Afluências Indevidas em Sistemas de Drenagem Urbana

- Aspectos Gerais e Metodológicos -

Índice

1. Introdução.....	6
2. Sistemas de drenagem urbana	8
3. Afluências de caudais indevidos	9
3.1 Considerações gerais.....	9
3.2 Afluências de caudais pluviais.....	11
3.3 Afluências de caudais domésticos.....	12
3.4 Afluências de caudais industriais.....	13
3.5 Afluências de maré.....	14
3.6 Afluências de caudais de infiltração.....	15
4. Metodologias aplicadas à identificação e controlo de afluências indevidas.....	16
4.1 Considerações gerais.....	16
4.2 Afluências de caudais pluviais.....	17
4.3 Afluências de caudais domésticos.....	19
4.4 Afluências de caudais industriais.....	21
4.5 Afluências de maré.....	22
4.6 Afluências de caudais infiltração	25
5. Referências bibliográficas	27
ANEXO I - Resumo dos pontos de entrada das afluências indevidas e principais consequências	28

Figuras

Figura 2.1 – Tipos de sistemas de drenagem urbana	8
Figura 3.1 - escoamento em alturas de precipitação. Adaptado ²	9
Figura 3.2 - Infiltração pelas juntas dos anéis da câmara de visita.....	9
Figura 3.3 - Pormenor de intrusão de raiz na junta do coletor.....	9
Figura 3.4 – Tipos de afluências indevidas aos sistemas de drenagem urbana.....	10
Figura 3.5 – Descarregador tipo murete em tempo seco	11

Figura 3.6 – Entrada em carga de uma câmara de descarregador e do coletor pluvial, durante um evento de precipitação	12
Figura 3.7– Câmara de controlo de caudal (tipo Vórtex)	12
Figura 3.8 – Câmara de descarregador com comporta	12
Figura 3.9 – Coletor pluvial e unitário da câmara do descarregador	12
Figura 3.10 - Descarga indevida numa massa de água	13
Figura 3.11 - Descarga indevida afluyente à ETAR de Beirolas.....	14
Figura 3.12 - Confirmação da descarga numa câmara de visita a montante.....	14
Figura 3.13 - Ponto de descarga no rio Tejo, com válvula de maré a montante (Rio Seco)	14
Figura 3.14 – Câmara de válvulas de maré (Rio Seco).....	14
Figura 4.1 – Verificação cadastral das redes de drenagem	18
Figura 4.2- Verificação do funcionamento de uma estação elevatória	18
Figura 4.3 – Volume pluvial afluyente a cada bacia de drenagem para um determinado evento de precipitação (exemplo: sistema de São João da Talha).....	19
Figura 4.4 – Descarga de caudais domésticos através da rede pluvial	20
Figura 4.5- Descarga direta de caudais domésticos na linha de água	20
Figura 4.6 - Colocação de amostrador disfarçado para amostragem de ligação indevida	22
Figura 4.7 – Instalação de uma sonda de condutividade numa EE	23
Figura 4.8 – Medição pontual de condutividade na rede de drenagem	23
Figura 4.9 - Registos diários de condutividade numa EE (em maré baixa e maré alta)	23
Figura 4.10 – Estimativa de caudal de infiltração com bases nos registos diários de caudal.....	25
Figura 4.11 – Amostras de água residual recolhida ao longo de um dia	26

Quadros

Quadro 4-1 – Tabela de valores de condutividade para soluções padrão a 25° C (microSiemens/ cm).....	242
Quadro 4-2 – Tabela de volume diário bombado numa estação elevatória face ao aumento do nível de maré	244

Afluências Indevidas em Sistemas de Drenagem Urbana

- Aspectos Gerais e Metodológicos -

1. Introdução

A problemática das ligações ou descargas indevidas nos sistemas de drenagem urbana é reconhecida pelas entidades gestoras como uma causa importante para o fraco desempenho e degradação dos sistemas, assim como para a faturação elevada de caudais aos sistemas municipais. Dada a natureza das afluências indevidas e o seu carácter dinâmico, é difícil conhecer a dimensão do problema, havendo frequentemente apenas a evidência de um número desconhecido de ligações ou descargas indevidas.

Apesar da implementação de um plano para redução de afluências indevidas não ser de carácter geral, sendo necessário adaptá-lo a cada caso específico, é possível adoptar uma metodologia comum para encarar o problema. O plano tem por principais etapas a identificação e avaliação da dimensão do problema (diagnóstico), a definição de soluções e respetiva análise de viabilidade (técnica e económica), a implementação da solução definida e monitorização dos resultados.

As afluências indevidas são muito distintas quanto a comportamentos e a efeitos, assim como o seu local de entrada na rede e as soluções a serem adotadas para a sua mitigação. A existência de ligações pluviais é facilmente detetável através da monitorização de caudais que evidenciam a existência de picos de caudal associados a eventos pluviométricos. Em muitos casos estas ocorrências são agravadas com caudais de infiltração significativos causando a sobrecarga hidráulica dos sistemas com várias consequências nefastas associadas, tais como a degradação da infraestrutura, inundações ou descargas sem tratamento adequado. O excesso de caudal resulta ainda no aumento de custos de exploração e na redução da eficiência dos sistemas de tratamento. Para além das afluências indevidas diretamente relacionadas com eventos de precipitação (Infiltração/Afluxo), existem afluências indevidas provenientes de ligações industriais aos coletores domésticos.

A entrada de maré constitui também uma afluência indevida que ocorre frequentemente nas zonas ribeirinhas e junto à costa marítima a partir de pontos de descarga da rede de drenagem ligados diretamente ao meio recetor. Identificam-se ainda como ligações indevidas, as domésticas ou industriais impróprias ao coletor pluvial, ou diretamente ao meio recetor.

Dada a dispersão espacial e dinâmica das ligações indevidas nas redes de drenagem, não será viável um levantamento exaustivo, pelo que se recomenda a utilização de metodologias de diagnóstico expeditas para avaliação da magnitude do problema, priorização de zonas mais afetadas e planeamento de intervenções.

O desenvolvimento de ferramentas para a monitorização de caudais (operacional, faturação e temporária) e para o cálculo de indicadores de desempenho será de extrema relevância para a rápida deteção e quantificação do problema.

O atual documento apresenta os princípios gerais sobre afluências indevidas, principais ferramentas e metodologias para a gestão desta problemática e encontra-se organizado da seguinte forma: definição de sistemas de drenagem urbana (Capítulo 2); principais tipologias de afluências indevidas (Capítulo 3) e as metodologias aplicadas à identificação e controle de afluências indevidas (Capítulo 4).

2. Sistemas de drenagem urbana

Os sistemas de drenagem urbana têm como principais objetivos:

- Recolher e transportar as águas residuais até um local apropriado para efeitos de tratamento (ETAR) e de descarga final;
- Conduzir as águas pluviais provenientes essencialmente do escoamento de áreas impermeáveis, prevenindo a ocorrência de inundações;
- Assegurar condições de descarga compatíveis com os objetivos de qualidade dos meios recetores.

As principais componentes de um sistema de drenagem são a rede de coletores (rede de drenagem urbana), ETAR e meio recetor. Estes elementos devem ser considerados conjuntamente como um sistema integrado. Em alguns sistemas poderão existir estações elevatórias (EE) ao longo da rede de coletores que permitam a elevação de caudal quando necessário.

Os sistemas de drenagem urbana classificam-se em diferentes tipos consoante as águas residuais que drenam. Os sistemas unitários recolhem e drenam a totalidade das águas residuais domésticas e as pluviais numa única rede de coletores. Os sistemas separativos domésticos recolhem e drenam as águas residuais domésticas, industriais e comerciais. Os sistemas separativos de águas pluviais recolhem e drenam apenas águas pluviais. Os sistemas pseudo-separativos recolhem e drenam as águas residuais domésticas, industriais e comerciais, e excecionalmente, águas pluviais de pequenas áreas como por exemplo de logradouros e pátios. Nos sistemas mistos, parte da rede funciona como um sistema unitário e parte como separativo.



Figura 2.1 – Tipos de sistemas de drenagem urbana

Um exemplo de sistemas mistos são os sistemas de rede em “baixa” que ligam à rede em “alta”. Nestes sistemas existem frequentemente redes de drenagem unitárias (rede em “baixa”) que descarregam em coletores separativos domésticos designados por emissários ou intercetores (rede em “alta”) que encaminham as águas residuais para a ETAR.

O ponto de passagem de uma rede unitária para um sistema separativo materializa-se, frequentemente, num descarregador que permite o transporte de todo o caudal afluente em tempo seco e possibilita a descarga do excedente pluvial em tempo húmido para o respetivo coletor pluvial.

3. Afluências de caudais indevidos

3.1 Considerações gerais

As afluências indevidas são muito distintas quanto a comportamentos e a efeitos, assim como o seu local de entrada na rede e as soluções a serem adotadas para a sua mitigação. A terminologia I/A (Infiltração/Afluxo) designa duas das formas de entrada de águas indevidas nos coletores e é comumente utilizada na sua versão anglo-saxónica I/I (*Infiltration/Inflow*), definindo a entrada de água nos coletores resultante de eventos de precipitação ou dos níveis freáticos. Segundo Belhadj¹, Afluxo provém de ligações indevidas, geralmente às câmaras de visitas, provocando picos nos valores de caudal diretamente relacionados com eventos de precipitação. Infiltração provém de águas subterrâneas, infiltrando-se nos coletores através de fissuras, ligações mal executadas entre juntas, e/ou outras anomalias. Supostamente deverá variar lentamente, de acordo com as variações sazonais do nível freático.

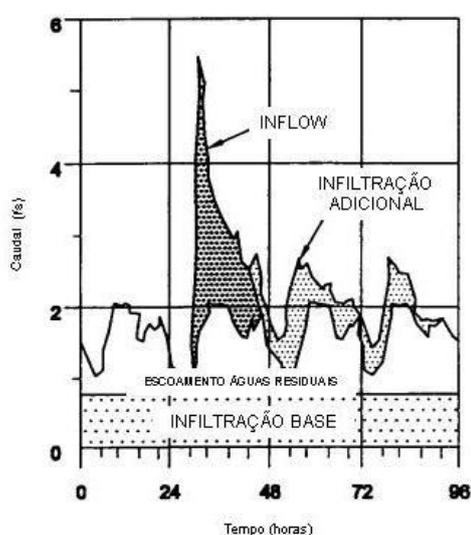


Figura 3.1 - Escoamento em alturas de precipitação. Adaptado²

Como se verifica pela Figura 3.1, é comum a existência de infiltração adicional à infiltração base que ocorre após o evento de precipitação terminar e tem uma duração variável dependendo das características da respetiva bacia de drenagem, como a área, percentagem de impermeabilização, inclinação média, características hidrogeológicas do solo, estado de conservação das redes, entre outros. A duração de fenómenos de infiltração é geralmente mais longa do que os fenómenos de Afluxo. A infiltração tem normalmente um maior significado durante o inverno.

Na Figura 3.2 e Figura 3.3 apresentam-se duas ilustrações de infiltração base em câmara de visita e coletor em tempo seco, devido a má condição estrutural.

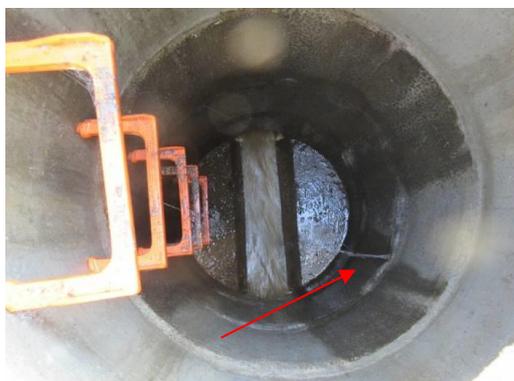


Figura 3.2 - Infiltração pelas juntas dos anéis da câmara de visita



Figura 3.3 - Pormenor de intrusão de raiz na junta do coletor

Em alguns sistemas de drenagem poderão ainda ser observadas entradas de infiltração direta decorrente de bombagens realizadas para rebaixamento dos níveis freáticos. Este fenómeno tem um carácter esporádico e poderá levar a um incremento significativo da infiltração.

Outro tipo de afluências indevidas são as entradas de maré na rede de drenagem através de pontos de descarga ligados diretamente ao meio recetor, e de infiltração de água salina através de anomalias estruturais nos coletores. Alguns autores consideram a entrada de maré como Afluxo. Contudo, dada a previsibilidade da sua ocorrência, os diferentes impactes causados e o modo de entrada na rede (através de pontos de descarga da rede pluvial), justifica-se que se considere uma afluência distinta de I/A.

As ligações de águas residuais industriais não autorizadas ou com características inadequadas aos sistemas de drenagem urbana constituem igualmente uma afluência indevida com significativo impacte ao nível do desempenho da rede de drenagem e ETAR (hidráulico e processual), e com repercussões negativas no meio recetor. Para além destas afluências indevidas, existem ainda as provenientes de ligações domésticas ao coletor pluvial, ou diretamente ao meio recetor.

Na Figura 3.4 apresenta-se um resumo dos diferentes tipos de afluências indevidas aos sistemas de drenagem urbana, cuja caracterização detalhada é apresentada nas seguintes seções do presente capítulo. No Anexo I apresenta-se um quadro de resumo das principais consequências e locais de entrada das afluências indevidas.

AFLUÊNCIAS INDEVIDAS	I/A	Infiltration	Infiltração de Base	Infiltração de água do subsolo e aquíferos	
				Infiltração da exfiltração de coletores cruzados	
			Infiltração direta	Desvio de águas superficiais e subterrâneas Ligações de bombagens para rebaixamento dos níveis freáticos	
			Infiltração induzida pela precipitação	Infiltração através das câmaras de visita Infiltração devido a exfiltração de coletores pluviais	
		Inflow	Inflow induzido pela precipitação		Escoamento devido a ligações ilícitas
					Escoamento superficial que entra através das tampas de câmaras de visita
	Industriais	Domésticos		Ligações indevidas diretamente ao coletor pluvial Ligações indevidas diretamente ao meio recetor	
		Sem licença de descarga		Ligações indevidas diretamente ao coletor doméstico sem licença de descarga	
				Ligações indevidas diretamente ao coletor pluvial sem licença de descarga	
				Ligações indevidas diretamente ao meio recetor sem licença de descarga	
		Com licença de descarga		Ligações com licença de descarga mas que não cumprem os parâmetros de qualidade estabelecidos	
		Maré		Entradas diretas no coletor doméstico através de pontos de descarga ligados ao meio recetor	
				Infiltração de água salina	

Figura 3.4 – Tipos de afluências indevidas aos sistemas de drenagem urbana

3.2 Afluências de caudais pluviais

A existência de ligações pluviais é facilmente detetável através da monitorização de caudais que evidencia a existência de picos de caudal associados a eventos de precipitação. Em muitos casos, estas ocorrências são agravadas com caudais de infiltração significativos. As principais consequências da sobrecarga são a degradação estrutural de coletores (devido à ocorrência de velocidades de escoamento excessivas ou à entrada de sedimentos nos coletores), as inundações e o aumento do caudal afluente à estação de tratamento³. As implicações incluem o aumento dos custos de exploração (gastos energéticos, gastos com reagentes, etc.), a redução da eficiência do tratamento e a ocorrência de possível descarga de água residual não tratada uma vez que o coletor deixa de ter capacidade hidráulica para receber entradas de caudal doméstico a jusante.

As redes domésticas separativas, caracterizadas por diâmetros menores que as equivalentes pluviais, são sujeitas a sobrecarga hidráulica provocada pelas afluências pluviais de ligações indevidas de sumidouros ou ramais pluviais. Estas ligações poderão ter origem em atos clandestinos ou mesmo atos de negligência.

As principais causas das ligações dos sistemas de drenagem pluviais à rede doméstica são:

- existência de redes prediais de águas pluviais não ligadas ao sistema de drenagem de águas pluviais, mas sim aos coletores de águas residuais domésticas;
- coletores de águas pluviais ligados a coletores de águas domésticas;
- não existência de um sistema de drenagem de águas pluviais prediais.

Estas anomalias são frequentemente encontradas em edifícios novos, reconstrução ou remodelação de casas e em situações de incompatibilidades entre o plano de construção e as condições do terreno.

No que se refere a sistemas mistos, onde ocorre a passagem de um sistema unitário para um sistema separativo, o principal ponto de entrada de caudais pluviais encontra-se na fronteira entre estes dois sistemas, através dos designados descarregadores de tempestade.

A Figura 3.5 ilustra um descarregador simples, do tipo murete, a funcionar em tempo seco. Neste caso, o caudal doméstico afluente, proveniente da rede unitária irá ser encaminhado na sua totalidade para a rede doméstica. Durante eventos de precipitação e com o aumento do caudal proveniente da rede unitária (caudal doméstico e caudal pluvial), a altura de escoamento irá aumentar e começará a descarregar para a rede pluvial assim que esta atingir a altura do murete.



Figura 3.5 – Descarregador tipo murete em tempo seco

Estes órgãos são responsáveis por aliviar a rede de drenagem de águas residuais domésticas do caudal pluvial em excesso que aflui da rede de drenagem unitária. São, por norma, de simples conceção (murete) e são projetados para divergir todo o caudal que exceda o seu caudal de dimensionamento. Este caudal de dimensionamento terá sempre de cumprir uma taxa de diluição que permita que a sua descarga no meio recetor seja ambientalmente aceitável.

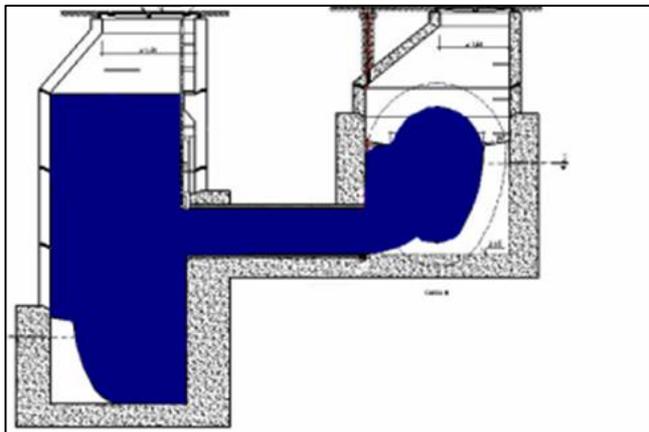


Figura 3.6 – Entrada em carga de uma câmara de descarregador e do coletor pluvial, durante um evento de precipitação

Um dos problemas graves associados a este tipo de descarregador é a entrada não controlada de caudais pluviais. Este problema verifica-se durante eventos que gerem um caudal pluvial tal que a altura de escoamento sobe rapidamente, ocupando a secção de todo o coletor a jusante, assim como grande parte da área da câmara de visita onde se encontra instalado o descarregador (Figura 3.6).

Atualmente, e tendo em vista a melhoria do desempenho dos sistemas de drenagem, tem-se atuado nestes descarregadores, substituindo-os por câmaras de controlo de caudal (Figura 3.7), pela colocação de comportas automatizadas que limitam o caudal afluyente à rede doméstica (Figura 3.8) ou outras soluções técnicas adequadas.



Figura 3.7– Câmara de controlo de caudal (tipo Vórtex)



Figura 3.8 – Câmara de descarregador com comporta



Figura 3.9 – Coletor pluvial e unitário da câmara do descarregador

3.3 Afluências de caudais domésticos

Nos sistemas separativos pluviais, o impacte provocado pelas ligações indevidas tem um efeito contínuo, durante todo o ano. De facto, a ligação de ramais domésticos à rede separativa pluvial, que descarrega diretamente para os meios recetores, tem um impacte direto e indesejável na qualidade das águas recetoras, não havendo no geral consequências de insuficiência hidráulica.

Assim como as ligações indevidas de caudais pluviais, as ligações indevidas de caudais domésticos em coletores pluviais podem ser executadas diretamente na câmara de visita ou diretamente em coletores. As ligações diretas a câmaras de visita

da rede pluvial ocorrem com maior frequência em redes separativas de menor dimensão onde é frequente a ligação de ramais domésticos prediais diretamente “à primeira câmara de visita que se encontra”.

A existência de ligações ilícitas deve-se frequentemente não só a ligações feitas por negligência mas a atos deliberados clandestinos. As ligações diretas em coletores poderão ser confirmadas através de inspeção visual em coletores visitáveis (aproximadamente acima de 1m), inspeção CCTV em coletores de menor dimensão ou testes de fumo.

Os efeitos da descarga de afluências domésticas não tratadas no meio recetor (Figura 3.10) variam consoante a susceptibilidade do mesmo e outras pressões a que estejam sujeitos. Os impactes mais comuns são: diminuição da concentração de oxigénio dissolvido, aumento da CBO5, ocorrência de eutrofização e contaminação por patogénicos.



Figura 3.10 - Descarga indevida numa massa de água

3.4 Afluências de caudais industriais

As principais ligações industriais indevidas devem-se a: i) ligações feitas ao coletor (pluvial/ doméstico/unitário) sem o pedido prévio de descarga à entidade licenciadora do sistema; ou ii) existindo licenciamento quando os parâmetros de qualidade das descargas ultrapassam os limites definidos pelos regulamentos municipais de descargas de águas residuais industriais ou pelos regulamentos do sistema em “alta”.

Os regulamentos de descarga de águas residuais industriais (ARI) definem a qualidade que um caudal industrial deve obedecer sob pena de danificar fisicamente o sistema nas suas várias componentes, como também perturbar o processo de tratamento da ETAR a que aflui.

Os principais constrangimentos para lidar com as descargas industriais incluem:

- Deteção do problema após impacte negativo no tratamento (substâncias tóxicas sem cheiro nem cor);
- Dificuldade em estabelecer relação causa-efeito;
- Dificuldade na determinação da fonte da descarga;
- Entidade com poder sancionatório distinto da entidade gestora;
- Entidade licenciadora distinta da entidade gestora do tratamento de AR.



Figura 3.11 - Descarga indevida afluyente à ETAR de Beirolas



Figura 3.12 - Confirmação da descarga numa câmara de visita a montante

3.5 Afluências de maré

A entrada de maré em sistemas próximos de cursos de água com influência de maré, estuários ou mar, provoca uma sobrecarga hidráulica na rede de coletores domésticos com consequência ao nível do aumento dos custos energéticos de bombagem, bem como entradas significativas de cloretos no sistema de drenagem.

A concentração elevada de cloretos que pode afluir ao sistema contribui para acelerar a degradação das infraestruturas uma vez que promove a corrosão do betão e dos equipamentos eletromecânicos. Coloca também graves problemas ao nível do tratamento das águas residuais, tanto em processos físico-químicos, como é o caso da decantação, como em processos biológicos, onde poderá levar à destruição da comunidade microbológica. Adicionalmente, poderá ser uma limitação à reutilização de água tratada devido à elevada concentração de cloretos na sua composição.

As entradas diretas de maré nos sistemas de drenagem ocorrem principalmente através de pontos de contacto entre a rede doméstica e a descarga no curso de água, como é o caso de descarregadores sem válvulas de maré. Quando o nível de maré atinge a cota de saída (cota de descarga) do coletor unitário para o coletor pluvial inicia-se a entrada de maré no sistema.



Figura 3.13 - Ponto de descarga no rio Tejo, com válvula de maré a montante (Rio Seco)



Figura 3.14 - Câmara de válvulas de maré (Rio Seco)

Na Figura 3.13 e Figura 3.14 apresenta-se um caso excepcional de uma descarga junto ao rio, protegida com válvula de maré, mas com uma abertura superior na câmara da válvula para permitir um “alívio” da rede durante eventos de precipitação forte, que por

sua vez, acaba por permitir a entrada de maré em determinados picos de maré (no caso acima de 4 metros). Estas situações apenas são perceptíveis quando se realizam inspeções visuais durante períodos de picos de maré elevados.

A entrada de maré pode não ocorrer diretamente pelo ponto de descarga no meio receptor, mas pela ligação cruzada entre coletores, em que um deles transporta caudais de maré.

Outra possível entrada de maré nos sistemas de drenagem são as descargas de emergência das estações elevatórias que permitem evitar a ocorrência de inundações em situações de insuficiente capacidade de elevação do caudal afluente. Estas descargas, quando instaladas junto a um curso de água, poderão permitir a entrada de maré no sistema pelo que devem ser dotadas de válvula de maré permitindo apenas a saída de água residual bruta.

3.6 Afluências de caudais de infiltração

A infiltração, entendida como a entrada de água subterrânea nas infraestruturas enterradas, através de deficiências estruturais nos coletores, nas juntas, ligações e câmaras de visita, ocorre inevitavelmente em maior ou menor escala. Caracteriza-se por ter variações de caudal relativamente lentas, ao contrário das afluências pluviais que resultam num incremento muito rápido conducente a caudais de ponta muito elevados. 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 a nível técnico e económico, destacando-se os seguintes:

- Aumento dos custos de operação, manutenção e, eventualmente, de investimento na rede e na ETAR;
- Redução da capacidade útil de transporte e tratamento, que contribui para a ocorrência de maiores descargas (maior frequência, duração ou caudal descarregado), inundações e consequente poluição dos solos e meios hídricos;
- Diminuição da eficiência de tratamento na ETAR;
- Possível entrada de sedimentos nos coletores, aumentando o fluxo de material sólido, com potenciais danos das infraestruturas e equipamentos.

4. Metodologias aplicadas à identificação e controlo de afluências indevidas

4.1 Considerações gerais

O planeamento das ações de controlo de ligações indevidas deve ser efetuado de forma integrada, considerando a globalidade do sistema, naturalmente associada a uma análise de custo-benefício e em articulação com outras intervenções previstas⁴.

Não sendo viável, por regra, fazer um levantamento exaustivo das ligações (ramais domésticos, ramais pluviais, ramais de sumidouros, industriais, etc.), a quantificação do problema poderá ser feita através da avaliação do desempenho a dois níveis⁴:

- Avaliação global do desempenho do sistema, através de inspeções e monitorização de caudais, eventualmente complementada com monitorização da qualidade, nos principais coletores de descarga do sistema (intercetores, coletores afluentes às ETAR, coletores de descarga de águas pluviais, etc.) e estimativa da magnitude dos caudais indevidos globalmente em cada bacia constituinte dos sistemas separativos de drenagem⁵;
- Seleção de pequenas bacias-piloto, representativas das situações existentes no sistema global, para estudo detalhado das ligações a cada sistema separativo.

A recolha de informação proveniente da exploração dos sistemas (ocorrências e anomalias observadas), é de extrema relevância e por norma não é agregada aos sistemas de informação cadastral. Com vista a uma primeira caracterização da problemática das afluências indevidas ao sistema de drenagem em estudo, dever-se-á fazer uma recolha e análise com os dados disponíveis da operação e controlo dos sistemas de drenagem, como é o caso de:

- Registos de medição de caudal nas ETAR;
- Registo de medição de caudal nas Estações Elevatórias;
- Registos de medição de caudal na rede;
- Dados de udómetros locais;
- Tabela de marés;
- Consumos de água;
- Regulamento de descargas ou permissões de descargas da rede de drenagem;
- Registos de qualidade no afluente à ETAR, ou em pontos da rede de drenagem;
- Registos de condutividade na ETAR ou em pontos da rede drenagem.

A análise global da informação cadastral juntamente com a análise de informação de exploração permite um diagnóstico preliminar do funcionamento dos sistemas de

drenagem e revela-se fundamental para a caracterização da situação de referência no que diz respeito à existência de aflúências indevidas.

Adicionalmente, e de forma a determinar origens e causas de aflúências indevidas, poderá ser necessária a realização de uma campanha experimental (curta ou longa duração) com o objetivo de obter a seguinte informação:

- Ocorrência de eventos de precipitação (através de registos de precipitação num ponto de medição onde foi instalado um udómetro);
- Diagramas de caudais residuais rejeitados (através de medições num ponto de medição na secção de referência da bacia na rede doméstica);
- Diagramas de caudais pluviais (através de medições num ponto de medição numa secção de referência da bacia na rede pluvial);
- Medição contínua da qualidade do afluente na rede ou ETAR.

A obtenção dos registos de caudais afluentes e precipitação permitem, para além da caracterização da produção de águas residuais e aflúências indevidas, a alimentação de ferramentas de apoio à gestão, como é o caso de modelos matemáticos de simulação de sistemas de drenagem urbana.

Estes modelos revelam-se de extrema relevância na quantificação do problema e na avaliação de cenários de intervenção no sistema de drenagem com o objetivo de minimização das aflúências indevidas identificadas. Como vantagem acrescida, estes modelos constituem uma ferramenta de apoio à decisão para diferentes fins (projeto/operação/reabilitação). Mesmo os modelos relativamente simples, com reduzida informação cadastral e dados de base, poderão ser atualizados ao longo do tempo com informação recolhida, aumentando assim a sua fiabilidade.

A medição de caudal assim como o recurso aos dados produzidos com o modelo matemático poderão ser ainda utilizados na avaliação do desempenho técnico do sistema com base em indicadores de desempenho, tanto para a situação de referência como para os cenários de intervenção.

Uma vez efetuada esta caracterização, a informação pode ser usada como base para o planeamento de intervenções em todo o sistema, estabelecendo as prioridades em função dos impactes identificados e de critérios de gestão que incorporem as exigências legais em vigor, incluindo as respeitantes à qualidade da água nos meios recetores. Naturalmente, que no planeamento, devem ser consideradas as medidas corretivas para situações existentes, com prioridade para as áreas críticas, mas também procedimentos eficazes de controlo que permitam prevenir a ocorrência de novas ligações indevidas.

4.2 Aflúências de caudais pluviais

A problemática da entrada de caudais pluviais em excesso nos sistemas de drenagem é reconhecida pelas equipas de operação dos sistemas de drenagem urbana que se defrontam com problemas correntes de entrada em carga dos coletores, extravasamento do caudal pelas câmaras de visita, paragens de estações elevatórias e caudais afluentes às ETAR superiores à respetiva capacidade.

Na generalidade estes estudos seguem a seguinte metodologia:

- Caracterização e delimitação das bacias de drenagem

Esta fase requer um exaustivo trabalho de campo para reconhecimento do local e confirmação de dados de cadastro. Deverá ser feita com o acompanhamento dos responsáveis pela operação do sistema de drenagem, conhecedores da dinâmica do funcionamento das redes, e que fornecerão informação relevante para o desenvolvimento do estudo.



Figura 4.1 – Verificação cadastral das redes de drenagem



Figura 4.2- Verificação do funcionamento de uma estação elevatória

- Campanha de medição de caudal e precipitação

O plano de localização dos medidores de caudal deverá ser estrategicamente definido, uma vez que se pretende obter o máximo de informação relativa ao funcionamento hidráulico do sistema e, regra geral, esta é uma das componentes mais dispendiosas do estudo.

O princípio fundamental a ter em conta na seleção da tecnologia de medição de caudal prende-se com a adaptabilidade da tecnologia ao local e não do local à tecnologia. De facto, é tão importante a seleção do local de medição quanto a seleção do tipo de medidor de caudal.

Na definição da rede de udómetros deverá ser considerado um número de dispositivos de medição que caracterize devidamente a precipitação ocorrida das bacias. Alguns dos critérios para a definição de uma rede de udómetros poderão ser consultados em Brito, 2012 (pp. 23)⁶.

Com base nos valores registados nos postos de medição é possível determinar o valor ponderado sobre toda a bacia, quer através do método de Thiessen, quer através do método das isoietas.

O número de udómetros a instalar na bacia em estudo é frequentemente limitado por questões económicas. Deste modo, e por forma a obter a melhor caracterização da distribuição pluviométrica da bacia possível, deverão ser privilegiadas as áreas coincidentes com o maior número de medidores de caudal e as bacias com uma maior área de contribuição pluvial.

Esta campanha tem como objetivo a aquisição de dados para a confirmação e quantificação de entradas de caudais pluviais, quantificação de caudais domésticos e para a calibração e verificação do modelo matemático. A campanha experimental deverá decorrer em simultâneo para a medição de caudal e para a medição de

precipitação, devendo prolongar-se durante um período suficientemente longo para permitir uma boa caracterização do caudal afluente em tempo seco (semana e fim de semana) e deverá contemplar eventos de precipitação de diferentes durações e intensidades (forte, médio e fraco).

- Construção e calibração do modelo matemático do sistema

Com a informação cadastral confirmada poder-se-á, caso a situação o justifique, iniciar a construção do modelo matemático do sistema de drenagem e a verificação do correto funcionamento do modelo.

A calibração do modelo matemático, com recurso a dados reais e para eventos com diferentes intensidades, irá permitir a construção de um modelo de simulação representativo da realidade do funcionamento hidráulico do sistema de drenagem em estudo.

- Identificação e confirmação dos pontos críticos do sistema

Recorrendo à simulação do funcionamento hidráulico do sistema para a situação real (modelo calibrado e verificado) é possível identificar e confirmar os pontos críticos do sistema e obter uma estimativa de caudais pluviais em excesso em qualquer ponto do sistema de drenagem.

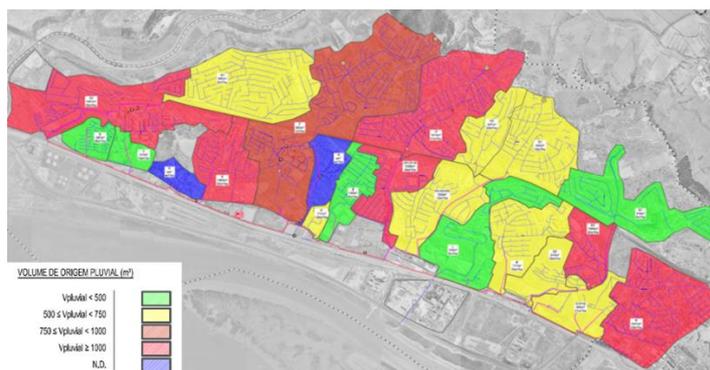


Figura 4.3 – Volume pluvial afluente a cada bacia de drenagem para um determinado evento de precipitação (exemplo: sistema de São João da Talha)

Esta avaliação permitirá a identificação das bacias de drenagem onde atuar e priorizar intervenções.

- Definição de soluções

O recurso ao modelo matemático calibrado e validado permite a comparação entre diferentes soluções através da simulação de diferentes cenários.

- Projeto de execução e obra

Após a seleção de intervenções a executar segue-se a fase de projeto de execução e posteriormente a fase de obra.

4.3 Afluências de caudais domésticos

As descargas dos sistemas de drenagem urbana são uma das principais fontes de poluição dos meios hídricos superficiais. Não obstante a entrada em funcionamento de inúmeras estações de tratamento de águas residuais, os sistemas de drenagem

funcionam por vezes de forma deficiente, descarregando para os meios recetores volumes significativos de águas residuais não tratadas: quer devido a descargas de tempestade, em sistemas unitários e mistos, quer devido a ligações indevidas, em sistemas separativos. É frequentes estas descargas conterem elevadas cargas poluentes, sendo responsáveis pela degradação da qualidade da água dos meios recetores e comprometendo os objetivos de qualidade estabelecidos para estes.

A situação torna-se tanto mais grave quanto menor é o caudal do meio recetor, devido à menor capacidade de diluição e de autodepuração deste. Em Portugal, e nos países do sul da Europa em geral, este problema assume especial relevância, pelo facto de diversos cursos de água secarem ou terem caudais diminutos durante o período de estiagem⁷.

No que se refere às ligações indevidas em sistemas separativos as situações mais frequentes de afluições domésticas relacionam-se com:

- Ramais prediais pluviais (cobertura de edifícios) com águas residuais domésticas (saponáceas);
- Ligações incorretas de ramais domésticos à rede pluvial;
- Descargas nos meios recetores provenientes de coletores pluviais contaminados com águas residuais oriundas de ligações incorretas (Figura 4.4) ou de coletores domésticos (Figura 4.5).



Figura 4.4 – Descarga de caudais domésticos através da rede pluvial



Figura 4.5- Descarga direta de caudais domésticos na linha de água

Conforme já referido anteriormente, as consequências destas ocorrências estão essencialmente relacionadas com a poluição dos meios recetores, sendo que a resolução destas anomalias só será possível se as ligações incorretas forem corrigidas. Nesse sentido, impõe-se a implementação de um plano de erradicação de descargas domésticas indevidas que deverá contemplar o seguinte conjunto de tarefas:

- Caracterização geral dos sistemas de drenagem existentes

À semelhança do que foi referido para as afluições de caudais pluviais deverá proceder-se a um trabalho exaustivo de caracterização e avaliação geral da conceção e funcionamento dos sistemas de drenagem da(s) bacia(s) em estudo (inspeções de campo, análise e levantamento de cadastro), que será acompanhada por uma aferição dos dados de base e, neste caso, de uma avaliação dos objetivos de qualidade do meio recetor.

- Identificação de descargas – levantamento e diagnóstico da situação atual

O levantamento das descargas existentes, complementado com a realização de um conjunto de trabalhos auxiliares (inspeção visual ou CCTV, recurso a traçadores ou testes de fumo, análises de água para identificação da origem das descargas e a caracterização das redes a montante), contribuirão para o estabelecimento sustentado de soluções corretivas tendentes à eliminação das descargas.

- Definição de ações corretivas

Com base na informação recolhida na fase anterior, as descargas serão classificadas em função das suas características (quantidade e qualidade) e será definido o tipo de intervenção. A correção da anomalia poderá resumir-se a uma pequena obra ou implicar a adoção de uma solução de maior complexidade.

4.4 Afluências de caudais industriais

A compilação de informação relativa à presença das indústrias e cadastro das respetivas ligações é crucial para identificação de afluências de caudais industriais às redes de drenagem, que poderá ser assegurada através da inventariação de dados do INE, das entidades gestoras das redes de drenagem, de levantamentos no terreno e inquéritos às indústrias de forma a caracterizar de forma completa a sua atividade e caudais efluentes. Esta informação deverá ser incorporada num sistema de informação geográfica.

No caso de se tratar de ligações indevidas, sem licença de descarga ou com licença de descarga mas sem cumprir os parâmetros estabelecidos, é fundamental descobrir a sua origem, o que requer frequentemente um trabalho exaustivo. Estas descargas são por norma pontuais e de curta duração, o que dificulta a sua deteção.

Na maioria das situações não é possível estabelecer nem uma relação de causa-efeito inequívoca nem definir a origem das descargas, quer devido à sua imprevisibilidade quer devido à dificuldade de seguir o seu rasto ao longo da rede de drenagem.

As ações para a deteção de uma ligação indevida industrial poderão ser variadas, dependendo do caso em análise, mas poderão englobar as seguintes:

- Inspeção da rede para deteção da ligação industrial;
- Instalação de equipamento de monitorização em contínuo em diversos pontos da rede e na ETAR;
- Recolha de amostras pontuais e compostas por intermédio de amostradores automáticos (Figura 4.6).

Análise de parâmetros de qualidade como o pH, condutividade, temperatura, potencial redox, CQO e azoto Kjeldhall.



Figura 4.6 - Colocação de amostrador disfarçado para amostragem de ligação indevida

A investigação exaustiva e os resultados de parâmetros físico-químicos ao longo do tempo poderão permitir estabelecer um padrão da ocorrência das descargas na rede ao longo do tempo. No entanto, esta informação poderá não ser conclusiva de forma a obter uma relação direta à indústria.

4.5 Afluências de maré

As afluências de maré são rapidamente detetadas pelos responsáveis da operação dos sistemas através dos elevados volumes bombeados em alturas de pico de maré que, frequentemente, levam a sucessivas aberturas e fechos da comporta da elevatória ou através dos picos de salinidade verificados na obra de entrada das ETAR.

Na ausência de registos de caudal, os testes com recurso a sonda de condutividade permitem detetar a presença de cloretos num determinado caudal afluente.

Na tabela seguinte, apresentam-se, a título indicativo, os valores de condutividade para um conjunto de tipos de líquido a 35.º C.

Quadro 4-1 – Tabela de valores de condutividade para soluções padrão a 25º C (microSiemens/ cm)

Solução	Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Água ultrapura	0,055
Água destilada fresca	1
1 ppm NaCl	2,2
Água destilada velha	4
10 ppm NaCl	21
Água potável	50 a 500
500 ppm NaCl	1 000
1% NaCl	17 600
Água do mar	50 000
30% H ₂ SO ₄	820 000

A existência de variação dos valores de condutividade ao longo do dia (Figura 4.9) e o cruzamento com os dados de pico de maré permitem confirmar a sua entrada no

sistema de drenagem e efetuar uma estimativa da altura de maré a partir da qual ocorre a entrada no sistema. Estes testes podem ser realizados nas ETAR, estações elevatórias (Figura 4.7) e na rede de drenagem (Figura 4.8).



Figura 4.7 – Instalação de uma sonda de condutividade numa EE



Figura 4.8 – Medição pontual de condutividade na rede de drenagem

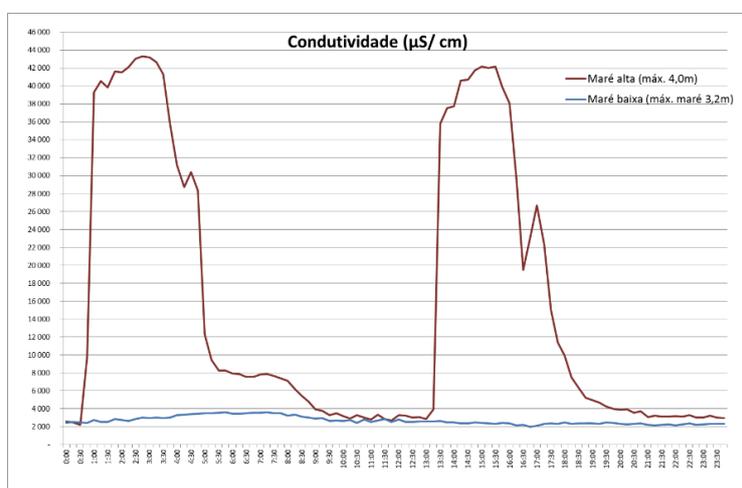


Figura 4.9 - Registos diários de condutividade numa EE (em maré baixa e maré alta)

Para deteção dos pontos de entrada de maré na rede é possível seguir várias abordagens.

No caso de um sistema de drenagem com estações elevatórias podemos adotar a seguinte metodologia:

- Recolha da informação cadastral da rede de drenagem com a localização dos pontos de descarga no meio recetor (serão estes os potenciais pontos de entrada na rede) e tabela de marés;
- Verificação do aumento do volume bombeado diário em tempo seco. É possível estimar a partir de que nível entra a maré a montante deste ponto;

Se houver entrada de maré numa determinada estação elevatória, significa que haverá pelo menos um ponto de entrada a montante.

Quadro 4-2 – Tabela de volume diário bombado numa estação elevatória face ao aumento do nível de maré

	Vol. EE (m ³ /d)	Pico máx. maré (m)
2015-ago-25 00:00	9215	3.1
2015-ago-26 00:00	9742	3.3
2015-ago-27 00:00	10791	3.6
2015-ago-28 00:00	12228	3.9
2015-ago-29 00:00	13001	4.1
2015-ago-30 00:00	16970	4.3
2015-ago-31 00:00	21338	4.3

- Verificação local da rede de drenagem a montante da estação elevatória com apoio da informação cadastral. Esta verificação deverá ser feita em alturas de maré alta, de forma a identificar claramente o ponto de entrada;
- No caso da impossibilidade de se aceder a determinados pontos da rede por falta de acesso (tampa pavimentada, câmara de visita no eixo da via) é possível recorrer a uma sonda de condutividade para confirmar a existência de cloretos ao longo da rede;
- Após confirmação dos pontos de entrada na rede deverão ser analisadas as soluções alternativas. Estas soluções poderão passar por colocação de câmaras de válvulas de maré, por recolocação dos descarregadores para montante ou por uma simples subida do nível do murete do descarregador. Mesmo nas soluções mais simples é necessário um estudo cuidadoso da implementação destas soluções. Por exemplo, uma pequena subida de um murete de descarregador poderá levar a um maior caudal afluente pluvial na rede doméstica, podendo levar a sobrecargas do sistema, e consequentes inundações. Ferramentas como os modelos matemáticos de simulação de redes de drenagem tornam-se muito úteis na avaliação destas soluções;
- Realização do projeto de execução;
- Realização de obra. Após a obra executada deverão continuar a monitorizar-se os volumes afluentes às estações elevatórias e a rede de drenagem em alturas de pico de maré de forma a confirmar a eficácia da solução.

No caso de um sistema de drenagem sem estações elevatórias podemos adotar a seguinte metodologia:

- Recolha da informação cadastral da rede de drenagem com a localização dos pontos de descarga no meio recetor (serão estes os potenciais pontos de entrada na rede) e tabela de marés;
- De forma a limitar o trabalho de verificação cadastral, é possível realizar uma campanha de medição de condutividade nos vários eixos de drenagem para deteção dos eixos com entrada de maré;
- Verificação local da rede de drenagem a montante dos pontos de medição de condutividade com apoio da informação cadastral. Esta verificação deverá ser

feita em alturas de maré alta, de forma a identificar claramente o ponto de entrada;

- Após confirmação dos pontos de entrada na rede deverão ser analisadas as soluções alternativas;
- Realização do projeto de execução;
- Realização de obra.

4.6 Afluências de caudais infiltração

Existem diversos métodos para estimativa de caudais de infiltração com base em registos de medição diária de caudal ou simplesmente nas características físicas das redes (estado de conservação, comprimento, diâmetros) e dos locais (proximidade das linhas de águas, tipo solos) que poderão levar a uma maior ou menor fiabilidade dos resultados.

Os métodos convencionais de análise de caudal de infiltração assentam na hipótese base de que o caudal total que circula na rede em tempo seco é composto apenas por duas componentes: uma relativa exclusivamente às águas residuais (de origem doméstica ou industrial) e outra relativa à infiltração.

Através de campanhas de medição local de caudal, sem ocorrência de eventos de precipitação, é possível estimar o caudal de infiltração tendo por base o caudal mínimo noturno registado em bacias sem contribuições significativas de caudal doméstico ou industrial no período noturno (Figura 4.10).

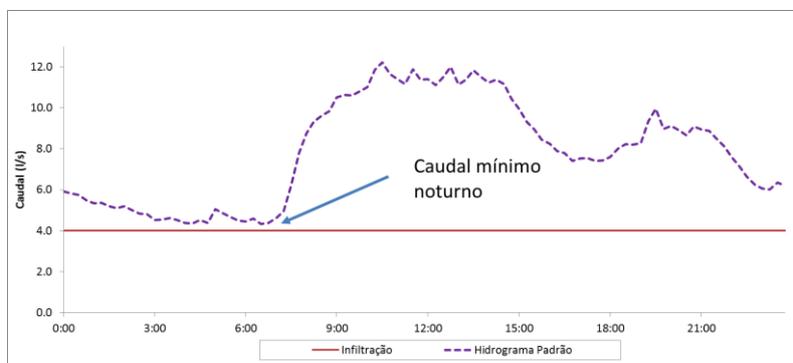


Figura 4.10 – Estimativa de caudal de infiltração com bases nos registos diários de caudal

O método dos isótopos constitui um método analítico, não convencional, de estimativa de caudais de infiltração, baseando-se na análise de razões isotópicas.

No método dos isótopos⁵ é usada a razão entre dois isótopos de oxigénio, ^{18}O e ^{16}O . O objetivo visa a utilização dos isótopos estáveis de oxigénio presentes na água da rede de abastecimento e nas águas subterrâneas locais como referência para as águas residuais e para a água de infiltração. Desta forma, após a recolha de amostras de águas nas diferentes origens e da respetiva análise em laboratório, os resultados da razão isotópica obtidos permitem distinguir a contribuição das águas residuais domésticas e da infiltração para o caudal total. Para a sua correta aplicação a origem da água de abastecimento deverá ser diferente da origem das águas subterrâneas em análise.

Por outro lado, algumas metodologias simples, como a recolha e análise da água residual a diferentes horas do dia, no ponto em análise, poderá dar uma forte indicação da contribuição de caudal de infiltração. Na Figura 4.11, e através de observação direta, as amostras recolhidas de madrugada (à esquerda) evidenciam a forte componente de caudal de infiltração no local.

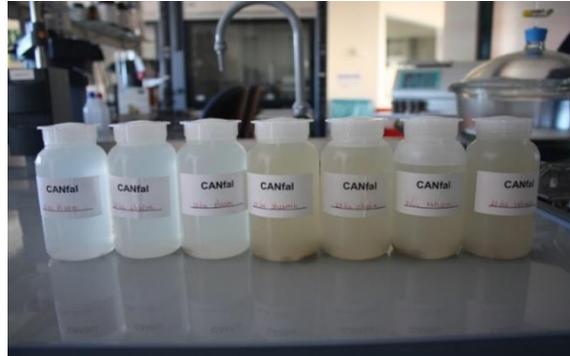


Figura 4.11 – Amostras de água residual recolhida ao longo de um dia

5. Referências bibliográficas

- ¹ **Belhadj, N., Joannis, C., Raimbault G. (1995).** Modelling of Rainfall Induced infiltration into Separate Sewerage. *Wat. Sci. Tech.*,32 (1), 161-168.
- ² **White, M., Johnson, H., Anderson, G., Misstear, B. (1997).** Control of infiltration to sewers. Report 175, CIRIA, UK.
- ³ **David, M.C., Almeida, M.C., Cardoso, M.A. (2004).** Impacto de ligações indevidas em sistemas de drenagem urbana: um caso de estudo. 11.º Encontro Nacional Saneamento Básico. Faro, Portugal.
- ⁴ **David, M.C. (2004).** Avaliação do desempenho técnico da bacia de drenagem urbana da Quinta do Borel – Concelho da Amadora. Relatório de estágio formal para a Ordem dos Engenheiros. LNEC, Lisboa. Trabalho de estágio realizado no âmbito do projeto de investigação europeu CARE-S.
- ⁵ **Almeida, M. C., Brito, R.S. (2002).** System diagnostics using flow data: quantifying sources and opportunities for performance improvement. 9th International Conference on Urban Storm Drainage, 8 a 13 de Setembro, Portland, E.U.A.
- ⁶ **Brito, R. (2012).** Monitorização de Variáveis Hidráulicas e de Qualidade da Água em Drenagem Urbana. Tese de Doutoramento, IST, Lisboa, 2012.
- ⁷ **David, L.M., Cardoso, M.A., Matos, R., Pinheiro, I., Cringas, A., Rodrigues, M., Melo, S., Castro, P. (1996)** - Controlo de descargas da rede de coletores e qualidade dos meios hídricos superficiais – uma abordagem integrada aplicada a uma sub-bacia do rio Trancão, Lisboa.
- ⁸ **Matos, J.S., Cardoso, J.S., Vieira, I.P. (2014).** Avaliação de Caudais de Infiltração na Zona Alta de Alcântara, incluindo contribuições dos Caneiros da Falagueira e Damaia, na Amadora. ADIST - Associação para o Desenvolvimento do Instituto Superior Técnico, Relatório Final, Lisboa.
- David, M.C., Barroso, V., Nobre, A., Serranito, F., Donnelly, A. (2015).** Afluências Indevidas, Parte I: Princípios Gerais. EPAL, Lisboa, 2015.

ANEXO I - Resumo dos pontos de entrada das afluências indevidas e principais consequências

Ficha de Caracterização de Afluências Indevidas

Afluências Pluviais

Principais locais de entrada

Descarregadores de passagem entre os sistemas unitários e separativos

Ligação de sumidouros diretamente à rede doméstica

Ligações cruzadas entre redes separativas

Ao longo do coletor ou câmaras de visita devido a anomalias estruturais

Principais Consequências



Sobrecarga hidráulica das redes domésticas

Incapacidade de descarga de ligações domésticas ou industriais na rede devido à falta de capacidade do coletor

Extravasamento

Degradação estrutural dos coletores

Arrastamento de sedimentos, paus e pedras para o sistema

Aumento dos custos de exploração e investimento (gastos energéticos de bombagem; gastos de reagentes, etc.)

Afluências Domésticas

Principais locais de entrada

Ligações Indevidas diretamente à câmara de visita ou coletor pluvial

Ligações diretas ao meio recetor

Ligações cruzadas entre redes separativas

Principais Consequências



Poluição dos meios recetores:

- Diminuição da concentração de oxigénio dissolvido

- *Blooms* de algas

- Contaminação por patogénicos

Afluências Industriais

Principais locais de entrada

Ligações feitas ao coletor pluvial, doméstico ou unitário) sem licença de descarga

Ligações feitas ao coletor pluvial, doméstico ou unitário) com licença de descarga mas sem cumprir os parâmetros de descarga

Ligações diretas ao meio receptor sem licença de descarga

Ligações diretas ao meio receptor com licença de descarga mas sem cumprir os parâmetros de descarga

Principais Consequências



Poluição dos meios receptores

Problemas no tratamento na ETAR:

- *bulking/foaming*
- morte da biomassa
- estratificação em espessadores
- alteração da decantabilidade

Afluências de Maré

Principais locais de entrada

Descarregadores de passagem entre os sistemas unitários e separativos, junto ao meio receptor;

Pontos de descarga na rede sem válvula de maré;

Descarregadores de emergência nas estações elevatórias sem válvula de maré.

Principais Consequências



Sobrecarga hidráulica na rede doméstica

Aumento dos custos energéticos de bombagem

Entrada significativa de cloretos na rede:

- Degradação estrutural do equipamento e infraestrutura
- Problemas de decantabilidade na ETAR
- Morte da biomassa no tratamento biológico

Afluências de Caudais de Infiltração

Principais locais de entrada

Câmaras de visita e coletores com anomalias estruturais

Principais Consequências



Diluição do caudal de água residual

Aumento do caudal tratado em tempo seco

Durante eventos de precipitação poderá agravar os problemas ocasionados pela entrada de caudais pluviais indevidos em redes domésticas
