



**Susana Carolina  
Gonçalves Ferreira**

**Contributos para melhoria da gestão do sistema de  
drenagem da AdRA**





**Susana Carolina  
Gonçalves Ferreira**

**Contributos para melhoria da gestão do sistema de  
drenagem da AdRA**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, realizada sob a orientação científica da Doutora Inês Osório de Castro Meireles, Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, e coorientação do Doutor Armando Baptista da Silva Afonso, Professor Associado Convidado do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro.



## **o júri**

presidente

**Professora Doutora Ana Luísa Pinheiro Lomelino Velosa**  
Professora Associada da Universidade de Aveiro

**Professor Doutor Vítor Faria e Sousa**  
Professor Auxiliar do Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa

**Professora Doutora Inês Osório de Castro Meireles**  
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro



## **agradecimentos**

Finalizada mais uma fase da minha vida, gostaria de inicialmente agradecer a quem me acompanhou e que me deseja genuinamente sucesso.

À Professora Inês Meireles pela orientação e por todo o apoio que me motivaram a querer fazer mais e melhor. Agradeço também a amizade e simpatia com que sempre me presenteou.

Ao Professor Armando Silva Afonso pelos ensinamentos e pela visão da vida de Engenheiro que transmite.

À AdRA - Águas da Região de Aveiro - por me permitir utilizar os dados que suportaram o caso de estudo apresentado nesta dissertação.

A todas as pessoas que me acompanharam e enquadraram na AdRA, nomeadamente às da área do SIG, à Carolina Simões e ao Rodrigo Gomes pela incansável ajuda que me permitiu realizar esta dissertação.

À empresa Insidepipe, especialmente à Eng.<sup>a</sup> Deolinda Jacinto pelo conhecimento que partilhou no acompanhamento da inspeção CCTV.

Ao meu pai, parte fundamental na construção deste trabalho. À minha mãe e ao meu irmão pela paciência para comigo. É claro, ao resto da minha família.

À minha irmã Ana, a minha modelo, pelo carinho, interesse e compreensão. À Maria, pela força durante todo o processo.

Ao João Mário e ao Duarte Lima, por terem sido dois motores que me possibilitaram ir mais longe.

Por fim, um sincero obrigado à Ana Silva, à Beatriz Martins, ao Diogo Limas, ao Gilberto Selores e ao Rui Gamelas por terem sido companheiros nesta luta.





## palavras-chave

Gestão patrimonial de sistemas de drenagem, Inspeção CCTV, Protocolos de inspeção, Condição de coletores

## resumo

A avaliação de um sistema de drenagem à luz da ISO 24511:2007, nomeadamente do estado atual dos componentes da infraestrutura, é fulcral para a tomada de decisão por parte da respetiva entidade gestora no que se refere à gestão patrimonial do sistema. Neste sentido, a presente dissertação pretende contribuir para a melhoria da gestão de sistemas de drenagem urbana, centrando-se no estudo do subsistema de drenagem do município de Aveiro das Águas da Região de Aveiro (AdRA).

Por forma a ser feita uma gestão eficiente dos recursos, a gestão de sistemas de drenagem deverá seguir uma estratégia proativa. Para tal, deverá haver conhecimento das características do sistema de drenagem que permita a previsão da degradação dos componentes da infraestrutura e do impacto da sua falha, auxiliando assim na priorização das intervenções no sistema. Usualmente, a caracterização do sistema de drenagem poderá ser realizada através da avaliação das condições do sistema de drenagem ou através do registo histórico de falhas do sistema de operação e manutenção.

A avaliação das condições de um sistema de drenagem é efetuada através de técnicas de inspeção, das quais a técnica de CCTV (*Closed-Circuit Television*) é, atualmente, a mais utilizada. Esta técnica permite visualizar e identificar as anomalias existentes, sendo possível, numa fase posterior, codificá-las e classificá-las, de maneira a aferir a importância das mesmas. Desta forma, é descrito no presente estudo um procedimento de boa prática para inspeção CCTV de sistemas de drenagem e apresentada uma proposta de ficha de inspeção para o protocolo de codificação das anomalias à luz da Norma EN 13508.

O registo histórico de falhas do sistema consiste na coleção das ocorrências de obstruções ou de colapsos de componentes da infraestrutura durante um alargado período de tempo. No presente estudo é apresentada uma proposta de ficha de caracterização das falhas, efetuada uma avaliação das características do sistema e realizada uma análise agregada das obstruções, nomeadamente na sua relação com a idade, comprimento, inclinação e material dos coletores.



**keywords**

Management of wastewater systems, CCTV inspections, Inspection protocols, Sewers condition

**abstract**

The assessment of a wastewater system regarding ISO 24511:2007, namely the current state of the infrastructure's components, is central to decision making by the respective responsible body directed to manage the wastewater utilities. Concerning those facts, this dissertation aims to contribute to improve the management of urban wastewater systems, focusing on the study of the wastewater subsystem of the city of Aveiro, from Águas da Região de Aveiro (AdRA).

In order to have an efficient resources management, the management of wastewater systems should follow a proactive strategy. To this end, there must be knowledge of the characteristics of the wastewater system that allows to predict the degradation of the infrastructure's components and the impact of its failure, thus assisting in the prioritization of interventions in the system. Usually, the characterization of a wastewater system can be performed by assessing the condition of the system, or through the historical record of the system's failures.

The assessment of the condition of a wastewater system is performed through inspection. The most widely used technique for inspection of wastewater systems is CCTV (*Closed-Circuit Television*). This technique allows to perform detailed inspections of the drains and sewers and to identify anomalies that can be encoded and classified in order to evaluate the severity of them. In this context, in the present study is described a procedure of good practice for the CCTV inspection of wastewater systems and proposed an inspection coding sheet for the encryption protocol anomalies based on the EN 13508.

The historical record of the failures in a wastewater system consists of the collection of obstructions or collapses of the infrastructure's components for an extended period of time. In the present study is presented a proposal for the failures record, is performed a review of the characteristics of the system and held an aggregate analysis of the obstructions, mainly in its relationship with age, length, slope and material of the sewers.



# ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. Introdução.....  | 1  |
| 1.1. Enquadramento.....   | 1  |
| 1.2. Objetivos.....   | 3  |
| 1.3. Estrutura .....  | 3  |
| 2. Gestão de Sistemas de Drenagem Urbana.....                   | 5  |
| 3. Inspeção de Coletores.....                                   | 11 |
| 3.1. Tipos de técnicas de inspeção de sistemas de drenagem..... | 11 |
| 3.2. Protocolos para Inspeção CCTV .....                        | 31 |
| 4. Caso de Estudo .....   | 35 |
| 4.1. O subsistema do município de Aveiro.....                   | 35 |
| 4.1.1. Caracterização do subsistema.....                        | 35 |
| 4.1.2. Sugestões de melhoria .....                              | 43 |
| 4.2. Inspeção de coletores.....                                 | 44 |
| 4.2.1. Enquadramento.....                                       | 44 |
| 4.2.2. Sugestões de melhoria .....                              | 45 |
| 4.3. Ocorrências.....   | 52 |
| 4.3.1. Enquadramento.....                                       | 52 |
| 4.3.2. Análise de intervenções .....                            | 52 |
| 4.3.3. Sugestões de melhoria .....                              | 61 |
| 5. Considerações Finais e Trabalhos Futuros.....                | 65 |
| Referências bibliográficas .....                                | 69 |
| Anexo A - Norma EN 13508-2.....                                 | 75 |

# ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – Percentagem de população servida por sistemas de drenagem melhorados em 2011 (adaptado de (WHO, 2013)).....   | 1  |
| Figura 2 – Conteúdo e aplicação da ISO 24511 (adaptado de ISO 24511). ....   | 6  |
| Figura 3 – Anomalias estruturais: a) fraturação da tubagem; b) problema de junta; c) infiltração (adaptado de (Gokhale e Graham, 2004a)).....                                  | 12 |
| Figura 4 – Câmara de CCTV móvel (Koo e Ariaratnam, 2006). ....   | 14 |
| Figura 5 – Esquema de laser: a) plataforma do laser dentro da conduta e b) esquema de difusão da luz laser (adaptado de (Duran <i>et al.</i> , 2003)). ....                    | 15 |
| Figura 6 – Inspeção ultra-som num coletor: para inspecionar uma secção, o sensor move-se ao longo do eixo do coletor (adaptado de (Gomez <i>et al.</i> , 2006)). ....          | 16 |
| Figura 7 – Esquema de funcionamento do GPR (adaptado de (Casas <i>et al.</i> , 2000)). ....  | 18 |
| Figura 8 – Sistema Sahara <sup>®</sup> com as suas diversas componentes (WRc, s.d.).....   | 24 |
| Figura 9 – Esquema de funcionamento de MFL (adaptado de (USEPA, 2012)).....  | 26 |
| Figura 10 – Distrito de Aveiro: a) Municípios constituintes; b) Área de intervenção da AdRA, com identificação dos 67 subsistemas de drenagem (adaptado de (AdRA, s.d.)). .... | 36 |
| Figura 11 – Caracterização do material dos coletores do município de Aveiro. ....  | 37 |
| Figura 12 – Caracterização do ano de instalação dos coletores do município de Aveiro: a) todos os materiais do sistema; b) grés cerâmico; c) PVC e d) PVC-C. ....              | 38 |
| Figura 13 – Caracterização do diâmetro dos coletores do município de Aveiro. ....  | 39 |
| Figura 14 – Caracterização da profundidade média dos coletores do município de Aveiro. ..  | 39 |
| Figura 15 – Caracterização da inclinação média dos coletores do município de Aveiro: a) todos os materiais do sistema; b) grés cerâmico; c) PVC e d) PVC-C. ....               | 40 |
| Figura 16 – Caracterização do comprimento médio dos coletores do município de Aveiro: a) todos os materiais do sistema; b) grés cerâmico; c) PVC e d) PVC-C. ....              | 41 |
| Figura 17 – Camião de limpeza com aspirador de detritos e mangueira. ....  | 49 |
| Figura 18 – Carrinha de inspeção CCTV.....   | 50 |
| Figura 19 – Computador com programa <i>Wincam</i> (à esquerda) e monitor de vídeo (à direita).50   |    |
| Figura 20 – Robot utilizado no acompanhamento de uma inspeção CCTV.....  | 51 |
| Figura 21 – Cabo sincronizado conta metros.....  | 51 |
| Figura 22 – Relação da taxa de obstrução com o material por unidade de comprimento a) e por comprimento discriminado b).....   | 54 |
| Figura 23 – Relação da taxa de obstruções com a idade por unidade de comprimento.....  | 55 |
| Figura 24 – Relação da taxa de obstruções, por material, com a idade por unidade de comprimento do material respetivo.....   | 55 |
| Figura 25 – Relação da taxa de obstruções, por material polimérico, com a idade por unidade de comprimento do material respetivo.....  | 56 |
| Figura 26 – Relação da taxa de obstruções com a inclinação por unidade de comprimento... 56  |    |
| Figura 27 – Relação da taxa de obstruções, por material, com a inclinação por unidade de comprimento do material respetivo.....  | 57 |
| Figura 28 – Relação da taxa de obstruções, por material polimérico, com a inclinação por unidade de comprimento do material respetivo. ....                                    | 57 |
| Figura 29 – Relação da taxa de obstruções com o comprimento dos trechos por unidade de comprimento. ....   | 58 |
| Figura 30 – Relação da taxa de obstruções, por material, com o comprimento dos mesmos por unidade de comprimento do material respetivo. ....                                   | 59 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 31 – Relação da taxa de obstruções, por material polimérico, com o comprimento dos mesmos por unidade de comprimento do material respectivo. .... | 59 |
| Figura A-1 – Exemplos de definição do centro da seção transversal. ....  | 78 |
| Figura A-2 – Exemplos de referências horárias para coletores. ....   | 79 |
| Figura A-3 – Exemplos de referências horárias para câmaras de visita. ....   | 92 |

# ÍNDICE DE TABELAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 1 – Comparação entre técnicas de inspeção (adaptado de (Makar, 1999; USEPA, 2009)). | 28  |
| Tabela 2 – Resumo das características do sistema de drenagem da AdRA.                      | 42  |
| Tabela 3 – Ficha de inspeção CCTV para ramais e coletores.                                 | 46  |
| Tabela 4 – Ficha de inspeção para codificação segundo a EN13508 para ramais e coletores.   | 47  |
| Tabela 5 – Ficha de inspeção CCTV para câmaras de visita.                                  | 47  |
| Tabela 6 – Ficha de inspeção para codificação segundo a EN13508 para câmaras de visita.    | 48  |
| Tabela 7 – Ficha de intervenção (com acesso à informação cadastral).                       | 64  |
| Tabela A-1 – Valores de referência horária   | 79  |
| Tabela A-2 – Codificação das anomalias do coletor  | 80  |
| Tabela A-3 – Detalhes dos códigos relativos ao funcionamento do coletor                    | 85  |
| Tabela A-4 – Detalhes dos códigos de inventário-   | 87  |
| Tabela A-5 – Detalhes de outros códigos  | 89  |
| Tabela A-6 – Detalhes dos códigos relativos à estrutura da câmara de visita                | 94  |
| Tabela A-7 – Detalhes dos códigos de inventário  | 99  |
| Tabela A-8 – Detalhes dos códigos relativos ao funcionamento da câmara de visita           | 102 |
| Tabela A-9 – Detalhes de outros códigos  | 104 |
| Tabela A-10 – Códigos para a localização da inspeção                                       | 106 |
| Tabela A-11 – Códigos para detalhes da inspeção  | 107 |
| Tabela A-12 – Códigos para detalhes da tubagem   | 109 |
| Tabela A-13 – Códigos para material  | 110 |
| Tabela A-14 – Códigos para outras informações  | 111 |
| Tabela A-15 – Códigos para outras alterações de informação de cabeçalho                    | 111 |
| Tabela A-16 – Códigos para a localização da inspeção                                       | 113 |
| Tabela A-17 – Códigos para detalhes da inspeção  | 114 |
| Tabela A-18 – Códigos para detalhes da câmara de visita                                    | 116 |
| Tabela A-19 – Códigos para outras informações  | 117 |
| Tabela A-20 – Códigos para outras alterações de informação de cabeçalho                    | 118 |



# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Enquadramento

Em 2011, apenas cerca de dois terços (64%) da população mundial tinha acesso a sistemas de drenagem melhorados. Por esta razão, uma das preocupações mundiais tem sido a melhoria e o crescimento dos sistemas de drenagem, visto que atualmente cerca de 2,5 biliões de pessoas ainda não possui instalações sanitárias. Existem ainda 45 países cuja cobertura com sistemas de drenagem é inferior a 50%, como se consegue observar pela Figura 1 (WHO, 2013).

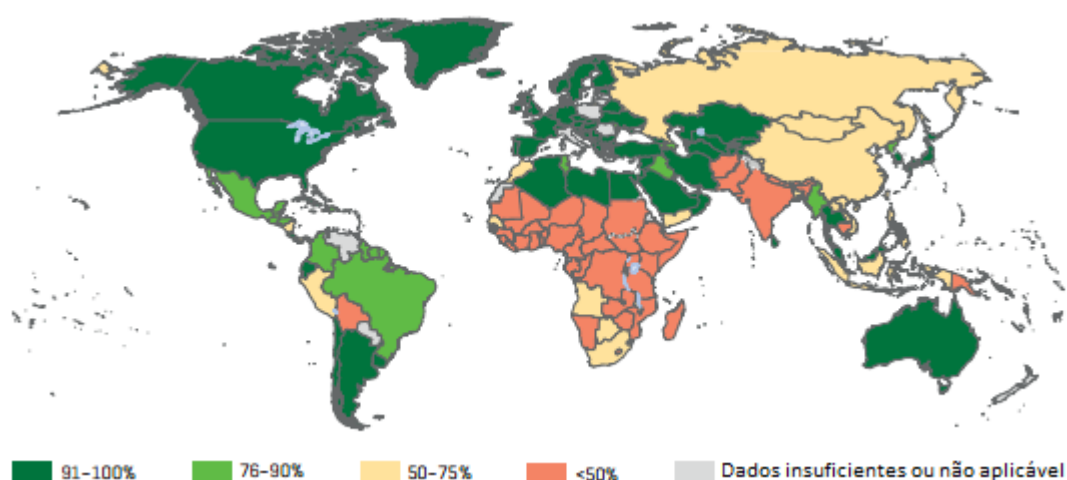


Figura 1 – Percentagem de população servida por sistemas de drenagem melhorados em 2011 (adaptado de (WHO, 2013)).

Tem sido objetivo global não só construir como também melhorar os sistemas de drenagem existentes, tornando-se assim uma exigência para o desenvolvimento sustentável das nações (UNICEF, 2006). Em Portugal, desde 1995 cerca de 9% da população beneficiou do acesso a estes serviços (WHO, 2013).

O correto funcionamento de sistemas de drenagem é de vital importância para a sociedade, não só numa perspetiva de saúde pública e qualidade ambiental, como de segurança. No entanto, muitos destes sistemas estão a sofrer degradação devido ao seu envelhecimento, uso excessivo, incorreto aproveitamento, negligência e falta de gestão.

As entidades gestoras, para além de deverem garantir o bom funcionamento dos sistemas de drenagem, também devem assegurar que este património público seja preservado,

requerendo então uma avaliação abrangente, orientada e periódica para uma manutenção programada do respetivo sistema (Müller e Fischer, 2007).

Até à atualidade, as infraestruturas de drenagem e tratamento de águas residuais não têm recebido a atenção devida por parte das respetivas entidades gestoras. As operações de manutenção só ocorriam quando era notório um funcionamento deficiente da rede e as intervenções de reabilitação só eram efetuadas em casos de falhas graves. As restantes ações tomadas neste campo eram apenas intervenções de reparação (Abraham e Gillani, 1999). Contudo, hoje em dia, em Portugal, existe uma entidade reguladora dos serviços de abastecimento público de água, de saneamento de águas residuais urbanas e de gestão de resíduos urbanos (ERSAR), que tem como objectivo proteger o interesse dos utilizadores e exigir a qualidade de serviços prestados pelas entidades gestoras. Assim, é possível salvaguardar a viabilidade económica e interesses das entidades gestoras, englobando vertentes técnicas, jurídicas, ambientais e de saúde pública, que devem ser tidas em conta por estas entidades. É de referir que a ERSAR rege não só entidades públicas como privadas, municipais ou multimunicipais, salvaguardando o setor económico e a implementação de medidas políticas governamentais, permitindo a gestão proativa de sistemas de drenagem.

Neste âmbito, a inspeção de coletores, nestes últimos anos, tornou-se uma necessidade para as entidades gestoras, em todo o mundo, uma vez que em muitos países a regulamentação relativa a redes de abastecimento e a redes de drenagem de águas residuais se tem tornado cada vez mais exigente, com o objetivo de reduzir os caudais de infiltração e exfiltração e minimizar a poluição do meio (Gomez *et al.*, 2006; Sousa *et al.*, 2006; Wirahadikusumah *et al.*, 1998).

A avaliação mais frequentemente efetuada na atualidade está relacionada com a condição dos sistemas de drenagem, mais especificamente dos coletores, e é realizada através de inspeções CCTV. Os resultados de uma avaliação devem ser de alta qualidade, como todas as outras atividades que são baseadas nestes resultados. A fiabilidade e exatidão dos resultados de inspeções CCTV servem como base para as decisões sobre a reabilitação, envolvendo investimentos financeiros (Gangl e Kretschmer, 2007). Neste sentido, vários países começaram a utilizar um sistema de codificação próprio, com o intuito de reduzir a subjetividade na classificação do tipo e grau de anomalia detetada durante a inspeção, por parte do operador. Com o objetivo de unificar o sistema de codificação na Europa, surgiu em 2003 a norma europeia EN 13508-2. Contudo, hoje em dia já existem mecanismos mais avançados cuja avaliação da capacidade de funcionamento de um sistema de drenagem é vista

como um indicador chave do desempenho do mesmo, possibilitando o reconhecimento de pontos críticos na rede. Estas metodologias permitem gerir despesas de manutenção, não só para as entidades gestoras mas também para os utentes e para o próprio meio ambiente (Arthur *et al.*, 2008).

## **1.2. Objetivos**

A presente dissertação tem como objetivo geral realizar um estudo sobre a gestão patrimonial de sistemas de drenagem, mais especificamente no que se refere à tomada de decisão para uma gestão proativa do património por parte da respetiva entidade gestora.

Em pormenor, o estudo centrou-se no subsistema do município de Aveiro do sistema de drenagem de águas residuais das Águas da Região de Aveiro (AdRA). Para este subsistema, foi analisada a informação cadastral, com o objetivo de se efetuar a sua caracterização (relativamente ao ano de instalação, material, diâmetro, inclinação, comprimento dos trechos e profundidade de assentamento dos coletores) e foi realizado o levantamento de dados relativos a inspeções CCTV efetuadas e a intervenções na rede (devidas a colapsos e a obstruções), com o intuito de avaliar a degradação do sistema de drenagem, para averiguar a possibilidade de prever futuras ocorrências.

## **1.3. Estrutura**

A dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos e um anexo, iniciando-se com o capítulo 1 –*Introdução* – em que é feita uma breve abordagem à temática dos sistemas de drenagem urbana e a apresentação dos objetivos e estrutura da dissertação. Seguem-se dois capítulos de revisão bibliográfica, com a apresentação de diretrizes de avaliação e melhoria da gestão de sistemas de drenagem, pela norma ISO 24511 no capítulo 2 –*Gestão de Sistemas de Drenagem Urbana* – e a apresentação das diversas técnicas de inspeção de sistemas de drenagem no capítulo 3 –*Inspeção de coletores*. Neste último capítulo é dada ênfase à técnica de inspeção CCTV, onde é mencionado um protocolo de codificação, remetido para o anexo 1 – Proposta de tradução da Norma EN 13508 para descrição de defeitos e características que se encontrem em ramais e coletores.

O capítulo 4 –*Caso de Estudo* – centra-se no estudo do subsistema de drenagem urbana do município de Aveiro das *Águas da Região de Aveiro*. Neste capítulo procede-se à caracterização de informações cadastrais e respetivas sugestões de melhoria. É feito ainda um

enquadramento das inspeções que foram efetuadas até à atualidade e são sugeridas medidas para um aumento na qualidade da informação a armazenar no sistema. No final do capítulo 4 é apresentado um enquadramento das anomalias com ocorrência no subsistema, sendo feita a sua análise estatística e propostas melhorias do subsistema.

O corpo da dissertação termina com o capítulo 5 – *Conclusões e Trabalhos Futuros* – dedicado, como o título refere, à apresentação das conclusões mais relevantes e de sugestões para prosseguimento de trabalhos futuros.

Por último, no *Anexo A - Norma EN 13508-2* é proposta uma tradução parcial para português dessa norma, para inspeções CCTV em ramais e coletores e em câmaras de inspeção e câmaras de visita.

## **2. GESTÃO DE SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA**

No contexto atual, o objetivo da ISO 24511 é providenciar diretrizes para avaliar e melhorar o serviço prestado aos utentes e orientar a gestão dos sistemas de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais. Esta norma encontra-se em conformidade com o princípio de "planear-fazer-verificar-agir". Neste sentido, é proposto um processo passo-a-passo que se inicia com a identificação dos componentes do sistema, passa pela definição dos objetivos para o serviço em questão e termina com a definição de indicadores de desempenho. O seu objetivo fulcral é a continuação de um desenvolvimento sustentável na gestão de sistemas.

Diretrizes como estabelecer e documentar um sistema de gestão que compreenda hierarquia, estrutura organizacional, responsabilidades e fluxo de trabalho, estão explícitas na ISO 24511. Outros fatores como a capacidade de gestão organizativa e financeira, ou formação especializada, também são referidos. Pretende-se, assim, um sistema em contínua melhoria. Após ser realizada uma avaliação do desempenho do sistema, sendo detetadas lacunas, volta-se a rever os objetivos e a gestão do mesmo. A Figura 2 resume o conteúdo e a aplicação desta norma. Neste contexto, o presente capítulo pretende fazer referência à gestão de sistemas de drenagem urbana à luz da norma ISO 24511, centrando-se nos pontos 3 e 5 da Figura 2.

O objetivo dos sistemas de drenagem de águas residuais é, logicamente, oferecer o tratamento das águas residuais em condições social e economicamente acessíveis, tanto para os utentes como para as próprias entidades gestoras. Desta forma, é esperado que atendam a exigências perante autoridades competentes (e todos os outros intervenientes). Atualmente, num contexto de escassez de recursos, incluindo financeiros, é aconselhável que os investimentos realizados nas infraestruturas do sistema seja apropriado, podendo referir-se a utilização adequada das instalações e a sua manutenção. Na ISO 24511 são apresentados indicadores de desempenho que permitem efetuar a avaliação do serviço para os utilizadores, tendo em atenção que esta não deve ser reduzida à apresentação de um conjunto universal de indicadores de desempenho.

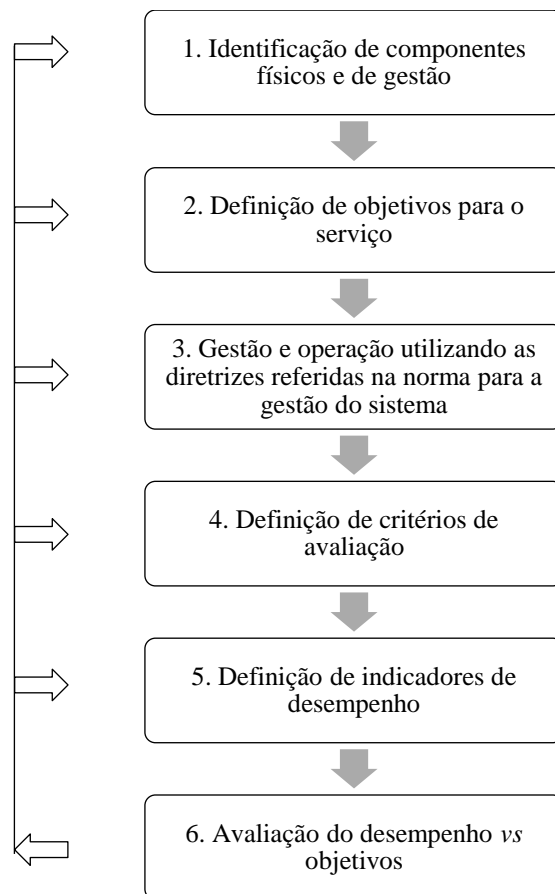


Figura 2 – Conteúdo e aplicação da ISO 24511 (adaptado de ISO 24511).

A estrutura de gestão dos sistemas de drenagem de águas residuais deve ser projetada para assegurar o correto, eficaz e eficiente planeamento, implementação, acompanhamento e controlo de todas as tarefas, processos e atividades que incorrem de todos os serviços ou funções previstas. Os principais objetivos estabelecidos para a gestão são:

- proteger a saúde pública;
- satisfazer necessidades e expectativas dos utentes;
- acautelar o serviço em todas as situações;
- acautelar a continuidade das atividades desenvolvidas;
- proteger o ambiente, tanto natural como construído.

Desta forma, procedimentos padrão – em matérias de operação e manutenção do sistema – devem ser preparados por parte das entidades de gestão, assegurando assim o tratamento adequado e especializado de atividades individuais de forma mais eficiente. Assim, ainda são mencionadas outras componentes envolvidas na gestão de sistemas de drenagem, de forma sustentável:

- gestão de atividades e procedimentos;
- gestão de recursos;
- gestão patrimonial;
- gestão de clientes;
- gestão de informação;
- gestão ambiental;
- gestão do risco.

O planeamento, desenvolvimento e até mesmo a criação de novas redes dos sistemas de drenagem de águas residuais não devem estar dissociados de uma estratégia a longo prazo para salvaguardar a saúde e segurança dos moradores, bem como a proteção do património natural. Já a melhoria de um sistema de drenagem existente deve ser efetuada passo a passo, tendo em conta:

- condições climáticas locais;
- desenvolvimento populacional e urbano;
- evolução das necessidades e expectativas dos intervenientes;
- mudanças nos requisitos obrigatórios legais.

É também aconselhável que exista uma equipa operacional de sistemas de drenagem que deve desenvolver um plano contendo uma estratégia de operação e manutenção, abrangendo tanto atividades proativas como reativas.

A manutenção proativa inclui a manutenção presente no planeamento (em intervalos calendarizados), com o objetivo de prevenir, minimizar/adiar falhas ou paragens do sistema que resultam em atividades de manutenção não planeada. Assim, uma destas atividades de gestão prende-se com a inspeção e avaliação das condições de coletores e ramais – para caso necessário efetuar a reabilitação dos mais danificados. Com esta abordagem é possível assegurar a continuidade do processo e a operação eficiente de ativos, prolongando a sua vida útil.

Existem alguns modelos de gestão proactiva que podem ser utilizados dependendo dos recursos económicos das entidades gestoras. Numa situação ideal, de existência de vastos recursos económicos, deveria ser realizada a avaliação da segurança de todos os colectores e

infraestruturas em funcionamento num dado sistema. Caso não seja possível, outra abordagem que exige menos investimento é a inspeção CCTV generalizada das redes em utilização. Por fim, quando os recursos são ainda mais escassos, deveriam ser inspecionados por CCTV os locais que apresentam maior incidência de anomalias e outros pontos da rede que através de estudos estatísticos apresentam maior probabilidade de apresentarem anomalias.

Relativamente à manutenção reativa, esta inclui a manutenção realizada após uma falha ou paragem do sistema e envolve atividades necessárias para reparar ou restaurar bens ou sistemas de ativos de forma a satisfazer uma condição mínima ou nível de performance estabelecido.

Assim, a gestão dos sistemas de drenagem urbana deve ser realizada de maneira a otimizar o uso de equipamentos e recursos envolvidos. Portanto, primordialmente é necessário conhecer a condição dos componentes do sistema para que seja possível aplicar uma estratégia de gestão patrimonial.

Outro fator de grande relevância são os indicadores de desempenho que são utilizados para medir a eficiência e eficácia de sistemas de drenagem urbana, na realização dos seus objetivos. Estes devem ser considerados partes fundamentais como forma de avaliação do sistema, entre as várias ferramentas existentes para tal efeito, sendo que os próprios indicadores de desempenho devem ser utilizados dentro do contexto de um sistema de avaliação de serviço completo. Este sistema de avaliação deve incluir, entre outras ferramentas, um conjunto coerente e objetivo de indicadores e os componentes com eles relacionados que permite, assim, definir inequivocamente os indicadores de desempenho e a metodologia auxiliar na sua interpretação.

Cada indicador de desempenho deve ser único e representar os aspetos relevantes do sistema correspondente, de maneira autêntica e imparcial. Deste modo, é importante que os indicadores de desempenho sejam facilmente avaliados, através de variáveis fiáveis cujo custo seja acessível para as entidades gestoras. Por fim, também é essencial que tanto os indicadores como as variáveis sejam centralizados numa área geográfica exclusiva e num período temporal específico, permitindo assim que seja possível analisar e comparar indicadores, de forma real e objetiva.

As ocorrências (obstruções e colapsos) no próprio sistema de drenagem são consideradas um indicador de desempenho, pois analisando o número médio de obstruções



(ou de colapsos) que ocorrem num período de avaliação específico, é possível tirar conclusões sobre as condições do sistema.

Outros indicadores de desempenho relacionados com a recolha e transporte de águas residuais são, por exemplo:

- sedimentações;
- inundações;
- colapsos;
- integridade estrutural.

Monitorizando periodicamente os indicadores de desempenho referidos, é possível reabilitar (reparando, renovando e substituindo) as componentes necessárias, de maneira a garantir o correto funcionamento das redes de drenagem de águas residuais.

Por fim, outro fator de relevo é a importância da avaliação da qualidade dos dados. Assim, é necessário que exista um sistema de fornecimento de informação que revele a qualidade dos dados dos indicadores de desempenho (e informações de contexto) para que se esteja ciente da fiabilidade da informação disponível.

### **Tomada de decisão segundo *US Environmental Protection Agency***

A tomada de decisão para avaliação do estado de um sistema de drenagem implica a compreensão de possíveis riscos que determinam o momento de intervenção em que as entidades gestoras devem agir para evitar falhas no sistema com inaceitáveis custos e/ou consequências. É importante notar que a avaliação do estado do sistema por si só não representa qualquer benefício na redução do risco. O processo que leva à priorização de tomada de decisão seguida da classificação e reabilitação de coletores, com o objetivo de corrigir problemas existentes e consequentemente melhorar o sistema, é o que leva à redução do risco. Para além dos registos de inspeção, a entidade gestora requer dados suplementares sobre desempenho de ativos a longo prazo para ajudar no processo de tomada de decisão.

Generalizando, as decisões relativas à reabilitação / substituição de coletores pode ser feita com base numa das seguintes metodologias: cálculos de engenharia, probabilidade de falha e estimativa de vida remanescente.

Cálculos de engenharia: os registos de inspeção são interpretados de forma determinística. Um exemplo seria calcular a condição estrutural de um segmento de um

coletor com base na medição direta da espessura mínima da sua parede constituinte, das condições reais de carga e da camada de solo existente. Outro exemplo é o cálculo da capacidade hidráulica. Efetuando a medição direta do caudal e interpolando essa informação com um modelo hidráulico pode-se obter a capacidade hidráulica de um segmento de coletor nas condições atuais ou projetadas. Ambos os exemplos ilustram o cálculo direto da condição ou do desempenho do segmento de coletor. Caso não sejam atendidas as condições requeridas, é necessário efetuar a reabilitação ou substituição do coletor.

Probabilidade de falha: o objetivo deste critério é criar uma previsão direta da deterioração do coletor, ao longo do tempo. Se a entidade gestora obtiver dados que apoiem este tipo de previsão, então poderão ser implementadas intervenções antes que seja atingido um nível de serviço inaceitável. Na prática, atualmente é difícil e potencialmente dispendioso determinar diretamente a probabilidade de falha de um coletor. No entanto, em estudos como ACI (2000) foram criadas previsões e modelos de regressão para falhas em coletores de betão armado com base na concentração de cloretos, comprimento de abertura de fendas – com a respetiva condição de carga mecânica e a concentração de sulfatos. A recolha e análise de registos de intervenções, ao longo do tempo, são imprescindíveis para a obtenção de curvas de decaimento baseadas nas diferentes causas para a falha do coletor. Também é possível retirar conclusões sobre as condições do sistema ou condições envolventes e/ou ambientais que agravam cada tipo de falha existente.

Estimativa de vida remanescente: é definida como a duração temporal até que a condição do serviço seja inaceitável ou que o coletor deixe efetivamente de cumprir sua função principal. Normalmente esta estimativa é utilizada como fator de caracterização da condição do sistema de drenagem.

Atualmente, tem sido desenvolvida uma variedade de modelos para tomada de decisão em sistemas de drenagem. Sumariamente, alguns modelos são baseados na restante vida económica das tubagens de drenagem de águas residuais, softwares para analisar as possibilidades de falha dos coletores e outros que visam a eficiência nas decisões de reabilitação (USEPA, 2009).

No presente estudo, será dado ênfase aos indicadores de desempenho (número de obstruções de coletores) segundo a ISO 24511 e à probabilidade de falha (relativamente a defeitos funcionais), como contributo para a tomada de decisão de entidades gestoras de sistemas de drenagem.

### 3. INSPEÇÃO DE COLETORES

Com o objetivo de fazer a análise de um sistema de drenagem, é importante conhecer não só as características atuais do mesmo mas também avaliar as condições e capacidades atuais. Este procedimento envolve a utilização de técnicas de inspeção e ensaios, para complementar registos de ocorrências e/ou monitorização do sistema. Só desta forma é possível adotar a melhor estratégia de gestão patrimonial, relativa à inspeção dos sistemas.

Nesta perspetiva, seguem-se referências bibliográficas cujo objetivo é apresentar as técnicas de inspeção mais correntemente utilizadas hoje em dia, sendo que será dada ênfase à técnica de CCTV.

#### 3.1. Tipos de técnicas de inspeção de sistemas de drenagem

A escolha da técnica de inspeção a ser utilizada (ou da combinação de várias) depende do conhecimento prévio das características, do tamanho do coletor e do orçamento disponível pelas entidades gestoras.

A par da inspeção visual direta, têm surgido nas últimas décadas, diversas outras técnicas de inspeção. No geral, as técnicas/sistemas de inspeção podem ser agrupadas segundo a sua base de funcionamento. De seguida serão expostos os sistemas mais utilizados e respetivas técnicas de inspeção correspondente (Sousa *et al.*, 2006).

**Técnicas visuais** – com estas técnicas é possível detetar anomalias ou deficiências por inspeções que se realizam dentro dos coletores, realizadas por operadores qualificados, de onde se destaca a inspeção pessoal e a inspeção por televisão em circuito fechado.

##### *Televisão em Circuito Fechado*

A esta técnica será dada mais importância no capítulo 4, pois é a mais utilizada nos sistemas de drenagem da AdRA.

A tecnologia denominada televisão em circuito fechado, do inglês *Closed circuit television* (CCTV), foi inicialmente introduzida nos anos sessenta, para inspeção de redes de águas. Hoje em dia é o método mais utilizado para avaliar sistemas de drenagem, mais especificamente na inspeção de coletores (Koo e Ariaratnam, 2006).

O uso desta técnica permite obter informações sobre o estado atual de conservação e sobre as anomalias (estruturais e funcionais) visíveis no interior do coletor (Figura 3). Também é possível recolher dados sobre infiltrações e exfiltrações, embora com menos eficácia. É, assim, possível obter informações relativas a (USEPA, 2009):

- evidência de sedimentos, detritos e raízes existentes no interior do coletor;
- assentamento e deformações do coletor;
- fraturação do coletor;
- localização e estado das ligações de serviço.

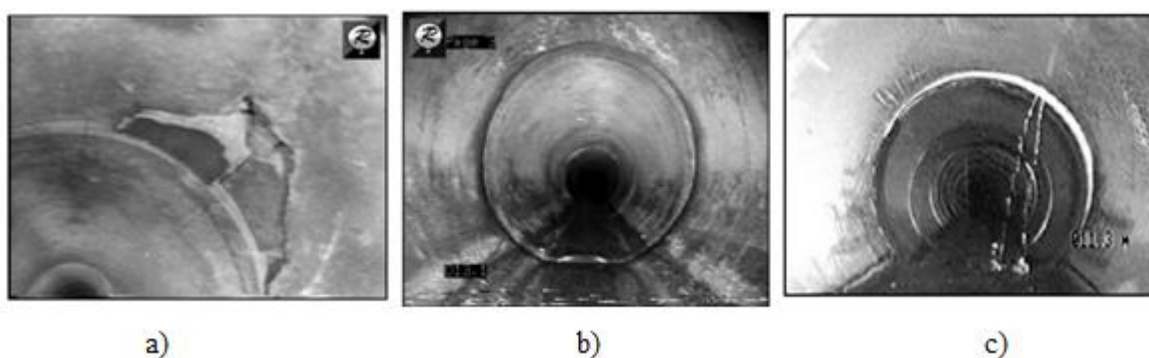


Figura 3 – Anomalias estruturais: a) fraturação da tubagem; b) problema de junta; c) infiltração (adaptado de (Gokhale e Graham, 2004a)).

A tecnologia de CCTV melhorou significativamente ao longo dos anos. Por exemplo, atualmente existem câmaras a cores, de alta resolução, que contêm braços robóticos articulados, obtendo-se assim boas imagens, mesmo em locais pouco iluminados. Relativamente à redução da dimensão do equipamento, notou-se uma grande melhoria, nomeadamente nas últimas duas décadas. Nesta técnica podem ser utilizados vários tipos de lentes (fixas ou controladas à distância), grandes angulares e a possibilidade de modificar a direção distinta do eixo dos coletores (*tilt and pan cameras*), o que possibilita uma melhor visualização dos coletores (Gokhale e Graham, 2004; Gomez *et al.*, 2006; Koo e Ariaratnam, 2006; Sousa *et al.*, 2006).

Existem dois tipos de sistemas de CCTV (Makar, 1999):

- estacionário;
- móvel.

No caso de ser CCTV estacionário (que costuma conter ampliação de imagem), a câmara de vídeo está fixa numa câmara de visita. Assim, só são detetadas anomalias que estejam ao alcance visual do local onde é instalada. De referir que são denominados anomalias periféricas os que se encontram a menos de 10 m da câmara de visita, sendo as restantes consideradas anomalias centrais. É importante referir que, no caso de coletores com menos de 40 m de extensão, a secção do coletor mais próxima da câmara de visita é considerada representativa de toda a extensão. A utilização desta técnica está condicionada, sendo maioritariamente aplicada a coletores em alvenaria de tijolo e a coletores que se encontrem mais degradados. Este tipo de inspeção é normalmente utilizado como apoio no processo de seleção das infraestruturas prioritárias para inspeção complementar (Makar, 1999; Sousa *et al.*, 2006).

Face aos sistemas estacionários, os sistemas de CCTV móveis são muito mais utilizados. Atualmente já existem equipamentos que permitem a inspeção de coletores com diâmetros a partir de 100 mm (USEPA, 2009). É aconselhável que estes sistemas sejam aplicados a coletores com diâmetros não superiores a 1200 mm, pois com o aumento do diâmetro do coletor, é natural que aumente a distância entre as suas paredes. Consequentemente, aumenta também a distância entre estas e a câmara de visita fazendo com que seja exigida imagens de maior resolução e melhores sistemas de iluminação (Sousa *et al.*, 2006).

Nestes sistemas são utilizados robôs motorizados (Figura 4) que são controlados à distância, sendo possível avançar e recuar ao longo do eixo do coletor. É ainda possível regular a sua velocidade de deslocação, a altura da câmara de vídeo e a iluminação. Em coletores circulares, a câmara de vídeo deve ser instalada de maneira a que a lente esteja o mais próxima possível do centro do coletor, enquanto que em coletores ovais a câmara de vídeo deve ser instalada a dois terços da altura dos mesmos (Sousa *et al.*, 2006).



Figura 4 – Câmara de CCTV móvel (Koo e Ariaratnam, 2006).

Resumidamente, uma unidade de CCTV contém os seguintes componentes:

- câmara de vídeo;
- holofote;
- TV imagem do monitor;
- fonte de energia portátil, geralmente um gerador portátil (adaptado de (ET, 1992)).

**Sistemas físicos** – utilizando estas técnicas é possível obter dados não só sobre a geometria e estado atual de conservação dos coletores como do solo envolvente. Estes sistemas recorrem à aquisição de dados de correntes elétricas, ondas eletromagnéticas, acústicas e/ou radiações, através de equipamentos complexos. Nesta categoria de sistemas, salientam-se as técnicas de laser e ultra-sons.

#### *Laser*

Esta técnica envolve o uso de LASER (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) para criar uma linha de luz em torno do coletor para obter imagens digitalizadas das superfícies interiores do seu interior bastante detalhadas. Por esta razão, também é chamado de método de *lightline* (Sousa *et al.*, 2006; USEPA, 2009).

Existem vários sistemas laser que são aplicados na inspeção de redes de drenagem, destacando-se o concebido no Japão, que avalia a forma de reflexão da luz na superfície das tubagens (Makar, 1999):

- o máximo de luz incidente é refletido em superfícies lisas,
- nas superfícies fissuradas a luz refletida é reduzida,

- nas secções em falta ou que estão fendilhadas, não é refletida nenhuma luz.

A luz do laser evidencia a forma da parede do coletor, permitindo, assim, a deteção de alterações na sua forma. Estas alterações podem ser causadas pela deformação, corrosão, ou assoreamento do coletor. De referir ainda que a inspeção a laser só pode ser usada na zona emersa do coletor e para avaliar toda a superfície interna do coletor por esta técnica, é necessário que primeiro seja retirado de serviço. O exemplo de funcionamento do laser está explícito na Figura 5.

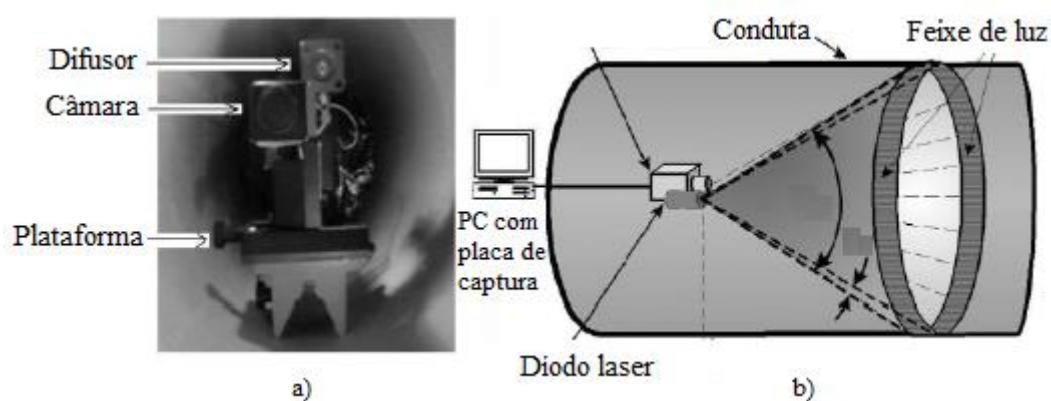


Figura 5 – Esquema de laser: a) plataforma do laser dentro da conduta e b) esquema de difusão da luz laser (adaptado de (Duran *et al.*, 2003)).

Estes sistemas podem obter grau de precisão na ordem de 0,10 m na medição da geometria do coletor e podem ser aplicados a coletores com diâmetros desde 0,225 m até 1,50 m e permitem ainda detetar fissuração até 0,25-0,30 mm. Os dados obtidos são memorizados e analisados informaticamente e o seu tratamento permite produzir imagens de alta qualidade do coletor (bi ou tridimensionais) em que é facilitada a sua introdução nos sistemas de informação geográfica (Sousa *et al.*, 2006).

#### *Ultra-sons*

Os ultra-sons são utilizados como método de inspeção, com base na frequência de ultrassom de cada material. Esta técnica utiliza, assim, ondas sonoras para detetar as características do coletor – estas ondas sonoras sofrem reflexões sempre que há modificações na densidade do material. Desta forma, é possível detetar várias características de um material como espessura, eventual enfraquecimento do coletor, forma, presença de anomalias - fissuração, tamanho do defeito, orientação, presença de vazios e picadas de corrosão até 5 mm (Ciocco *et al.*, 2002; Sousa *et al.*, 2006). Contudo, os resultados obtidos têm que ser interpretados por um técnico especializado.

É importante notar ainda que esta técnica pode fornecer uma imagem bastante precisa da secção do coletor, tanto em secções submersas ou emersas mas não em simultâneo (Sousa *et al.*, 2006).

Os feixes pulsados de ultra-som podem ser produzidos com um transdutor. Nas interfaces, parte da energia sonora é difundida para o material seguinte ao passo que a outra parte é refletida e posteriormente detetada pelo sensor ultra-sónico (Figura 6). Assim, qualquer onda sonora que retorna ao transdutor dá a informação de duas medidas principais: amplitude do sinal devolvido e tempo decorrido entre a emissão e a receção pelo transdutor. À medida que a velocidade do som é geralmente conhecida, a distância de percurso pode ser calculada medindo o tempo de percurso da onda (Ciocco *et al.*, 2002; Sousa *et al.*, 2006).

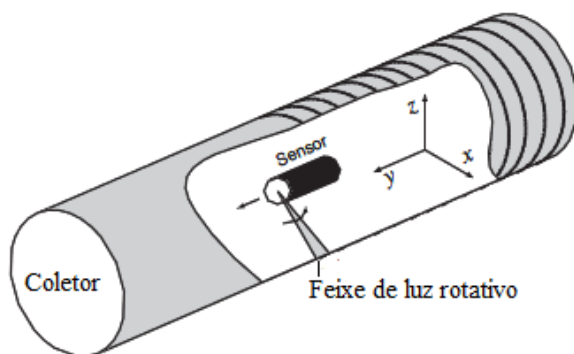


Figura 6 – Inspeção ultra-som num coletor: para inspecionar uma secção, o sensor move-se ao longo do eixo do coletor (adaptado de (Gomez *et al.*, 2006)).

Os equipamentos comercializados atualmente, que possibilitam efetuar medições acústicas, como por exemplo o *Ultrasonic Caliper* e o *Rotating Sonic Caliper* (RPC) podem ser utilizados em coletores entre os diâmetros de 0,50 m a 4 m (Eiswirth *et al.*, 2000; Sousa *et al.*, 2006). Contudo, para distâncias maiores que 3,60 m, as medições efetuadas ao ar carecem do rigor necessário para permitir uma correta avaliação do estado do coletor (Sousa *et al.*, 2006).

**Sistemas geofísicos** – nestas técnicas é analisado o comportamento de ondas eletromagnéticas de onde resultam informações sobre a geometria e localização dos coletores, bem como informação relativa ao solo envolvente. Estas técnicas utilizam equipamentos complexos, de onde se destacam termografia por infra-vermelhos e radar de penetração terrestre (Sousa *et al.*, 2006).



### *Termografia por infravermelhos*

Esta técnica baseia-se na teoria da transferência de energia, em que a energia flui das superfícies mais quentes para as superfícies mais frias. Essa transferência de energia depende das características do meio que atravessa, resultado em diferenças de temperatura. Desta forma, é possível criar uma imagem que representa diferentes temperaturas por diferentes cores. Logo, heterogeneidades nos materiais, principalmente falhas e vazios, apresentam propriedades térmicas diferentes, permitindo a sua localização e determinação da profundidade onde se encontram (Duran *et al.*, 2003; Sousa *et al.*, 2006; USEPA, 2009).

Na utilização desta técnica é necessária a existência de uma fonte de energia para que seja gerado um fluxo. Existem então dois sistemas possíveis:

- passivo,
- ativo.

No caso do sistema passivo, a fonte de energia utilizada é o sol ou caso a inspeção se realize durante a noite, o próprio terreno funciona como fonte de energia e a atmosfera é o receptor. Este sistema foi aplicado com sucesso na detecção e localização dos coletores, na determinação de infiltrações e exfiltrações, vazios e anomalias no exterior dos coletores (Sousa *et al.*, 2006).

Esta tecnologia pode ser realizada pelo exterior, manualmente ou a partir de uma câmara montada em aeronaves ou veículos motorizados. Com o processamento e análise das imagens criadas supracitadas, o rigor e a velocidade de interpretação são largamente melhorados, sendo que é possível inspecionar entre 5 e 160 km de tubagem por dia (Gokhale e Graham, 2004; Sousa *et al.*, 2006).

Por sua vez, a termografia ativa utiliza normalmente lâmpadas de infravermelhos para aquecer a tubagem e posteriormente a inspecionar. A metodologia a que corresponde o processo de medição mais simples denomina-se termografia por impulso, que consiste na aplicação de uma carga térmica ao coletor, procedendo-se de seguida à sua monitorização. Esta técnica é efetuada no interior dos coletores (Duran *et al.*, 2002; Sousa *et al.*, 2006).

### *Radar de penetração terrestre*

Em levantamentos com o radar de penetração terrestre, GPR (*Ground Penetrating/Probing Radar*), são transmitidas ondas eletromagnéticas para o solo a partir de uma antena, que ao atravessarem meios com diferentes densidades permitem recolher

informações sobre os mesmos. Esta tecnologia é utilizada em diversas áreas de engenharia (e.g., detecção de vazios em maciços rochosos, detecção de anomalias estruturais em pavimentos) e na arqueologia (Koo e Ariaratnam, 2005; Sousa *et al.*, 2006).

O equipamento de GPR contém um gerador de sinal e uma antena, que realiza funções de emissão e recepção. Pode-se ter uma única antena (a trabalhar no modo mono-estático) ou duas antenas (a trabalhar no modo bi-estático). O sinal obtido pode ser observado e memorizado em sistemas próprios, sendo comumente utilizado um computador pessoal, possibilitando assim a visualização no campo com pré-processamento e controlo dos dados adquiridos, como é possível observar na Figura 7 (Duran *et al.*, 2002; Sousa *et al.*, 2006).

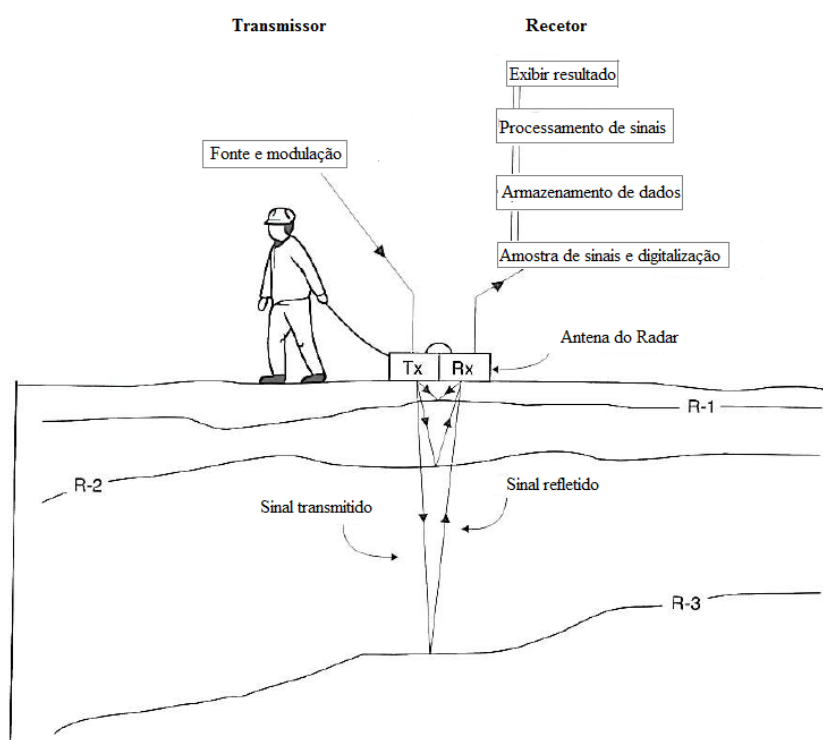


Figura 7 – Esquema de funcionamento do GPR (adaptado de (Casas *et al.*, 2000)).

O GPR é comumente utilizado a partir do exterior do coletor (superfície do terreno), embora também seja possível a sua aplicação no interior. Esta técnica permite detetar objetos enterrados de natureza metálica e não metálica e possibilita recolher dados sobre (Duran *et al.*, 2002; Sousa *et al.*, 2006):

- coletor – tipo de material, espessura da parede e condição estrutural atual;
- terreno envolvente – presença de outras infraestruturas;
- interface solo-coletor, nomeadamente o nível freático;

- presença de vazios.

Esta técnica depende da frequência central das ondas eletromagnéticas, pois quanto maior esta for, maior é o detalhe e a precisão na detecção, tomando valores entre 50 e 100MHz e 1000 e 5000MHz, centrando-se o valor médio nos 300MHz (Duran *et al.*, 2002; Sousa *et al.*, 2006). É necessário utilizar antenas com profundidade de penetração diferente para diferentes fins. Por exemplo, para recolher informações sobre as condições estruturais atuais do coletor é utilizada uma antena com frequência elevada (e.g., 1 GHz), para o terreno envolvente são utilizadas antenas com frequência média (e.g., 200MHz) enquanto que para a interface coletor-terreno envolvente, podem ser utilizadas antenas com frequências de 500MHz.

No entanto, a escolha da frequência resulta de uma dependência entre a profundidade de investigação e a resolução, visto que com o aumento da frequência aumenta também a resolução, mas como o comprimento de onda diminui, a profundidade de investigação também diminui. Para uma dada frequência, a profundidade onde é conseguida a resolução máxima, depende do comprimento de onda e ainda do tipo e propriedades elétricas e magnéticas do meio atravessado, principalmente da sua condutividade. Quanto maior a condutividade do meio, menor será a frequência da antena e consequentemente, menor será a resolução obtida. Quando se trata de coletores, no caso do meio a inspecionar apresentar boas condições (significando isto, baixa condutividade), a profundidade máxima aproxima-se de 3 m. É de notar que as características do coletor a inspecionar, nomeadamente a sua dimensão, material e altura de água no seu interior, influenciam na profundidade de investigação (Duran *et al.*, 2002; Sousa *et al.*, 2006).

**Sistemas multi-sensoriais** – existem também outro tipo de técnicas que incorporam diversos sistemas de inspeção, com o objetivo de obter dados complementares numa operação singular. Distinguem-se:

- PIRAT;
- KARO;
- SAM;
- SSET.

#### *PIRAT*

O sistema PIRAT (do inglês *Pipe Inspection Real-Time Assessment Technique*), desenvolvido na Austrália e foi concebido para inspecionar e avaliar automaticamente o

estado de conservação atual dos coletores. Este sistema inclui uma câmara de CCTV, com o intuito de guiar o robot ao longo do coletor, permitindo assim validar a informação recolhida. Os sensores destinados à inspeção de coletores são (Duran *et al.*, 2003; Sousa *et al.*, 2006):

- scanner LASER;
- sonar.

Os instrumentos do PIRAT permitem criar um modelo cilíndrico do interior do coletor, sendo este analisado por técnicas de inteligência artificial, para que seja menor a subjetividade de análise de dados realizada por um operador (Sousa *et al.*, 2006).

#### *KARO*

Sistema robotizado de controlo remoto que contém um sensor ótico tri-dimensional, ultra-sónico e de micro-ondas, destinado a inspecionar coletores e condutas. O sistema compatibiliza a informação (teoria *fuzzy-logic*) obtida pelos diversos sensores para efetuar o diagnóstico atual do coletor, permitindo detetar:

- tipo de coletor;
- localização;
- dimensão das anomalias encontradas.

O sistema considerado consegue detetar anomalias até 0,10 m atrás da parede do coletor, vazios que provêm de escorrências no terreno adjacente e fissuração na parede do coletor, mesmo que estejam cobertas por camadas de lama.

É possível ainda que o sistema inclua um módulo com GPR, permitindo assim investigar até 2 m além da parede do coletor (Duran *et al.*, 2003; Sousa *et al.*, 2006).

#### *SAM*

O sistema SAM (*Sewer Assessment with Multi-sensors*) constitui uma evolução perante a técnica supracitada pois, para além de ter o sistema de CCTV, inclui (Eiswirth *et al.*, 2000; Sousa *et al.*, 2006):

- triangulação ótica – efetua medições óticas tri-dimensionais do coletor, permitindo obter o diâmetro da tubagem e eventuais desvios;
- sensor microondas – permite analisar o solo adjacente à parede do coletor em todo o perímetro e é montado numa consola rotativa;

- sensor geoeletrico – é emitida uma corrente perpendicular ao coletar, por uma sonda, que aumenta quando a corrente passa numa zona de exfiltração. Este sistema tem a limitação de ser pequena a distinção em termos de registo entre uma junta ou ligação e uma rotura;
- sensor hidro-químico – avalia características da água como o pH, O<sub>2</sub> dissolvido, temperatura e condutividade elétrica, podendo-se obter informação de presença de águas freáticas no coletor. Estes sistemas, tais como os eletroquímicos, são sensíveis a um número restrito de compostos químicos que necessitam de ser devidamente calibrados – para a água residual – o que torna virtualmente impossível a sua utilização na deteção de exfiltrações;
- sensor radioativo – através da utilização de raios gama e de neutrões permite detetar a variação de densidade (vazios) ou o teor de humidade do solo (exfiltrações). Como os resultados obtidos dependem de vários parâmetros físicos do solo, ainda não são muito fiáveis;
- sistema acústico – deteta fugas através da utilização de um martelo que cause a vibração das paredes dos coletores em baixas frequências (100-1000Hz). Este método é limitado apenas a redes relativamente recentes e com fissuras de comprimento mínimo de 0,10 m.

#### *SSET*

Este sistema SSET (*Sewer Scanning and Evaluation Technology*) foi desenvolvido no Japão e consiste na utilização da tecnologia de CCTV com scanner digital de elevada resolução (do tipo *fish eye*) e de um giroscópio triaxial de fibra ótica, sendo possível obter (Sousa *et al.*, 2006):

- filme do coletor;
- identificação informatizada e descritiva das anomalias encontradas;
- imagem digital de todo o perímetro do coletor, ao longo do seu comprimento;
- deformações verticais e horizontais do coletor.

A imagem gerada é interpretada por engenheiros, fazendo com que seja aumentada a velocidade do trabalho de campo, pois seria mais moroso do que um operador e por isto é reduzido o custo da operação (ET, 1992).

É importante referir que esta técnica pode ser combinada com GPR, tendo sido obtidos resultados muito promissores na deteção de anomalias no interior das paredes do coletor. Futuramente prevê-se que permitirá avaliar a corrosão de armaduras existentes (Sousa *et al.*, 2006).

**Sistemas acústicos** – nestas tecnologias são utilizados dispositivos de medição para detetar vibrações e/ou ondas sonoras. Os sensores acústicos são utilizados para detetar sinais emitidos por defeitos e são utilizados por uma variedade de produtos comercialmente disponíveis no que refere à avaliação da condição de coletores. Existem três classificações distintas de tecnologias acústicas:

- detetores de fugas – utilizados para detetar os sinais acústicos emitidos por fugas nos coletores;
- sistemas de monitorização acústicos – utilizados para avaliar a condição de coletores em betão armado e pré-esforçado;
- sistemas de sonar ou ultra-som – emitem ondas sonoras de alta frequência em que é medida a sua reflexão no exterior da parede do coletor, com o objetivo de detetar uma variedade de defeitos do coletor (USEPA, 2009).

#### *Detetores de fugas*

Dispositivos utilizados para detetar o som ou vibração produzida por fugas em condutas tanto de abastecimento de água como de saneamento. Estes incluem várias componentes como dispositivos portáteis de escuta nomeadamente hastes de escuta, microfones subaquáticos - hidrofones e de terra – geofones; correlacionadores de ruído e dispositivos internos que recolhem informações sobre fugas remotamente.

Os dispositivos portáteis de escuta mecânica são as formas mais simples de detetar fugas e são constituídos por hastes de escuta e hidrofones – contudo são utilizados essencialmente em condutas. As hastes de escuta são colocadas em contacto direto com as condutas, permitindo que o operador do dispositivo escute as fugas através do fone de ouvido.

Os hidrofones também podem ser eletrónicos incluindo assim elementos especiais tais como filtros de ruído, amplificadores ajustáveis e elementos sensíveis como materiais piezoelétricos. As fugas podem ser detetadas por parte do operador, através dos fones de ouvidos, ou, em alguns casos, por *soundmeters* que permitem armazenar os níveis de ruído

emitidos pelas fugas nas condutas, sendo então possível a sua posterior análise. Este facto apresenta uma vantagem relativamente aos dispositivos de escuta mecânica.

Os geofones funcionam de maneira análoga aos hidrofones mecânicos, sendo colocados sobre o solo ou pavimento por cima da conduta, que transmite os sons das fugas, permitindo a sua audição por parte do operador.

Os correlacionadores de ruído são mais complexos e exatos para detetar fugas e são utilizados desde 1980. Estes dispositivos são computacionais e são utilizados para medir a sonoridade ou vibração de dois pontos sobre a conduta, em ambos os lados onde haja uma suspeita de fuga. Dependendo do dispositivo, as medições são realizadas por um sensor de vibrações, tal como um acelerómetro ligado aos pontos de contacto com a conduta ou com um microfone subaquático, que é inserido na conduta. Os sinais identificados pelo sensor são enviados por uma rede sem fios para o dispositivo de correlação que indica o local onde existe a fuga com base no intervalo de tempo entre os sinais de fuga medidos a partir dos dois pontos da conduta.

As duas componentes supracitadas, ou seja os dispositivos de escuta e os correlacionadores de ruído têm sido mais utilizados durante décadas, enquanto que as formas mais completas de detetar fugas são os sistemas internos que são colocados nas condutas para que seja monitorizada continuamente a fuga (USEPA, 2009). Um exemplo é o sistema Sahara® (Figura 8) que utiliza um hidrofone ligado a um cabo e funciona em ambiente submerso para gravar ruídos de fugas. O sistema localizador pode estar situado à superfície, permitindo a marcação do local exato das fugas para posterior escavação e reparação. Este sistema deteta fugas através da identificação de sinais acústicos distintos gerados por estas, na parede da conduta. A magnitude das fugas pode também ser estima através do sinal acústico Também está disponível no sistema Sahara® um sensor de vídeo e iluminação para fornecer dados de inspeção CCTV em condutas de água, sendo que em sistemas de drenagem também foi possível inspecionar, utilizando a limpeza dos coletores com água durante o processo (Liu e Kleiner, 2013).

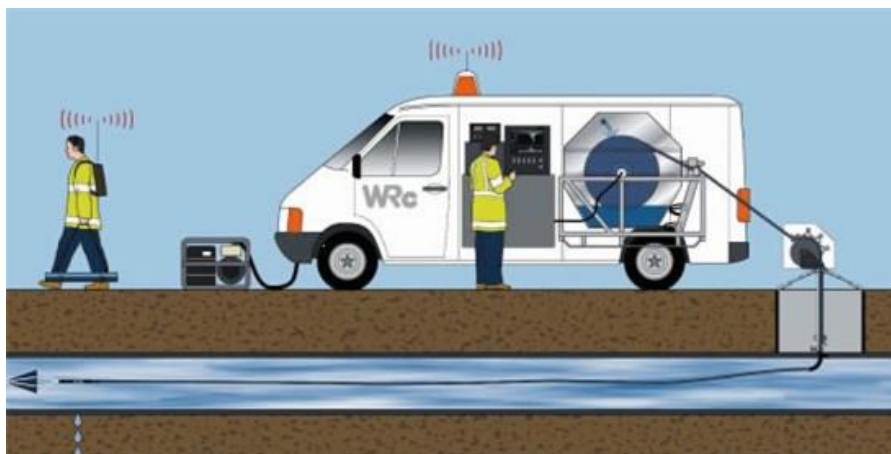


Figura 8 – Sistema Sahara® com as suas diversas componentes (WRc, s.d.)

**Sistemas de monitorização acústicos** - são colocados ao longo de condutas em betão armado e pré-esforçado para fornecer monitoração contínua da condição geral das condutas. As condutas nestes materiais foram mais utilizadas ao longo da história para grandes diâmetros e atualmente têm-se verificado falhas causadas por corrosão interna ou externa. Os sistemas detetam o sinal acústico produzido pela rotura do aço do pré-esforço contido nas condutas. Estes sistemas são úteis como técnicas para determinar que avaliação adicional deve ser efetuada na condição do estado atual da conduta, pois o recurso a estes sistemas não identifica defeitos individuais (USEPA, 2009).

Existem duas técnicas mais utilizadas: Teste de Emissão Acústica (AET) e SoundPrint®. A técnica AET é uma técnica de inspeção não-invasiva para verificar a deterioração de sistemas de abastecimento de água, sendo que mais recentemente tem sido também utilizado para redes de drenagem. Este teste é baseado na libertação de energia acústica quando existe rotura (cedência ou quebra) dos fios de pré-esforço, em que é identificada a descompressão pela frequência e número de cedências ao longo do tempo. Desta forma, através do tempo de chegada de sinais acústicos desde as falhas até aos sensores localizados na conduta, é possível saber o local exato das mesmas. Tal como a técnica AET, o SoundPrint® é uma tecnologia de controlo acústico utilizado para proporcionar a monitorização remota contínua não-invasiva para condutas. O sistema patenteado e original criado em 1993, utilizava hidrofones para detetar quebras nos fios de aço do pré-esforço, mais recentemente (2005) são utilizados cabos de fibra ótica acústicos para detetar sinais acústicos. Este sistema monitoriza continuamente as tubagens, detetando a falha de elementos do pré-esforço, através da alteração de frequência. Como é possível efetuar a monitorização através de um único ponto de acesso (as



válvulas que comunicam com o cabo de fibra-ótica são instaladas nas câmaras de visita) leva a que o sensor não-eletrónico não produza ruído de fundo (Soundprint, s.d.; USEPA, 2009).

**Sistemas físicos elétricos e eletromagnéticos** - existem várias técnicas de avaliação da condição das condutas utilizando correntes elétricas ou eletromagnéticas. A técnica de detecção de fugas de corrente elétrica não identifica só fugas como fissuras e fraturas em coletores sujeitos a carregamento e não metálicos. Outro método utilizado também na indústria petrolífera e de gás é denominado por fuga de fluxo magnético (MFL) identifica corrosão, fissuração e fraturação em materiais ferromagnéticos. Existem ainda outros ensaios de correntes induzidas e induzidas por campo remoto que permitem identificar as anomalias das técnicas supracitadas, incluindo também infiltrações, exfiltrações e espessura da conduta metálica ou coletor onde está a ser efetuado esse estudo (USEPA, 2009; Wilson *et al.*, 2008).

#### *Método de detecção de fuga de corrente elétrica*

Na génese, o método de detecção de fugas de corrente elétrica (*Electrical Leak Location Method*) utilizou-se para inspecionar revestimentos de geomembrana, em 1981. Depois de estar comercialmente disponível em 1985 foi desde então um dos métodos mais utilizados na detecção de fugas em geomembrana. Esta técnica coloca um eléctrodo em cada lado do material a testar e é gerada diferença de potencial entre os eléctrodos; como o material é um isolante elétrico, a tensão só é transmitida através de orifícios no material, sendo que a localização dos defeitos no material tem elevada densidade de corrente, que pode ser detetada através da medição de potencial elétrico na área de procura. Embora seja utilizada principalmente para inspeção em revestimentos de geomembrana, a técnica é também utilizada na inspeção de coletores. Contudo, como esta técnica requer que o coletor seja um isolador elétrico, só é possível ser utilizada em coletores não metálicos e é mais utilizada em condutas de pequeno diâmetro pois é mais simples aplicar carregamentos (USEPA, 2009).

Apesar da existência de inúmeros métodos e serviços para detetar fugas de corrente elétrica, o único método especificamente utilizado para condutas e coletores denomina-se *Focused Electrode Leak Location* (FELL), da empresa GRW Engineers, Inc., que utiliza o potencial de vazamento em materiais não-condutores em redes de drenagem e coletores gravíticos, sendo que inicialmente este sistema foi desenvolvido para condutas em pressão. A empresa criou duas técnicas de destaque: FELL-41 para inspeção de coletores e FELL-21 para a inspeção de ramais de edifícios. Estas técnicas só identificam defeitos em áreas submersas do coletor, por isso é comum existir a necessidade de preencher o coletor com água. É

importante notar que esta técnica só é aplicada em coletores não-condutores e materiais metálicos revestidos (USEPA, 2009).

#### *Método de detecção de fuga de fluxo magnético*

Esta técnica foi desenvolvida em 1920 para testes materiais e hoje em dia é utilizada em oleodutos e gasodutos, mais adequados para coletores de maior diâmetro que sejam metálicos. O método de detecção de fuga de fluxo magnético (MFL) utiliza a colocação de ímãs perto da parede do coletor, fazendo com que seja induzido um campo magnético (homogêneo) na parede do coletor, em que a força e direção desse campo magnético são descritas por linhas de fluxo, como é possível ver na Figura 9. No caso de existir corrosão, esta é detetada quando existe menos fluxo do que em secções sem anomalias, fazendo com que nesse local exista alteração do campo magnético. Contudo, esta técnica pode identificar também outros defeitos no coletor, incluindo fissuração e fraturação circunferencial e longitudinal. Adicionalmente, este sistema possibilita identificar o tipo de defeito em questão e o tamanho do mesmo (USEPA, 2009, USEPA, 2012).

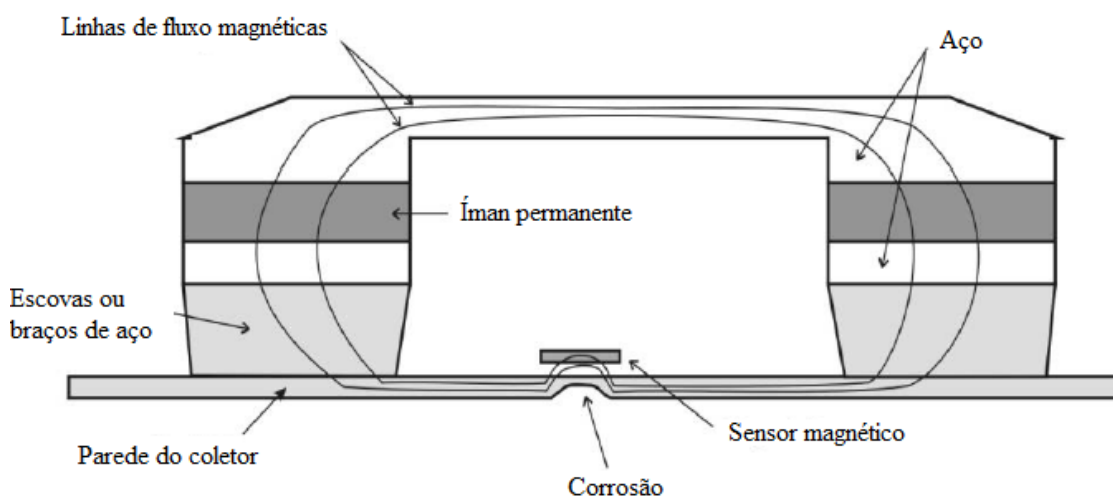


Figura 9 – Esquema de funcionamento de MFL (adaptado de (USEPA, 2012)).

#### *Ensaios de correntes induzidas e ensaios de correntes induzidas remotamente*

Estes ensaios ECT (*Eddy Current Testing*) e RFEC (*Remote Field Eddy Current Technology*) implicam a criação de correntes elétricas e campos magnéticos para investigar a condição de material metálico. A tecnologia de ECT envolve a utilização de uma bobina magnética para induzir a corrente elétrica em coletores condutores. Por sua vez, a corrente elétrica gera pequenos campos magnéticos ou correntes de Eddy causando alteração na

impedância da bobina. A medição desta impedância ao longo da bobina magnética que percorre o coletor, permite a identificação de defeitos.

A técnica RFEC foi criada para suprimir as limitações das inspeções por ECT. Neste método é utilizada uma sonda com múltiplas bobinas, sendo criadas vários campos magnéticos mais fortes, permitindo detetar então defeitos internos e externos em coletores e condutas.

Ambas as técnicas são utilizadas maioritariamente para a deteção de defeitos em paredes de materiais metálicos e detetam essencialmente corrosão, fugas e fraturas. Estes métodos são versáteis podendo inspecionar condutas de qualquer diâmetro – podendo estas estar vazias, integral ou parcialmente preenchidas, em pressão ou a trabalhar graviticamente. Contudo, o uso destes métodos é limitado pois a maioria dos coletores atualmente não são construídos por materiais metálicos (USEPA, 2009).

#### **Comparação entre técnicas**

A inspeção dos sistemas de drenagem pode ser efetuada com diversas técnicas, estando algumas ainda em desenvolvimento. Como é natural, ainda existem dificuldades em controlar todos os parâmetros envolvidos nas diferentes técnicas, comprometendo assim a qualidade e rigor dos dados obtidos. Ainda assim, muitas das técnicas apresentam aplicações, vantagens e desvantagens diferentes (nomeadamente nas técnicas visuais, sistemas físicos e geofísicos) e a variados níveis (Tabela 1), contendo diferente informação quantitativa e qualitativa, velocidade e segurança dos dados recolhidos, facilidade de armazenamento, etc. É importante referir que os sistemas multi-sensoriais recolhem dados complementares com diferentes níveis de detalhe e precisão, sendo possível que contenham sistemas de validação e avaliação automática de dados (Sousa *et al.*, 2006).

Tabela 1 – Comparação entre técnicas de inspeção (adaptado de (Makar, 1999; USEPA, 2009)).

| Técnica de inspeção     | Aplicação  | Especificação da técnica  | Resultados Obtidos  | Vantagens  | Desvantagens  | Ref.                         |
|-------------------------|--|---|---|--|---|------------------------------|
| <b>Técnicas Visuais</b> |  |   |   |  |   |                              |
| <b>CCTV</b>             | Tubagem vazia ou parcialmente cheia (acima da superfície da água). | Superfície da parede da tubagem, podendo quantificar a deformação existente pela utilização de luz adjacente. | Fissuração superficial.<br>Deformações visíveis.<br>Fenómenos de erosão.<br>Indicação de infiltrações/<br>Exfiltrações. | Técnica Padrão.<br>Base de dados disponível para interpretar dados.<br>Relativamente pouco dispendiosa.<br>Avalia o comprimento inteiro da rede de drenagem.<br>Tempo do ensaio de inspeção reduzido.<br>Permite cruzar informação com outras técnicas, nomeadamente sonar e laser.                        | Dificuldade de comparar com exatidão avaliações da mesma rede realizadas em vezes diferentes.<br>Pode não detetar anomalias atrás de obstruções ou debaixo de água.<br>Apenas examina locais junto de câmaras de visita.<br>Mais utilizada para menores diâmetros.<br>Depende da qualificação do operário e da câmara de vídeo. | (Sousa <i>et al.</i> , 2006) |
| <b>Sistemas Físicos</b> |  |   |   |  |   |                              |
| <b>Laser</b>            | Tubagem vazia ou parcialmente cheia (acima da superfície da água). | Superfície da parede da tubagem.  | Fissuração superficial.<br>Deformações visíveis.<br>Fenómenos de erosão.  | Medição precisa da anomalia e da geometria da tubagem.<br>Análise por computador.<br>Compara com exatidão avaliações da mesma rede realizadas em vezes diferentes.<br>Várias avaliações permitem criar taxas de danos.<br>Avalia todo o comprimento da rede.<br>Maior rapidez de inspeção do que com CCTV. | Ainda não se encontra disponível comercialmente para grandes diâmetros.<br>Mais dispendiosa do que a técnica de CCTV.   | (Sousa <i>et al.</i> , 2006) |

| <b>Técnica de inspeção</b>             | <b>Aplicação</b>  | <b>Especificação da técnica</b>  | <b>Resultados Obtidos</b>                             | <b>Vantagens</b>  | <b>Desvantagens</b>   | <b>Ref.</b>   |
|--|---|--|---|---|---|---|
| <b>Ultra-som</b>                       | Tubagem (normal e inclinada) inundada, parcialmente cheia ou vazia. | Superfície da parede da tubagem debaixo de água e quantifica a deformação.         | Deformações visíveis.<br>Fenómenos de erosão.         | Medição de anomalias acima e abaixo da linha de água.<br>Armazena dados diretamente no computador.<br>Análise por computador pode detetar erros do operador.<br>Compara com exatidão avaliações da mesma rede realizadas em vezes diferentes.<br>Várias avaliações permitem criar taxas de danos.<br>Avalia todo o comprimento da | Dificuldade em identificar áreas de fraturação, nomeadamente paralelas às ondas.<br>É necessária a limpeza da rede de drenagem para se obter resultados precisos.<br>Mais dispendiosa que a técnica de CCTV.<br>Dificuldade em definir campo de ação.<br>Depende da qualificação do operário. | (Gokhale e Graham, 2004)  |
| <b>Sistemas Geofísicos</b>             |   |  |   |   |   |   |
| <b>Termografia por infra-vermelhos</b> |   | Pelo exterior, ou manualmente, ou a partir de câmara de vídeo montada em aeronave. | Deteta localização e profundidade de falhas e vazios. | Elevado potencial para detetar anomalias invisíveis.  | As anomalias superficiais podem mascarar as restantes.<br>Condicional por condições ambientais, nomeadamente pluviosidade que pode reduzir a diferença de temperatura entre objetos.<br>Difícil interpretação de termogramas.   | (Duran <i>et al.</i> , 2002; Eiswirth <i>et al.</i> , 2000; Gokhale e Graham, 2004; Sousa <i>et al.</i> , 2006) |

| <b>Técnica de inspeção</b>           | <b>Aplicação</b>   | <b>Especificação da técnica</b>   | <b>Resultados Obtidos</b>  | <b>Vantagens</b>   | <b>Desvantagens</b>  | <b>Ref.</b>  |
|--------------------------------------|--|---|--|--|--|--|
| <b>Radar de penetração terrestre</b> | Tubagem vazia ou parcialmente cheia (acima da superfície da água). | Determina a presença de vazios, água e sedimentos perto do exterior da tubagem. | Deteta vazios, pedras e outros objetos no leito de escoamento.<br>Deteta exfiltrações. | Não exige a entrada na rede.<br>Pode detetar delaminações nas paredes da tubagem.<br>Não é influenciada pela condição do escoamento. | Quando a inspeção é efetuada pelo exterior, os erros associados à deteção de vazios são significativos.<br>Dependência dos materiais condutores quando se utilizam frequências elevadas. | (Gokhale e Graham, 2004; Sousa <i>et al.</i> , 2006) |

### **3.2. Codificação e classificação de anomalias observadas em inspeção CCTV**

Para implementar uma estratégia de gestão patrimonial proativa baseada na inspeção ou na previsão é necessário conhecer a condição dos componentes do sistema. No caso dos sistemas de drenagem, as inspeções CCTV são uma das fontes de informação mais importantes para esse efeito (outras fontes incluem, a título de exemplo, o cadastro atualizado, os registos de ocorrências ou os modelos hidrodinâmicos).

No entanto, estas estratégias de gestão patrimonial só podem ser implementadas de forma eficaz e eficiente se os resultados de diversas inspeções CCTV forem fidedignos e poderem ser inequivocamente comparados. Neste sentido, a EN 752-5 recomenda o uso de um sistema de codificação universal das anomalias, tendo a norma EN 13508-2 sido elaborada, posteriormente, com o objetivo de especificar um sistema de codificação a utilizar para registar objetivamente a informação visual obtida da inspeção.

A norma EN13508-2 "*Conditions of drain and sewer systems outside buildings - Part 2: Visual inspection coding system*" especifica, assim, um sistema de codificação para a descrição das condições internas de elementos de sistemas de drenagem (e.g., ramais, coletores, câmaras de visita) identificadas por inspeção visual.

O sistema de codificação especificado nesta norma é agrupado numa série de códigos referentes a observações em ramais e coletores e noutra série de códigos referentes a observações em câmaras de visita e câmaras de inspeção.

Cada observação é descrita por um código principal formado por três letras e informação adicional. A primeira letra do código principal descreve a aplicação do código, a segunda letra indica o tipo de código e a terceira letra determina a observação específica.

No sistema de codificação para ramais e coletores (e, similarmente, no sistema de codificação para câmaras de visita e câmaras de inspeção) a informação registada é de dois tipos:

- informação de cabeçalho – relacionada com a tubagem (ou a câmara de visita ou de inspeção) como um todo (códigos com esta informação começam pela letra A para coletores e pela letra C para câmaras de visita);

- informação sobre as observações individuais dentro de um ramal ou coletor (ou de uma câmara de visita ou de inspeção) com códigos com esta informação começam pela letra B para coletores e pela letra D para câmaras de visita.

A informação de cabeçalho para ramais e coletores é inserida no início da inspeção, devendo ser registadas, no mínimo, as seguintes informações:

- identificação do troço de tubagem;
- sentido da inspeção;
- localização;
- sistema de codificação utilizado;
- ponto de referência longitudinal (se se estiver a gravar a localização longitudinal);
- método de inspeção;
- data de inspeção;
- se foi efetuada limpeza ao ramal ou coletor antes da inspeção;
- qualquer outra informação exigida pela entidade adjudicante.

Cada observação deve ser registada utilizando um código principal que descreve de forma abrangente a observação, juntamente com as seguintes informações adicionais, quando necessário:

- localização longitudinal – localização longitudinal da observação relativamente a um referencial pré-definido, incluindo um método de registo das observações que ocorrem ao longo de uma extensão significativa;
- localização vertical - localização vertical da observação relativamente a um referencial pré-definido;
- caracterização – descrição pormenorizada da observação, podendo ser registados até dois códigos;
- quantificação – quantificação da observação, podendo ser registados até dois valores;
- localização circunferencial – localização da posição da observação no referencial horário, podendo ser registados até dois valores;



- localização descritiva – localização da observação na câmara de visita ou câmara de inspeção;
- junta – identifica quando a observação está associada a uma junta entre duas peças pré-fabricadas adjacentes;
- referência fotográfica – referência de fotografia ou imagem de vídeo fixa, relativa à observação;
- referência vídeo – referência de localização da observação na sequência do vídeo;
- comentários – texto que descreve aspetos da observação que não podem ser descritos de outra forma.

Deverá ser preenchida uma ficha de inspeção por cada troço de tubagem (mesmo que não existam observações).

A informação de cabeçalho para câmaras de visita e câmaras de inspeção é inserida no início da inspeção, podendo ser registadas, a título de exemplo, as informações seguintes:

- identificação do nó;
- localização;
- sistema de codificação utilizado;
- ponto de referência vertical;
- método de inspeção;
- data de inspeção;
- se foi efetuada limpeza à câmara de visita ou de inspeção antes da inspeção;
- qualquer outra informação exigida pela entidade adjudicante.

Deverá ser preenchida uma ficha de inspeção, com a informação supracitada, por cada câmara de visita ou câmara de inspeção (mesmo que não existam observações).

Como ainda não existe a versão portuguesa da norma EN13508-2, no Anexo A pode-se encontrar uma proposta de tradução, como auxílio à implementação da sua aplicação em Portugal. É importante referir que não é uma tradução integral da norma, tendo sido dado ênfase à codificação para coletores e câmaras de visita para inspeções CCTV. Com o recurso a esta tradução é possível preencher fichas de inspeção para a codificação segundo a

EN13508. Como auxílio, o ponto 1 no Anexo A corresponde ao ponto 6 da norma; o ponto 2 corresponde ao ponto 7 e assim sucessivamente.

A informação obtida da inspeção aplicando o sistema de codificação pode ser usada com uma ou mais das finalidades seguintes:

- avaliar as deficiências de comportamento como parte do desenvolvimento de um plano de reabilitação;
- disponibilizar informação para ser utilizada na planificação de atividades de operação e manutenção, por exemplo, programas de limpeza dos coletores;
- investigar problemas específicos de manutenção ou operação;
- registar o inventário de dados e analisar a evolução da degradação entre inspeções.

Este último aspeto revela-se crucial no âmbito da gestão patrimonial, uma vez que as decisões de intervenção tendem a ser tomadas, não com base nas anomalias individuais observadas, mas sim em função da condição estrutural e hidráulica atribuída aos componentes dos sistemas de drenagem. A referida condição dos coletores é determinada com base em protocolos que fazem a ponderação das anomalias. Destes protocolos de classificação, o mais conhecido foi desenvolvido pelo WRc (Reino Unido), existindo outros exemplos de protocolos aplicados em países como o Canadá (NRC), Austrália (ACCEM) ou os EUA (NASSCO) (Gomez *et al.*, 2006).

Embora os protocolos de classificação não sejam objeto de estudo na presente dissertação, importa referir que, consoante o protocolo utilizado, assim a ponderação das anomalias é realizada de forma distinta para determinar a condição dos coletores. Gomez *et al.* (2006) constataram que a escolha do protocolo utilizado é mais condicionante para a classificação da condição dos coletores do que as eventuais falhas que o inspetor possa cometer durante a inspeção.

## **4. CASO DE ESTUDO**

### **4.1. O subsistema do município de Aveiro**

#### **4.1.1. Caracterização do subsistema**

A AdRA – Águas da Região de Aveiro, S.A. é responsável pela gestão, exploração e manutenção das infraestruturas e equipamentos afetos à prestação de serviços de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais. Foi constituída através de um regime de parceria pública-pública dos serviços de abastecimento e de drenagem de águas residuais relativos ao Sistema de Águas da Região de Aveiro (SARA).

A SARA é constituída pelos municípios de Águeda, Albergaria-a-Velha, Aveiro, Estarreja, Ílhavo, Murtosa, Oliveira do Bairro, Ovar, Sever do Vouga e Vagos, tendo aglomerado os sistemas municipais de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais, após a celebração do 1º contrato de parceria pública com o Estado Português representado pela AdP – Águas de Portugal.

Na sua totalidade, a AdRA cobre uma população de cerca de 342 mil habitantes residentes (dados de 2008) e é uma das 10 maiores empresas de serviços de água em número de clientes, volume de negócios e área de abrangência geográfica, a nível nacional. Gere cerca de 5651 km de condutas e 643 infraestruturas, entre reservatórios, captações, estações elevatórias, ETARs, ETAs, etc, abrangendo uma área de 1500km<sup>2</sup>. Como é possível observar pela Figura 10, o município de Aveiro é o que detém maior densidade de rede de drenagem de águas residuais.

O nível atual de cobertura de serviço de saneamento ronda os 70%, embora existam municípios cuja cobertura não atinge os 30% (e.g., Sever do Vouga e Vagos). Procurando atingir a taxa de cobertura de 90%, existe um investimento previsto de cerca de 102 milhões de euros até 2017, na vertente de saneamento, com o objetivo de manter e construir novas infraestruturas.

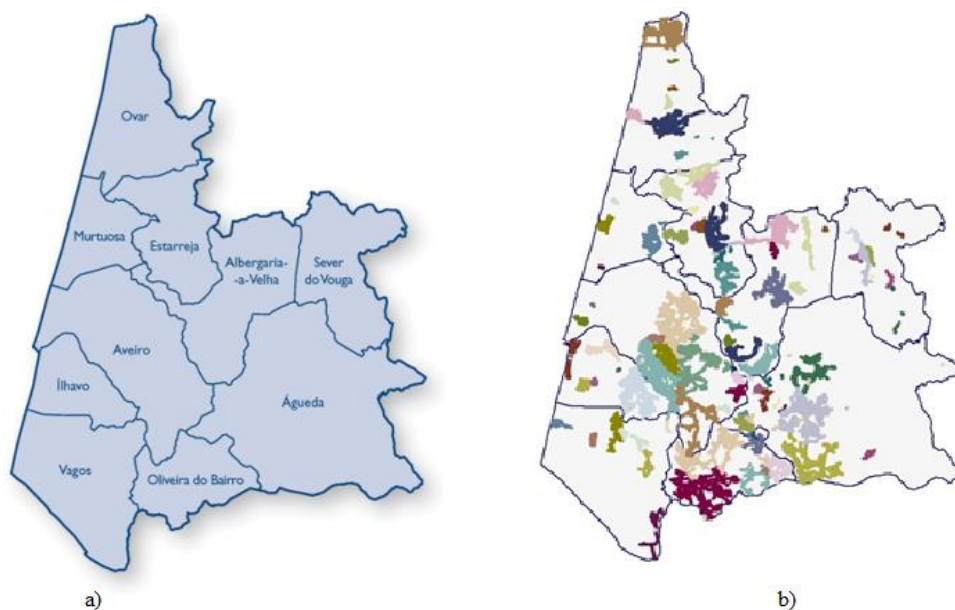


Figura 10 – Distrito de Aveiro: a) Municípios constituintes; b) Área de intervenção da AdRA, com identificação dos 67 subsistemas de drenagem (adaptado de (AdRA, s.d.)).

No âmbito do presente estudo, foi analisado apenas o subsistema de drenagem do município de Aveiro, pois este contém a informação cadastral mais completa, correspondendo a 450 km de rede de drenagem, a uma área abrangida de 197 km<sup>2</sup> e servindo aproximadamente 72350 habitantes.

Relativamente ao material dos coletores do município de Aveiro, Figura 11, é possível verificar que cerca de 90% se tratam de materiais poliméricos – policloreto de vinilo (PVC) e policloreto de vinilo corrugado (PVC-C), em que o PVC é o material mais representativo. Os materiais que têm menor expressão são o fibrocimento, o ferro fundido dúctil, o polietileno de alta densidade e o polipropileno corrugado.

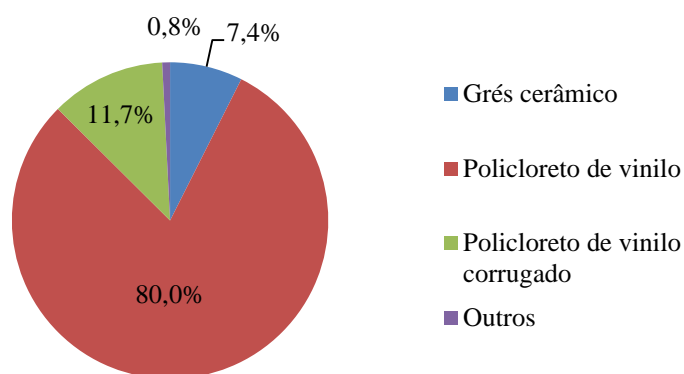


Figura 11 – Caracterização do material dos coletores do município de Aveiro.

Apesar do subsistema do município de Aveiro possuir a informação cadastral mais completa de todo o sistema da AdRA, a idade de alguns coletores é desconhecida, pelo que foi considerada a provável década de instalação, tal como em Sousa (2012).

É possível observar pela Figura 12 a) que a maioria dos coletores tem idade entre 10 e 19 anos. Este facto é consequência do investimento efetuado nesta área com a utilização de fundos comunitários, nomeadamente do FEDER. É de notar que a percentagem de coletores com 30 a 40 anos de idade é menor do que a indicada no estudo efetuado por em que foi abordado parte do sistema de drenagem de Setúbal. Logo, conclui-se que genericamente o sistema de Aveiro é mais recente. São apresentados os principais materiais dos coletores por idade e por quilómetro de rede de cada material. É verificável que cada um dos materiais corresponde a décadas distintas de instalação. No mais antigo, grés cerâmico, constata-se que 70% dos quilómetros de coletor têm entre 30 e 40 anos de idade, seguindo-se em PVC em que 56% da totalidade corresponde a coletores entre 10 e 19 anos de idade e em PVC-C, 99,8% corresponde a coletores até 9 anos de idade. Estas diferenças evidenciam a existência de coletores construídos com matérias-primas distintas, consoante a sua origem e a tecnologia disponível na altura.

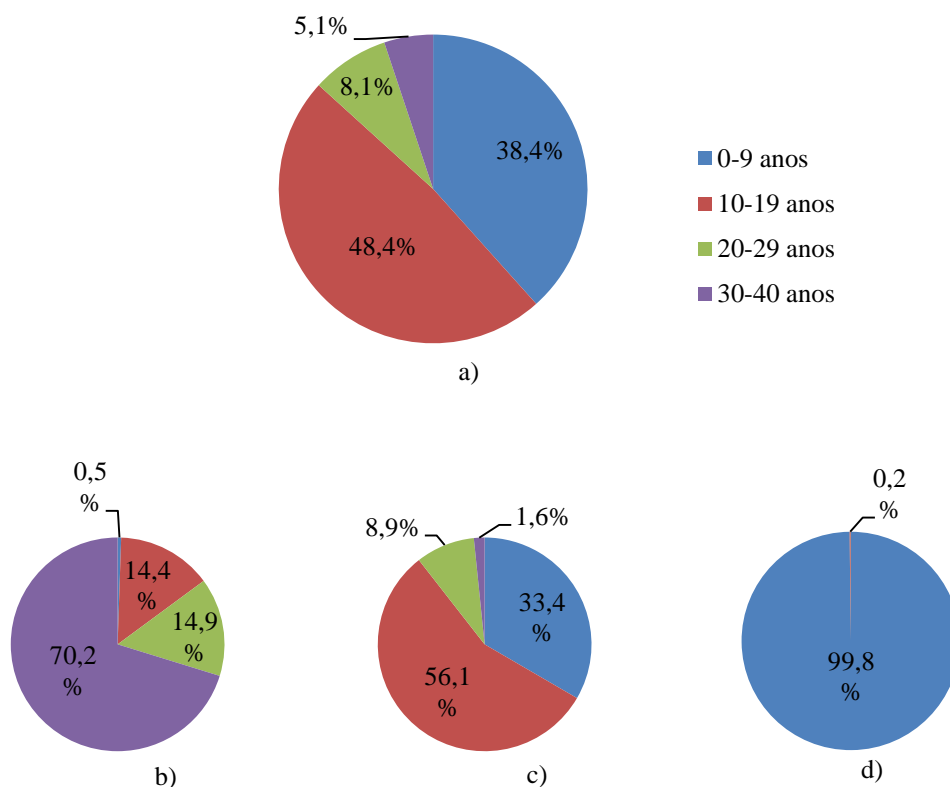


Figura 12 – Caracterização do ano de instalação dos coletores do município de Aveiro: a) todos os materiais do sistema; b) grés cerâmico; c) PVC e d) PVC-C.

O diâmetro mínimo, segundo o Decreto Regulamentar nº 23/95, estipulado no artigo 134.º, tem o valor nominal de 200 mm. Na Figura 13 observa-se que é este o diâmetro que é encontrado em maior percentagem. No que se refere à categoria de diâmetros "Outros", encontra-se DN 100, DN 110, DN 125 e DN 160. No entanto, estes diâmetros representam apenas 0,01% do subsistema. É importante referir que estes diâmetros não estão em concordância com a legislação referida acima, o que pode ser explicado pelo facto dos coletores terem sido instalados antes desta regulamentação entrar em vigor. Também estão representados DN 300, DN 325, DN 400, DN 500 e DN 600. Conclui-se assim, genericamente, que o sistema não escoia caudais de grande dimensão, pois 90% dos coletores apresentam o diâmetro mínimo regulamentar. De referir que, para o caso de Portugal, este valor induz com frequência a situações de excesso de capacidade do coletor (sobredimensionamento) quando utilizado para pequenas populações e nos troços a montante, em que em ambas as situações o caudal de escoamento é reduzido (Sousa, 2012)

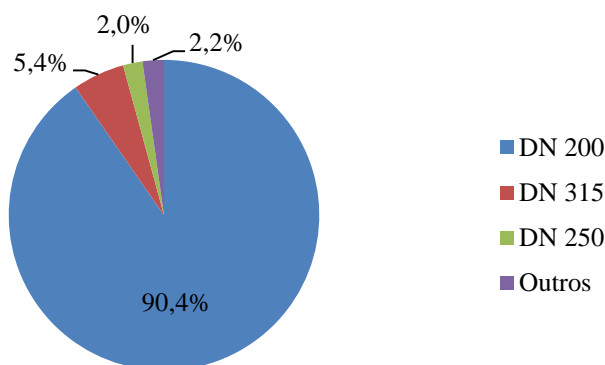


Figura 13 – Caracterização do diâmetro dos coletores do município de Aveiro.

Na Figura 14 é observada a profundidade média de assentamento dos coletores (entre a câmara de visita de montante e a de jusante), de cada trecho. Regulamentarmente, esta não deve ser inferior a 1 m, desde o seu extradorso até ao pavimento da via pública. Contudo, este valor pode ser inferior se houver proteção dos coletores para resistirem a sobrecargas; outra explicação possível deriva do facto dos coletores terem sido instalados antes do regulamento entrar em vigor. Desta forma, é possível perceber que cerca de 8% dos coletores se encontra a menos de 1 m de profundidade. A maior percentagem de coletores está instalada entre 1 m e 2 m, uma vez que é a solução mais económica e a que melhor possibilita a ligação dos ramais domiciliários.

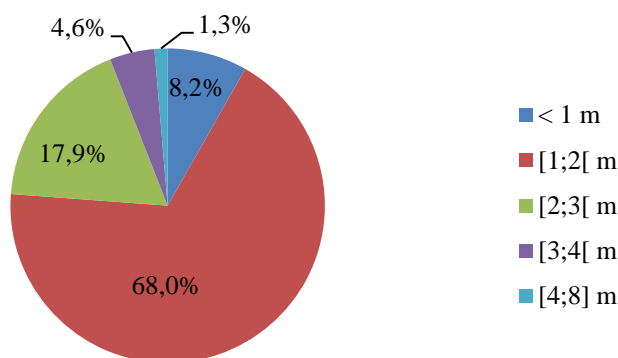


Figura 14 – Caracterização da profundidade média dos coletores do município de Aveiro.

A inclinação mínima regulamentar é de 0,5% e, em casos especiais, pode ser considerado o valor de 0,3%. A informação cadastral apresentava alguns valores não fidedignos (e.g., 1000%). Desta forma, foi inicialmente considerado um intervalo de inclinação entre -0,3% e 15% (mínimo determinado através de cálculos utilizando a profundidade, o comprimento dos trechos e o diâmetro mínimo regulamentar dos coletores e

15% representa a inclinação máxima regulamentar). Como as inclinações entre -0,3% e 0% só representavam cerca de 0,3% do sistema, os trechos com inclinações no intervalo entre -0,3% e 0% foram considerados com inclinação desconhecida. Como é possível verificar pela Figura 15, a maioria dos coletores está instalado com uma inclinação entre 0% e 1% (de referir que o intervalo de 0% a 0,3% representa apenas 7% do sistema, tendo assim sido escolhido o intervalo supracitado). É importante mencionar que a inclinação tem que assegurar o funcionamento hidráulico do sistema e condições de auto-limpeza (Sousa, 2001). Por fim, ainda é possível verificar que em cerca de 8% dos coletores a respetiva inclinação é desconhecida. A análise destes dados permite genericamente comprovar a reduzida declividade do município de Aveiro. Analisando mais especificamente a correlação da inclinação com cada um dos materiais que constituem os coletores, é possível verificar que os três materiais principais apresentados em b), c) e d) contém as mesmas características apresentadas globalmente em a), em que cerca de 50% dos coletores possui inclinação entre 0% e 1%.

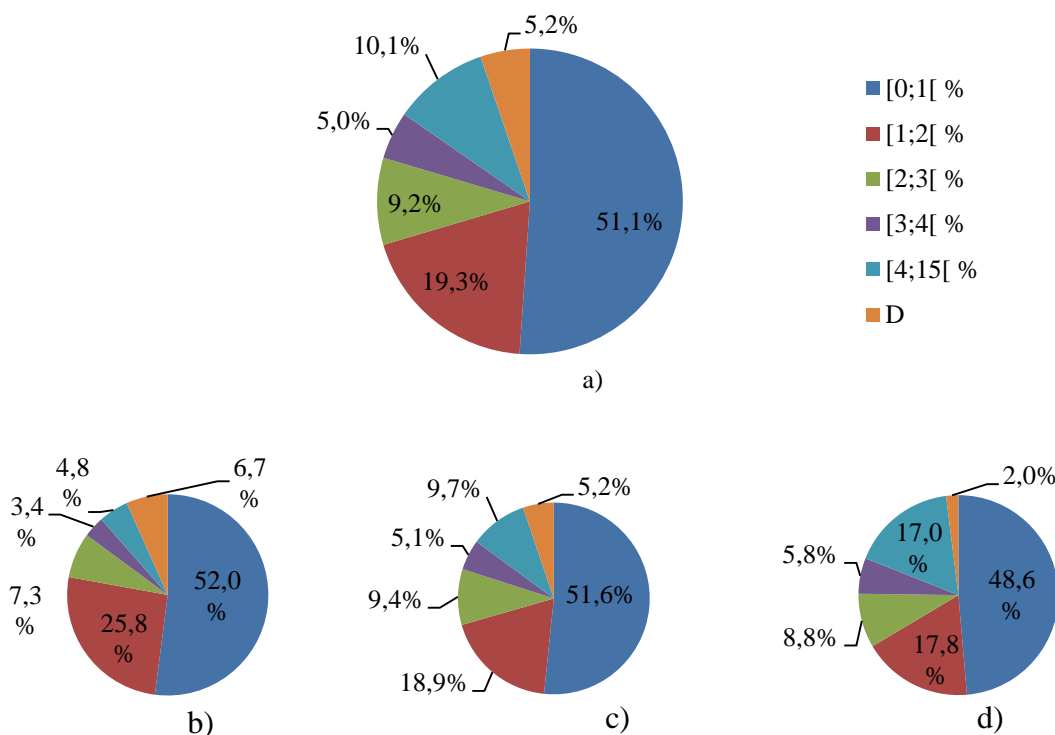


Figura 15 – Caracterização da inclinação média dos coletores do município de Aveiro: a) todos os materiais do sistema; b) grés cerâmico; c) PVC e d) PVC-C.

Por fim, relativamente ao comprimento médio de cada trecho de rede, regulamentarmente está definido que este não deve possuir mais de 60 m de comprimento. Pela análise da Figura 16, é possível verificar que existe uma pequena percentagem de



coletores com comprimento superior a 60 m, construídos antes do regulamento entrar em vigor. A maior percentagem de comprimento de coletores encontra-se entre 50 m e 60 m e relativamente às restantes gamas de valores, é possível ver que existe maior dispersão, sendo que um dos fatores poderá prender-se com a morfologia do município (e.g., arruamentos de pequenas dimensões). Numa análise mais particular, pela análise de c) e d) é possível verificar que o comprimento dos coletores em PVC e PVC-C está entre 50 m e 60 m, com 40% e 56% respetivamente, enquanto que no caso de b), grés cerâmico, apenas 29% se encontra nesta categoria, sendo que cerca de 26% dos coletores tem entre 40 m e 50 m.

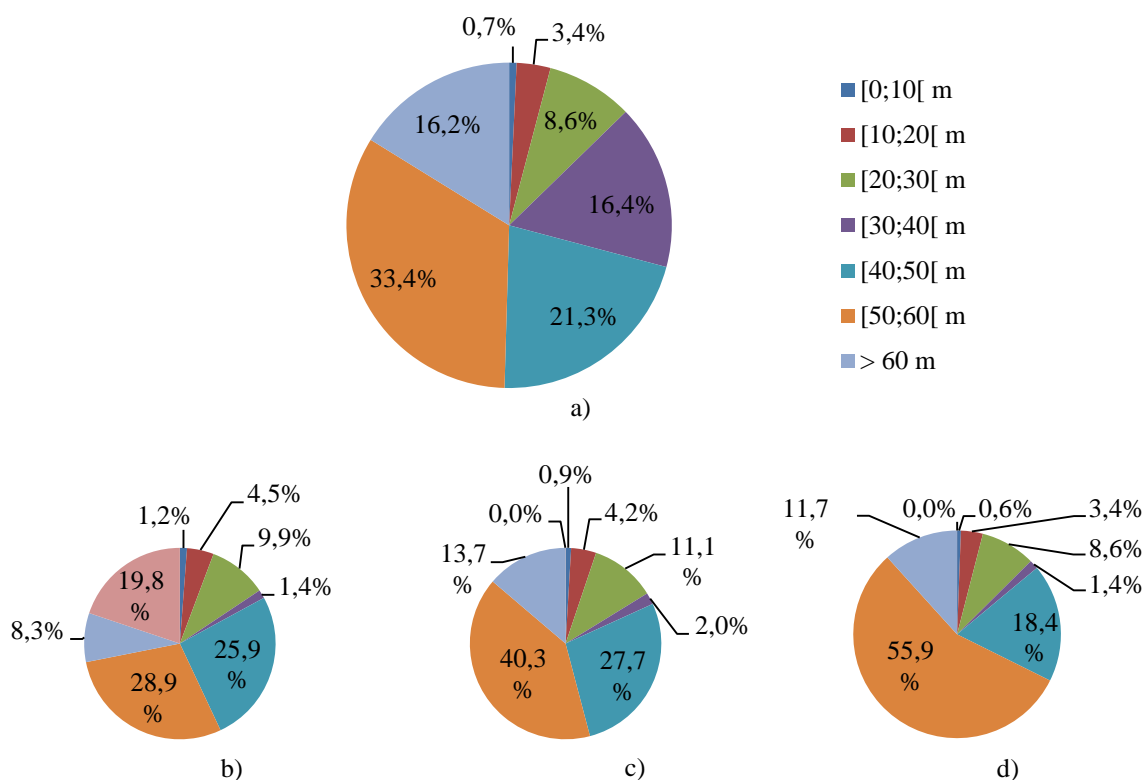


Figura 16 – Caracterização do comprimento médio dos coletores do município de Aveiro: a) todos os materiais do sistema; b) grés cerâmico; c) PVC e d) PVC-C.

A Tabela 2 apresenta um resumo das características físicas mais relevantes dos trechos do subsistema de drenagem do município de Aveiro, sendo apresentados os valores médios de idade, profundidade, inclinação e comprimento dos coletores, dispostos por material e diâmetro. São ainda apresentados os comprimentos totais para cada material, número de trechos total e valores médios de idade, profundidade, inclinação e comprimento médio.

Tabela 2 – Resumo das características do sistema de drenagem da AdRA.

| Material/Diâmetro               | Trechos (n.º) | Comprimento total (m) | Idade média (anos) | Profundidade média (m) | Inclinação média (%) | Comprimento médio (m) | Comprimento total por material (m) |         |
|---------------------------------|---------------|-----------------------|--------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------------------|---------|
| Ferro fundido dúctil            |               |                       |                    |                        |                      |                       | 367,2                              |         |
| 300                             | 1             | 47,0                  | 1978               | 1,7                    | 0,3                  | 47,0                  |                                    |         |
| 500                             | 9             | 320,2                 | 1998               | 1,3                    | 0,7                  | 35,6                  |                                    |         |
| Fibrocimento                    |               |                       |                    |                        |                      |                       | 332,3                              |         |
| 200                             | 9             | 268,4                 | 2006               | 1,7                    | 1,1                  | 29,8                  |                                    |         |
| 400                             | 1             | 61,7                  | 2005               | 4,0                    | 1,4                  | 61,7                  |                                    |         |
| 500                             | 1             | 2,2                   | 1978               | 2,1                    | D                    | 2,2                   |                                    |         |
| Grés cerâmico                   |               |                       |                    |                        |                      |                       | 33822,2                            |         |
| 150                             | 1             | 30,2                  | 1978               | D                      | D                    | 30,2                  |                                    |         |
| 200                             | 872           | 32507,0               | 1983               | 1,7                    | 1,4                  | 37,3                  |                                    |         |
| 250                             | 21            | 820,8                 | 1978               | 2,1                    | 1,3                  | 39,1                  |                                    |         |
| 300                             | 5             | 246,0                 | 1993               | 1,7                    | 0,6                  | 49,2                  |                                    |         |
| 400                             | 9             | 218,2                 | 1978               | 2,0                    | 4,4                  | 24,2                  |                                    |         |
| Policloreto de vinilo           |               |                       |                    |                        |                      |                       | 362655,6                           |         |
| 100                             | 2             | 7,2                   | D                  | D                      | 0,0                  | 3,6                   |                                    |         |
| 110                             | 6             | 110,8                 | 2004               | 0,3                    | 0,0                  | 18,5                  |                                    |         |
| 125                             | 16            | 290,8                 | 1988               | 1,6                    | 1,6                  | 18,2                  |                                    |         |
| 160                             | 53            | 2345,4                | 1988               | 1,6                    | 1,1                  | 44,3                  |                                    |         |
| 200                             | 8068          | 320051,7              | 2004               | 1,7                    | 1,8                  | 39,7                  |                                    |         |
| 250                             | 211           | 9004,9                | 1997               | 1,9                    | 1,4                  | 42,7                  |                                    |         |
| 300                             | 8             | 301,2                 | 1993               | 2,8                    | 2,4                  | 37,6                  |                                    |         |
| 315                             | 591           | 23463,2               | 2002               | 2,0                    | 1,7                  | 39,7                  |                                    |         |
| 325                             | 2             | 47,0                  | 2005               | 2,5                    | 0,5                  | 23,5                  |                                    |         |
| 350                             | 3             | 13,1                  | 1983               | 1,8                    | 6,8                  | 4,4                   |                                    |         |
| 400                             | 129           | 5151,2                | 2002               | 2,0                    | 1,5                  | 39,9                  |                                    |         |
| 500                             | 52            | 1869,1                | 2002               | 2,5                    | 2,5                  | 35,9                  |                                    |         |
| Policloreto de vinilo corrugado |               |                       |                    |                        |                      |                       |                                    | 53240,2 |
| 125                             | 2             | 43,8                  | 2006               | 0,6                    | 1,7                  | 21,9                  |                                    |         |
| 200                             | 1230          | 52215,5               | 2007               | 1,6                    | 2,2                  | 42,6                  |                                    |         |
| 315                             | 21            | 980,9                 | 2007               | 3,5                    | 0,7                  | 46,7                  |                                    |         |
| Polietileno de alta densidade   |               |                       |                    |                        |                      |                       | 136,8                              |         |
| 500                             | 4             | 128,8                 | 1998               | 1,6                    | 1,0                  | 32,2                  |                                    |         |
| 630                             | 1             | 8,1                   | 1998               | 2,4                    | D                    | 8,1                   |                                    |         |
| Polipropileno corrugado         |               |                       |                    |                        |                      |                       | 2726,8                             |         |
| 200                             | 62            | 2726,8                | 2012               | 1,4                    | 0,4                  | 44,0                  |                                    |         |
| Total                           | 11390         | 453281,0              | 1995               | 1,9                    | 1,5                  | 32,1                  |                                    |         |

No presente subcapítulo apresentaram-se as características mais relevantes do subsistema em estudo, particularmente relativas à idade de instalação, material, diâmetro, profundidade média de assentamento e inclinação dos coletores. Esta caracterização é importante pois, existindo também dados de intervenções realizadas no sistema, é possível efetuar a análise combinada da informação cadastral e das intervenções, sendo possível diagnosticar o funcionamento do sistema e agilizar o processo de integração futura de novos dados (Cardoso, 2007).

A caracterização do sistema representa uma fase crucial no processo de opção de intervenções a realizar quando se segue uma política de gestão proativa. A inventariação das infraestruturas de um sistema de drenagem exige uma combinação de pesquisa de registos e verificações/levantamentos efetuados localmente (USEPA, 2004).

#### 4.1.2. Sugestões de melhoria

A informação cadastral do sistema de drenagem da AdRA não se encontra completa. Atualmente, apesar de estar a ser efetuada a atualização contínua desta informação, ainda existe falta de registos de cadastro, nomeadamente em todos os municípios excetuando o município de Aveiro, razão pela qual foi o escolhido para o presente estudo. Foram encontrados registos dispersos e dados com diversos formatos, devido à AdRA ser uma entidade recente. De facto, as infraestruturas construídas antes da criação da AdRA pertenciam a variadas entidades municipais.

No município de Aveiro, apesar da informação cadastral estar mais completa do que nos restantes municípios, falta o registo do nome de alguns arruamentos e da década de instalação de grande parte dos coletores e existem valores da inclinação dos coletores não realistas (e.g., 1000%) e erros de formulação e/ou topográficos.

É sugerido, também, que se faça um arquivo de todos os registos de coletores que existiram anteriormente num certo local, mas que foram desativados, para se ter uma noção da evolução do sistema.

Com o intuito de obter uma base cadastral fidedigna e completa, como fonte de informação sobre os sistemas atualmente existentes, pode-se salientar alguns recursos que poderão apresentar mais informações cadastrais (FCM/NRC-CNRC, 2004):

- elementos de projeto e telas finais;

- relatórios de inspeções/estudos efetuados;
- relatórios e manuais de operação e manutenção;
- pessoal responsável pela operação e manutenção;
- registos existentes de intervenções de reabilitação/substituição;
- registos dos consumidores do sistema.

Adicionalmente, é aconselhável que a caracterização completa das componentes do sistema de drenagem inclua informações como (Mehle *et al.*, 2001):

- custo de construção;
- características iniciais de projeto;
- historial do funcionamento dos componentes do sistema;
- atividades de operação e manutenção efetuadas;
- finalidade de utilização e solicitações.

## **4.2. Inspeção de coletores**

### **4.2.1. Enquadramento**

No sistema de drenagem da AdRA, foram efetuadas inspeções CCTV com outros fins que não a monitorização. De facto, após a construção de novas redes de drenagem são efetuadas inspeções CCTV para avaliar se estão em conformidade com o projeto. Noutros casos, é usual fazer a inspeção CCTV para avaliar a condição de redes que nunca foram utilizadas, quando o objetivo é de as colocar em exploração.

Especificamente no município de Aveiro, desde Maio de 2010 foram inspecionados através da técnica de CCTV cerca de 1350m de rede de drenagem que correspondiam a coletores que apresentavam mau funcionamento. O objetivo destas inspeções foi de fundamentar eventuais reparações dos coletores em questão. O outro motivo para a execução das inspeções CCTV foi averiguar possíveis roturas por suspeita de descargas para o meio hídrico.

Contudo, a grande maioria das inspeções CCTV efetuadas por adjudicação da AdRA não se regeram por nenhuma norma (quer de codificação, quer de classificação)

impossibilitando assim a elaboração de um estudo estatístico na presente dissertação sobre as anomalias encontradas nos coletores.

Caso existisse informação cadastral atualizada e um histórico de inspeções periódicas de CCTV registado segundo a EN 13508, seria possível realizar estudos estatísticos sobre as condições dos coletores, aumentando a compreensão sobre os fatores mais condicionantes para a sua durabilidade, com o intuito de implementar uma atividade de manutenção proativa de um sistema de drenagem. Na SANEST (Sistema de Saneamento da Costa do Estoril), por exemplo, foram efetuados estudos para desenvolver modelos de definição de planos de inspeção seletivos, tendo sido estimada a evolução da condição dos coletores no tempo (Sousa, 2012).

#### 4.2.2. Sugestões de melhoria

##### **Proposta de fichas de inspeção CCTV**

As fichas de inspeção deverão ter quatro grupos de informação a serem preenchidos:

- informação de cabeçalho do ramal ou coletor (Tabela 3);
- códigos para observações no ramal ou coletor (Tabela 4);
- informação de cabeçalho da câmara de visita ou de inspeção (Tabela 5);
- códigos para observações na câmara de visita ou de inspeção (Tabela 6).

Tabela 3 – Ficha de inspeção CCTV para ramais e coletores.

| Execução do contrato                                      |  |                      |
|---|--|----------------------|
| Entidade adjudicante (AAM)                                | Nome do inspetor (ABH)                               | Data (ABF)           |
| <input type="text"/>                                      | <input type="text"/>                                 | <input type="text"/> |
| Referência do trabalho atribuída pelo adjudicatário (ABJ) | Referência do trabalho atribuída pelo inspetor (ABI) | Hora (ABG)           |
| <input type="text"/>                                      | <input type="text"/>                                 | <input type="text"/> |

| Localização da inspeção           |                                      |   |
|-----------------------------------|--------------------------------------|---|
| Nome do sistema de drenagem (AAP) | Referência do troço de tubagem (AAA) | Sentido da inspeção (AAK):<br>Tipo de localização (AAL) |
| <input type="text"/>              | <input type="text"/>                 | <input type="text"/>                                    |
| Localização (AAJ)                 | Cidade ou povoação (AAN)             | Distrito (AAO)  |
| <input type="text"/>              | <input type="text"/>                 | <input type="text"/>                                    |
| Referência do nó inicial (AAB)    | Referência do nó final (AAF)         | Proprietário do terreno (AAQ)                           |
| <input type="text"/>              | <input type="text"/>                 | <input type="text"/>                                    |

| Detalhes da inspeção                    |   |  |                                    |
|---|---|--|------------------------------------|
| Norma (ABA)                             | Objetivo da inspeção (ABP)                                    | Sistema de codificação original (ABB)              |                                    |
| <input type="text"/>                    | <input type="text"/>  | <input type="text"/>                               |                                    |
| Armazenamento de imagens de vídeo (ABK) | Referência do volume onde se armazenam as imagens vídeo (ABO) | Sistema de localização para imagens de vídeo (ABM) | Ponto de referência original (ABC) |
| <input type="text"/>                    | <input type="text"/>  | <input type="text"/>                               | <input type="text"/>               |
| Armazenamento de fotografias (ABL)      | Referência do volume onde se armazenam as fotografias (ABN)   | Comprimento estimado de inspeção (ABQ)             | Método de inspeção (ABE)           |
| <input type="text"/>                    | <input type="text"/>  | <input type="text"/>                               | <input type="text"/>               |

| Detalhes da tubagem       |   |                                     |                      |   |
|---------------------------|---|-------------------------------------|----------------------|---|
| Uso do coletor (ACK)      | Tipo de coletor (ACJ)                   | Altura (ACB)                        | Largura (ACC)        | Ano de entrada em serviço (ACN):<br>Forma (ACA) |
| <input type="text"/>      | <input type="text"/>                    | <input type="text"/>                | <input type="text"/> | <input type="text"/>                            |
| Material (ACD)            | Material do revestimento interior (ACF) | Tipo de revestimento interior (ACE) |                      | Limpeza (ACM)                                   |
| <input type="text"/>      | <input type="text"/>                    | <input type="text"/>                |                      | <input type="text"/>                            |
| Tubagem estratégica (ACL) | Unidade de comprimento da tubagem (ACG) | Profundidade do nó inicial (ACH)    |                      | Profundidade do nó final (ACI)                  |
| <input type="text"/>      | <input type="text"/>                    | <input type="text"/>                |                      | <input type="text"/>                            |

| Outras informações     |                                       |
|------------------------|---------------------------------------|
| Observação geral (ADE) | Medidas para controlar o caudal (ADC) |
| <input type="text"/>   | <input type="text"/>                  |
| Precipitação (ADA)     | Temperatura (ADB)                     |
| <input type="text"/>   | <input type="text"/>                  |

Tabela 4 – Ficha de inspeção para codificação segundo a EN13508 para ramais e coletores.

| Localização longitudinal | Código de observação contínua | Código principal | Caracterização |   | Quantificação |   | Localização circunferencial |   | Junta | Referência de fotografia | Referência de vídeo | Comentários |
|--------------------------|-------------------------------|------------------|----------------|---|---------------|---|-----------------------------|---|-------|--------------------------|---------------------|-------------|
|                          |                               |                  | 1              | 2 | 1             | 2 | 1                           | 2 |       |                          |                     |             |
|                          |                               |                  |                |   |               |   |                             |   |       |                          |                     |             |
|                          |                               |                  |                |   |               |   |                             |   |       |                          |                     |             |
|                          |                               |                  |                |   |               |   |                             |   |       |                          |                     |             |
|                          |                               |                  |                |   |               |   |                             |   |       |                          |                     |             |

Tabela 5 – Ficha de inspeção CCTV para câmaras de visita.

| Execução do contrato                                      |  |            |
|---|--|------------|
| Entidade adjudicante (CAM)                                | Nome do inspetor (CBH)                               | Data (CBF) |
|   |  |            |
| Referência do trabalho atribuída pelo adjudicatário (CBJ) | Referência do trabalho atribuída pelo inspetor (CBI) | Hora (CBG) |
|   |  |            |

| Localização da inspeção           |                          |                               |
|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Nome do sistema de drenagem (CAP) | Referência do nó (CAA)   | Tipo de localização (CAL)     |
|                                   |                          |                               |
| Localização (CAJ)                 | Cidade ou povoação (CAN) | Distrito (CAO)                |
|                                   |                          |                               |
| Coordenadas do nó (CAB)           | Tipo do nó final (CAR)   | Proprietário do terreno (CAQ) |
|                                   |                          |                               |

| Detalhes da inspeção                    |   |  |                                    |
|---|---|--|------------------------------------|
| Norma (CBA)                             | Objetivo da inspeção (CBP)                                    | Sistema de codificação original (CBB)              |                                    |
|   |   |  |                                    |
| Armazenamento de imagens de vídeo (CBK) | Referência do volume onde se armazenam as imagens vídeo (CBO) | Sistema de localização para imagens de vídeo (CBM) | Ponto de referência vertical (CBC) |
|   |   |  |                                    |
| Armazenamento de fotografias (CBL)      | Referência do volume onde se armazenam as fotografias (CBN)   | Ponto de referência circunferencial (CBD)          | Método de inspeção (CBE)           |
|   |   |  |                                    |

| Detalhes da tubagem  |                         |                                  |                       |                      |
|----------------------|-------------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------|
| Uso do coletor (CCK) | Altura de acesso (CCB)  | Ano de entrada em serviço (CCN): |                       |                      |
|                      |                         | Folga de acesso (CCC)            | Forma de acesso (CCA) | Forma da tampa (CCO) |
|                      |                         |                                  |                       |                      |
| Material (CCD)       | Material da tampa (CCP) | Largura da tampa (CCQ)           | Folga da tampa (CCR)  |                      |
|                      |                         |                                  |                       |                      |

4. Caso de Estudo

|  |   |                       |               |                            |
|--|---|-----------------------|---------------|----------------------------|
| Câmara de visita ou inspeção estratégica (CCL) | Unidade de comprimento da tubagem (CCG) | Tipo de degraus (CCS) | Limpeza (CCM) | Material dos degraus (CCT) |
|  |   |                       |               |                            |

| Outras informações     |                   |                                       |
|------------------------|-------------------|---------------------------------------|
| Observação geral (CDE) |                   | Medidas para controlar o caudal (CDC) |
|                        |                   |                                       |
| Precipitação (CDA)     | Temperatura (CDB) | Atmosfera (CDD)                       |
|                        |                   |                                       |

Tabela 6 – Ficha de inspeção para codificação segundo a EN13508 para câmaras de visita.

| Localização longitudinal | Código de observação contínua | Código principal | Caracterização |   | Quantificação |   | Localização circunferencial |   | Junta | Referência de fotografia | Referência de vídeo | Comentários |
|--------------------------|-------------------------------|------------------|----------------|---|---------------|---|-----------------------------|---|-------|--------------------------|---------------------|-------------|
|                          |                               |                  | 1              | 2 | 1             | 2 | 1                           | 2 |       |                          |                     |             |
|                          |                               |                  |                |   |               |   |                             |   |       |                          |                     |             |
|                          |                               |                  |                |   |               |   |                             |   |       |                          |                     |             |
|                          |                               |                  |                |   |               |   |                             |   |       |                          |                     |             |
|                          |                               |                  |                |   |               |   |                             |   |       |                          |                     |             |



### Regras de boa prática numa inspeção CCTV

Para o início dos trabalhos, a entidade adjudicante deve ter conhecimento dos locais em que o tráfego automóvel poderá ser afetado e, caso seja necessário, deve obter licenças exigidas pela jurisdição local para alterar os trajetos automóveis. Outro fator que está a cargo da entidade adjudicante é a obtenção da planta do local da inspeção, com a marcação dos coletores e das câmaras de visita e alguma informação extra relevante. Desta forma, é possível definir o local exato onde se vai iniciar a inspeção CCTV.

Antes de serem iniciados os trabalhos, é aconselhável que seja efetuada a limpeza da rede, removendo detritos potencialmente existentes nos coletores. A limpeza por hidrojato (Figura 17), de jusante para montante, contempla a recolha dos resíduos para que sejam eliminados da rede e seja assim possível detetar com mais visibilidade as anomalias encontradas.



Figura 17 – Camião de limpeza com aspirador de detritos e mangueira.

Antes de se iniciar a inspeção, é decidido o trajeto e a direção em que esta vai ser efetuada e a carrinha é estacionada (Figura 18) próximo da tampa da câmara de visita que é levantada. O robot e o protetor do cabo sincronizado são colocados na boca do coletor (visível) para se iniciar a inspeção, processo que não poderá danificar nenhum das componentes envolvidas.



Figura 18 – Carrinha de inspeção CCTV.

Durante a inspeção CCTV, o robot deve parar em todos os defeitos e observações significativas para garantir uma visão clara e precisa do estado da tubagem e deve ser efetuada a rotação da cabeça da câmara no defeito para permitir uma avaliação adequada. Desta forma, também é necessário um computador (Figura 19).

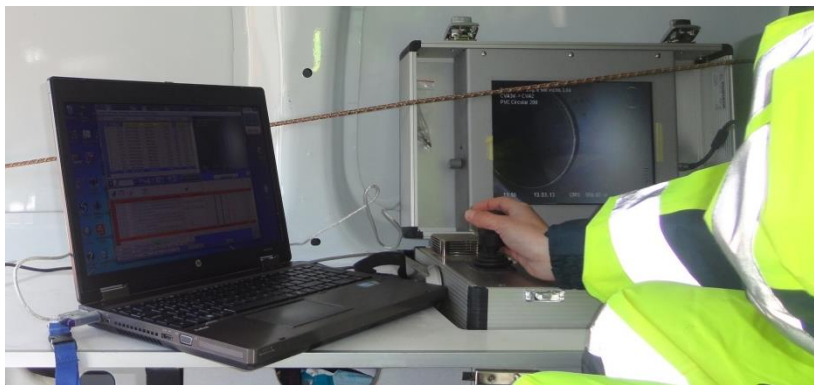


Figura 19 – Computador com programa *WinCam* (à esquerda) e monitor de vídeo (à direita).

A câmara de vídeo deve estar livre de condensação e detritos durante a inspeção. É importante que o robot (Figura 20) tenha controlo remoto, rotação e iluminação própria.



Figura 20 – Robot utilizado no acompanhamento de uma inspeção CCTV.

O robot deve ser capaz de navegar em torno de objetos menores, raízes e detritos. O sistema utilizado para o movimentar não deve interferir na captação de imagem nas condições encontradas.

De acordo com o WRc, a velocidade do robot durante a inspeção CCTV deve ser limitada a 0,20m/s, para que seja possível visualizar os detalhes vídeo.

É aconselhável que o cabo sincronizado (que liga o robot ao monitor de vídeo) seja corretamente manuseado e limpo pois é através do mesmo que se efetua a medição do comprimento da tubagem (Figura 21).

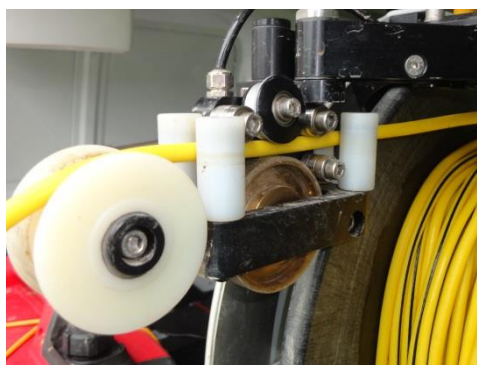


Figura 21 – Cabo sincronizado conta metros.

Como já foi referido, todas as observações e defeitos devem ser documentados – com fotos digitais e vídeo das ocorrências encontradas. Relativamente à fotografia, é importante que seja tirada uma do panorama geral da anomalia e depois em detalhe.

Um dos softwares utilizados no registo e organização da informação é o *WinCam*. Este programa permite catalogar as características físicas e hidráulicas do coletor e as ocorrências detetadas, articulando as fotografias e os vídeos de cada uma delas. Também é possível inserir o código de acordo com a norma EN 13508, o grau de severidade segundo o WRc, inserir a

localização exata da ocorrência encontrada e ainda, apresentar a inclinação do troço inspecionado. Contudo, é aconselhável que o robot tenha um inclinómetro, logo, sabendo a inclinação em cada ponto é possível saber a inclinação global do troço – no início de cada troço a contagem é posta a zero.

Efetuando estes procedimentos e utilizando uma codificação e uma classificação de anomalias normalizadas, obtém-se uma base de dados fidedigna e organizada, permitindo a avaliação da condição de sistemas de drenagem.

### **4.3. Ocorrências**

#### **4.3.1. Enquadramento**

Como já foi referido anteriormente, para que sejam desenvolvidas estratégias de manutenção proativa é necessário conhecer a condição das infraestruturas do sistema de drenagem. Segundo o WRc (*Water Research Center*), os defeitos podem ser classificados de estruturais ou funcionais. Relativamente a defeitos estruturais, consideram-se colapsos, aberturas ou deslocamento de juntas, fissuras, roturas e deformações. Já os defeitos funcionais resultam na perda de capacidade do coletor para cumprir as necessidades de serviço e estão relacionados com o crescente potencial de obstruções e com a estanquidade, sendo que a maioria das obstruções são causados por detritos, incrustações e raízes.

No presente estudo foram consideradas as intervenções efetuadas no subsistema de drenagem do município de Aveiro desde 2010. Como para o período em estudo não existe registo de colapsos de coletores – visto ser um fenómeno pouco frequente – só foram contabilizados defeitos funcionais (obstruções), que podem ser vistos como indicadores de desempenho, como referido no capítulo 2. A amostra analisada inclui 1620 obstruções, correspondendo ao período de janeiro de 2010 a junho de 2013.

#### **4.3.2. Análise de intervenções**

É fundamental referir que não existe registo do local exato da obstrução, pois a informação presente nos registos de intervenção só mencionava o nome do arruamento. Assim, foram considerados valores médios (do comprimento e da inclinação dos coletores) e modais (do material e do diâmetro dos coletores) para cada arruamento em que foram verificadas

obstruções, tendo em conta os diversos trechos aí existentes. É fulcral notar que esta aproximação grosseira poderá pôr em causa a análise efetuada ao sistema e poderá estar na origem de alguns resultados contraintuitivos. No entanto, face às limitações dos dados existentes, foi a única forma de se poder fazer uma análise dos dados registados.

A análise efetuada neste subcapítulo incidiu no estudo das taxas de obstrução dos coletores em função do material, idade, inclinação e comprimento dos coletores. Não foi realizada uma análise da taxa de obstrução em função do diâmetro, pois cerca de 90% da rede é DN 200. A profundidade dos coletores também não foi tida em conta, visto que é um fator relevante apenas para o caso de colapsos.

Na Figura 22 evidencia-se a relação entre o material do coletor e a taxa de obstrução, por comprimento. De referir que os coletores em ferro fundido, fibrocimento, PEAD e PP-C não foram objeto de estudo, devido à sua pequena expressão no sistema (no total, correspondem a menos de 0,8% da rede). Foram, assim, unicamente objeto de estudo os coletores em PVC (360 km), PVC-C (55 km) e grés cerâmico (35 km), correspondentes, respetivamente, a 80%, 12% e 7% dos coletores da rede. Para os materiais estudados, optou-se por, em primeiro lugar, agrupar os coletores em grés cerâmico e em coletores poliméricos (PVC e PVC-C), já que o PVC e o PVC-C têm características semelhantes.

De referir que é de notar que 386 das obstruções ocorreram em coletores de grés cerâmico, enquanto as restantes 1234 obstruções foram detetadas em coletores poliméricos (1158 em PVC e 76 em PVC-C). Como se pode observar da Figura 22, a taxa de obstruções em coletores de grés cerâmico (dos três materiais estudados, o que existe em menor quantidade) é, assim, mais elevada do que nos restantes coletores. Este facto é expectável, já que os coletores de grés cerâmico têm um número de juntas superior aos materiais poliméricos. No entanto, os coletores de grés cerâmico correspondem a uma época de instalação bastante mais remota (cerca de 80% foram construídos antes da década de 90) do que os coletores poliméricos: mais de 90% dos coletores de PVC e a totalidade dos coletores de PVC-C foram construídos na década de 2000. Assim, com os dados existentes, não será possível separar os parâmetros de idade e de material nem tecer conclusões independentes a seu respeito. Por fim, o PVC-C aparenta um melhor desempenho do que o PVC, no que concerne à taxa de obstruções, embora não haja explicação aparente para este facto. De referir, no entanto, que o PVC-C, mais recente, foi concebido especialmente para sistemas com escoamento em superfície livre, ao contrário do PVC, pelo que, teoricamente, em termos estruturais deverá ter um melhor desempenho. Seria, assim, interessante dispor de uma

comparação entre o desempenho estrutural de coletores destes materiais, através da análise dos colapsos registados no sistema.

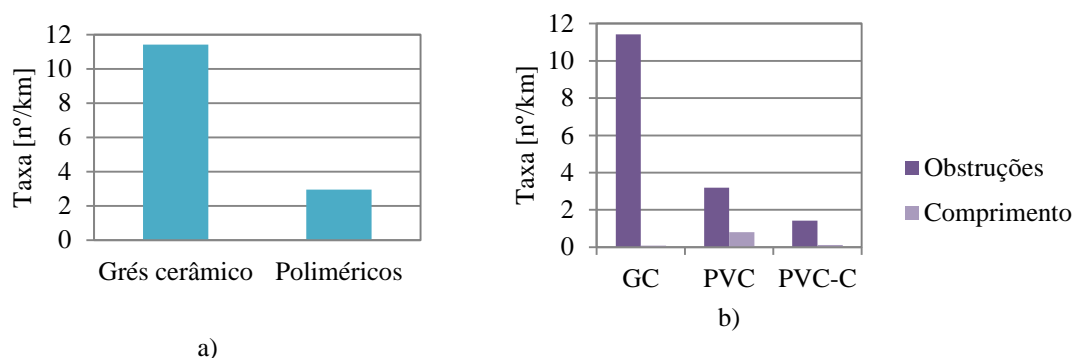


Figura 22 – Relação da taxa de obstrução com o material por unidade de comprimento a) e por comprimento discriminado b).

É observável na Figura 23 que a maior incidência de obstruções ocorre em coletores cuja idade se encontra entre 10 e 19 anos, observando-se que a taxa de obstruções é crescente com a idade para os coletores mais recentes (intervalo de 0 a 20 anos) e decrescente para os coletores mais antigos (intervalo de 10 a 40 anos), embora se esperasse uma degradação no desempenho dos coletores com a idade. Através da Figura 12 com a informação cadastral, mais de 38% dos coletores tem idade entre 0 e 9 anos, cerca de 48% possui idades entre 10 e 19 anos, cerca de 8% possui idade entre 20 e 29 anos e coletores com idade entre 30 e 40 anos representam 5% do sistema. Como se pode deduzir, coletores com mais de 20 anos de idade, apenas representam cerca de 15% do sistema pelo que a variação na tendência poderá ser devido ao reduzido número de coletores mais antigos.

No entanto, é importante mencionar que o comportamento dos coletores depende não só do processo construtivo como também do local de implantação. Normalmente, os coletores mais antigos que se encontravam em mau estado já foram substituídos, por isso os que se mantêm ativos continuam a apresentar um bom desempenho.

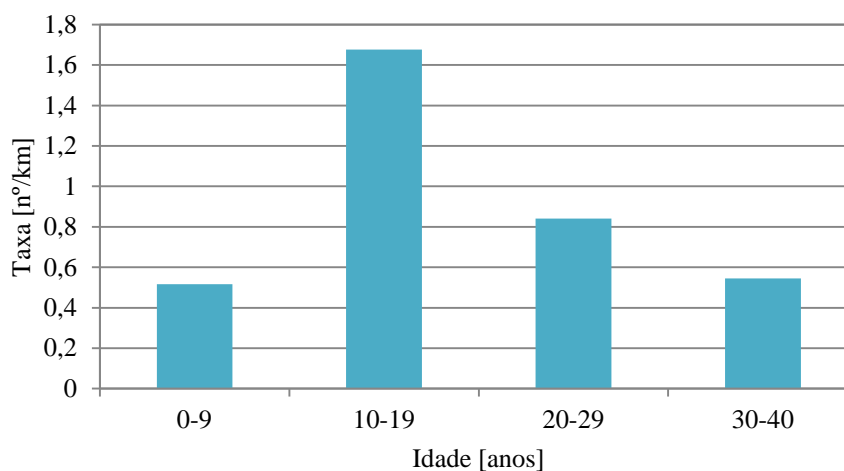


Figura 23 – Relação da taxa de obstruções com a idade por unidade de comprimento.

Novamente, é indicado pela Figura 24 que a maior taxa de obstruções se verifica em coletores de grés cerâmico, sendo que são os mais antigos do sistema. De referir que, para coletores de grés cerâmico, é notório o aumento da taxa de obstruções com a idade dos coletores, tal como esperado.

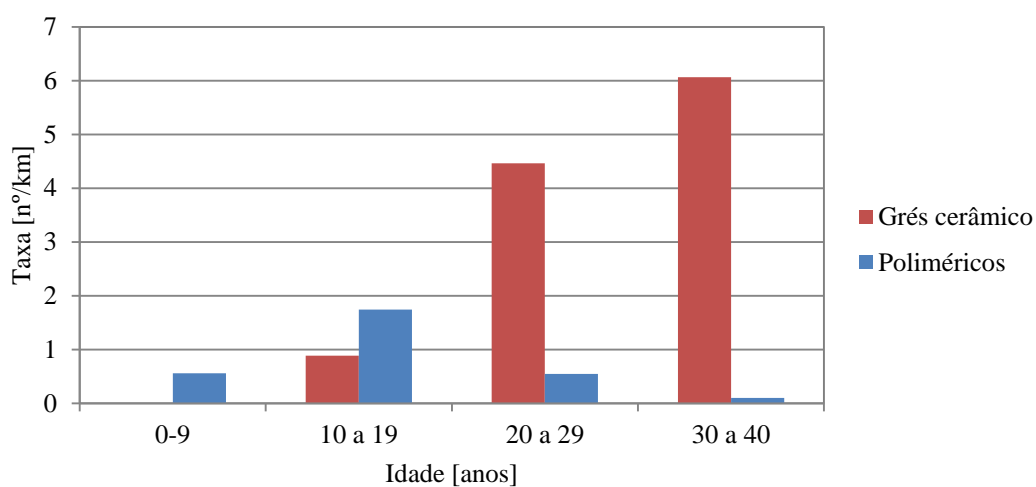


Figura 24 – Relação da taxa de obstruções, por material, com a idade por unidade de comprimento do material respetivo.

Separando os materiais poliméricos, como mostra a Figura 25, é possível concluir que efetivamente os coletores de PVC-C são mais recentes, não existindo coletores com mais de 9 anos de idade (Figura 12 d)). Contudo, é possível verificar que os coletores de PVC seguem a mesma tendência dos dois gráficos anteriores.

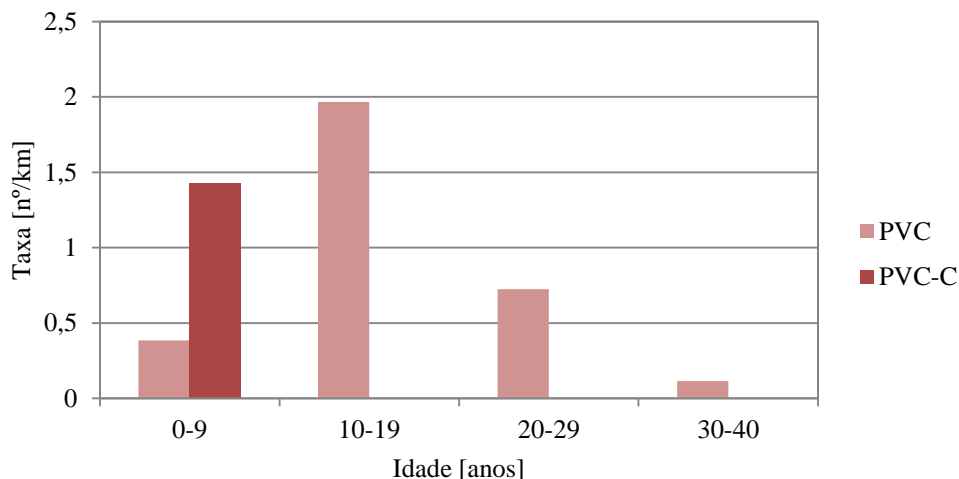


Figura 25 – Relação da taxa de obstruções, por material polimérico, com a idade por unidade de comprimento do material respetivo.

A Figura 26 apresenta a relação entre as obstruções e a inclinação dos trechos. Relacionando com a informação cadastral que serviu de base à Figura 15, verifica-se que a existência de obstruções se concentra mais quando a inclinação se encontra entre 0% a 1% e de 1% a 2%. Assim, verifica-se que qualquer dos intervalos definidos na Figura 26 é representativo da rede. Da observação dos resultados conclui-se que existe maior incidência de obstruções em trechos cuja inclinação é menor, decrescendo com o aumento da inclinação.

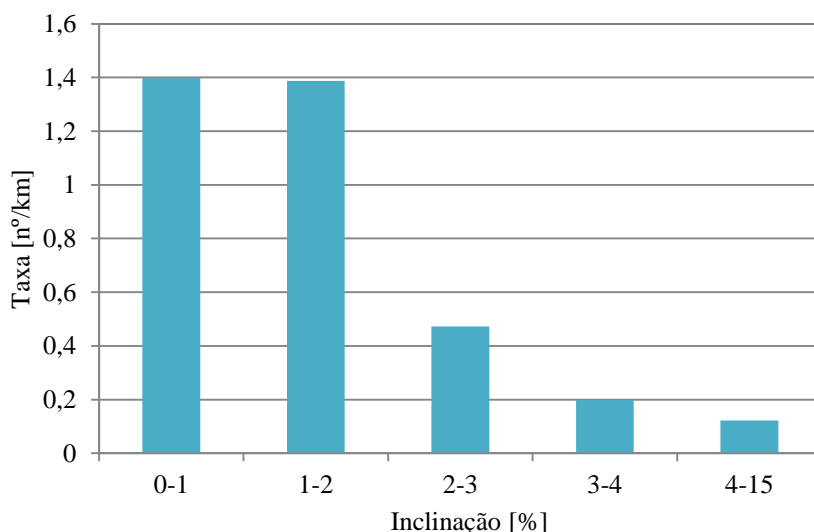


Figura 26 – Relação da taxa de obstruções com a inclinação por unidade de comprimento.

Em consonância com a conclusão anterior, fazendo a análise por material (Figura 27), é possível notar uma tendência de diminuição da taxa de obstruções com a inclinação. De referir que nos coletores poliméricos, embora exista uma ligeira subida da taxa de obstruções



para inclinações entre 1% e 2% face às inclinações menores (entre 0% e 1%), esta diferença não é significativa, verificando-se uma tendência decrescente, como para o grés cerâmico.

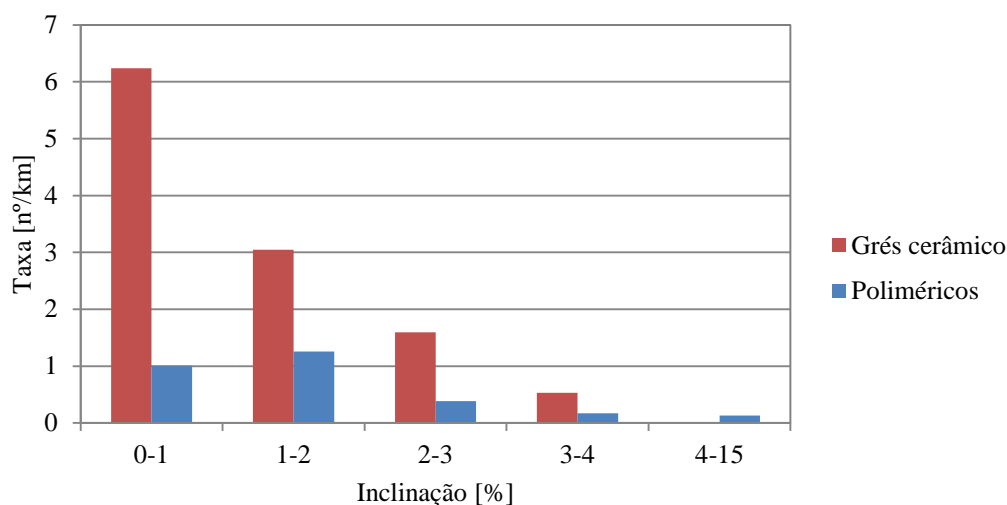


Figura 27 – Relação da taxa de obstruções, por material, com a inclinação por unidade de comprimento do material respetivo.

Observando especificamente os materiais poliméricos, pela Figura 28, o PVC apresenta uma maior taxa de obstruções do que o PVC-C, o que se encontra em concordância com os resultados da Figura 26. Embora se observe uma tendência decrescente com a inclinação, tal como na Figura 28, observa-se uma vez mais que há maior taxa de obstruções para coletores com inclinações de 1% a 2%, face a coletores com inclinações de 0% a 1%, que é uma situação contraintuitiva. De referir ainda que na percentagem de 4% a 15% é o PVC-C que detém uma maior taxa de obstruções, o que não seria expectável.

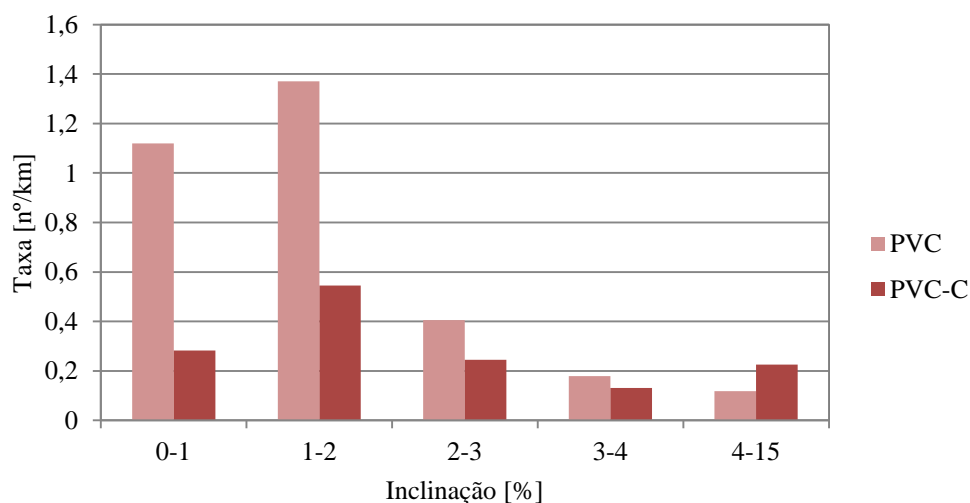


Figura 28 – Relação da taxa de obstruções, por material polimérico, com a inclinação por unidade de comprimento do material respetivo.

Na Figura 29 é apresentada a taxa de obstruções por comprimento de trecho. É possível visualizar que esse aumento de obstruções não ocorre em trechos com mais de 50 m de comprimento. É importante referir que, no sistema, a percentagem de coletores com mais de 50 m de comprimento significa cerca de 50% dos coletores existentes, ou seja, o desvio na tendência apresentada para menores comprimentos não pode ser justificado por falta de representatividade da rede por parte dos coletores com mais de 50 m de comprimento. Relativamente a coletores com comprimentos menores que 10 m, pela Figura 16, observa-se que não representam nem 1% do sistema. São, no entanto, apresentados na Figura 29 a título indicativo.

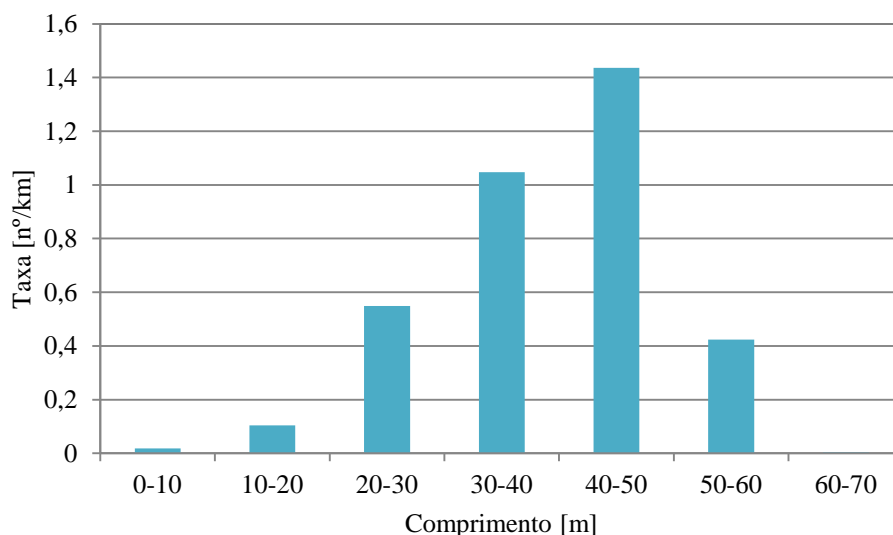


Figura 29 – Relação da taxa de obstruções com o comprimento dos trechos por unidade de comprimento.

Demonstrado pela Figura 30, observa-se que existe uma tendência crescente da taxa de obstruções com o aumento do comprimento do coletor, para ambos os grupos de materiais, como expectável.

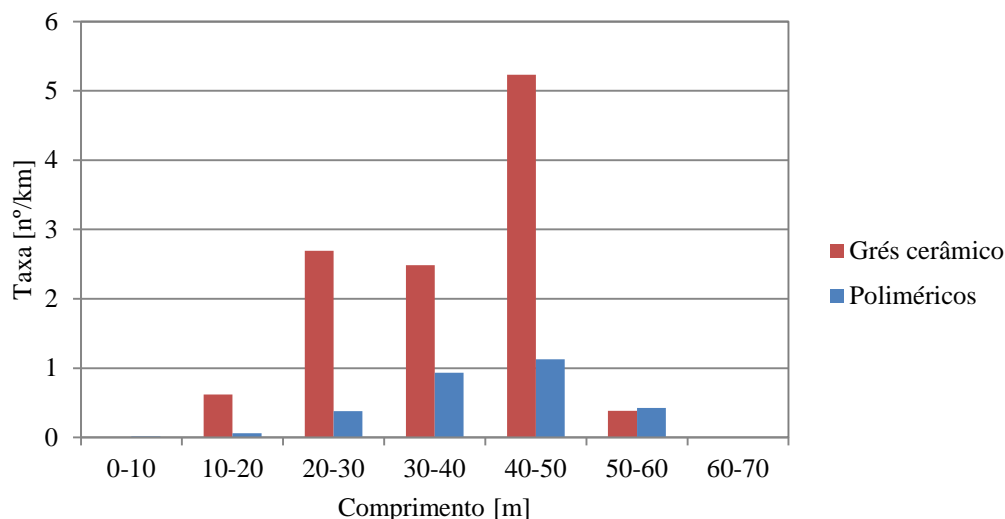


Figura 30 – Relação da taxa de obstruções, por material, com o comprimento dos mesmos por unidade de comprimento do material respetivo.

Entre os materiais poliméricos, é possível verificar pela Figura 31 que a tendência da taxa de obstruções se mantém, crescente até 50m de comprimento com um decréscimo em coletores de 50m a 60m de comprimento.

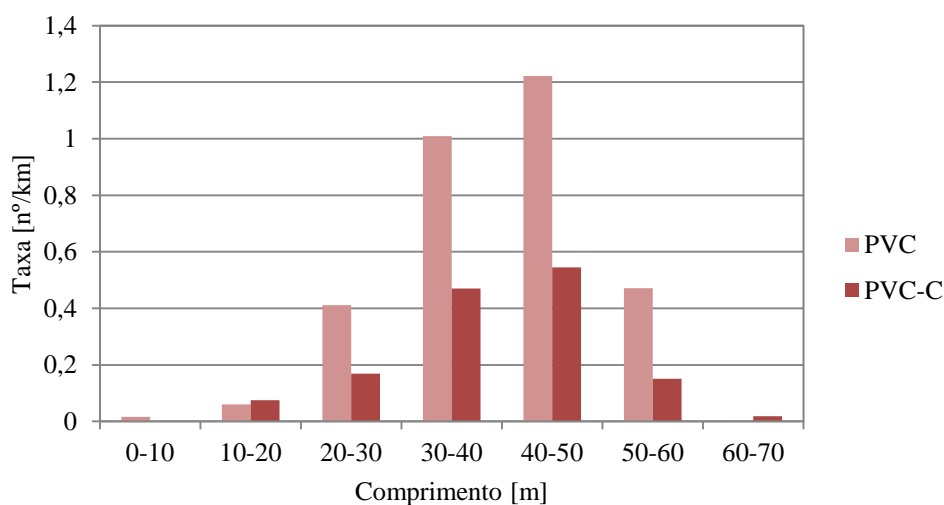


Figura 31 - Relação da taxa de obstruções, por material polimérico, com o comprimento dos mesmos por unidade de comprimento do material respetivo.

Por fim, é de notar que as obstruções não ocorrem uniformemente na rede, havendo concentrações das mesmas em alguns arruamentos. Desta forma, nos cerca de 3,5 anos de obstruções que foram estudados, a título de exemplo, verifica-se a existência de 27 obstruções na rua da Paz, em Cacia. Nos pontos críticos do sistema, este arruamento não está presente, sendo que relativamente a características médias, tem 13 anos de idade, o material constituinte

é PVC e DN200, comprimento de 46 m, inclinação de 1,1% e profundidade de 2,11 m. Neste caso específico, observa-se que este arruamento, relativamente ao comprimento do coletor e à idade de instalação de coletores em PVC, encontra-se na taxa de obstruções mais elevadas

#### **Análise comparativa com referências bibliográficas**

No presente estudo, foi realizada a análise agregada através do registo de ocorrências (mais especificamente, obstruções). Comparando com o estudo realizado em Sousa (2012) sobre o subsistema da cidade de Setúbal, pode-se retirar algumas conclusões: em ambos os estudos, a taxa de obstruções aumenta com a idade, com a inclinação e com o comprimento. Neste estudo, verificou-se que em coletores com mais idade existia um ligeiro decréscimo de obstruções, ocorrendo a mesma situação no estudo comparativo - no presente estudo a taxa de obstrução cresce para coletores até 30 anos de idade e em Sousa (2012) com até 39 anos. Embora existam algumas diferenças entre estes casos, pois na cidade de Setúbal o número de obstruções é menor (948) do que no presente estudo (1620), o subsistema de Setúbal é mais antigo (coletores instalados nas décadas de 50 e 70) e contém em média maiores diâmetros, é possível concluir que as tendências encontradas em ambos os trabalhos são coincidentes, permitindo ser utilizadas como auxiliares na elaboração de planos de limpeza preventiva de sistemas de drenagem urbana.

No referente à inclinação, a taxa de obstrução é maior em coletores mais planos, possivelmente devido a melhores condições de depósito de sedimentos, de acordo com estudos efetuados por Ayoub *et al.* (2004).

Quanto a defeitos estruturais, como foi anteriormente referido, não existe registo no cadastro. No entanto, existe a informação que o número de colapsos foi muito reduzido desde a criação da AdRA.

Seguidamente, são apresentados alguns exemplos de conclusões retiradas de estudos estatísticos a coletores. Todavia, é fundamental mencionar as limitações de que se revestem as comparações entre resultados já que foram obtidos em países diferentes, em que o processo de construção e o local de instalação dos coletores é diferente. Neste sentido, não é possível efetuar correlações totalmente válidas.

A título de referência, é importante notar que Ayoub *et al.* (2004) chegaram à conclusão que coletores com menor inclinação estão mais sujeitos a colapsos, possivelmente devido a melhores condições de formação de gás sulfídrico. No entanto, existem referências bibliográficas em que foram encontradas diferentes conclusões, cuja taxa de degradação estrutural era menor em coletores menos inclinados, nomeadamente na cidade de Dresden na

Alemanha (Baur e Herz, 2001; Hörold e Baur, 1999). Também foi concluído que em coletores com uma maior inclinação, a velocidade do escoamento causava menor estabilidade nas tubagens devido ao fenómeno de abrasão (Baik *et al.*, 2006).

Em outros estudos, pode-se concluir que as tubagens de PVC têm uma vida útil inferior às tubagens de alvenaria - sistema de Dresden, na Alemanha, sendo neste caso os dois grupos de material em estudo (Baur e Herz, 2001; Hörold e Baur, 1999).

Os coletores de grés cerâmico apresentam elevada fragilidade a ações mecânicas, mas segundo Sousa (2012), atualmente em Portugal já não é comum a sua instalação, o que significa que os coletores existentes estarão em boas condições e a sua durabilidade não é tão afetada pelas ações mecânicas, ou em ritmo muito lento.

As tubagens mais recentes, neste caso poliméricas, são mais resistentes a ataques químicos e mecânicos devido a conterem menores matrizes cimentícias. É de referir que, segundo Elzink e Molin (1992), o seu desempenho estrutural está correlacionado com as condições de assentamento, material de enchimento e grau de compactação da vala. As tubagens flexíveis apresentam em média apenas 20% de defeitos das tubagens rígidas (Stein, 2005). Segundo Alferink *et al.*, (1995) no decorrer das últimas décadas os avanços tecnológicos permitiram que a produção e composição química das tubagens tenham sofrido transformações sucessivas, permitindo otimizar o seu desempenho; adicionalmente, hoje em dia o controlo de qualidade e o cuidado de instalação são fatores mais importantes que outrora, fazendo com que o desempenho estrutural seja mais satisfatório comparando com os coletores construídos antes do início da década de 1990 (Sousa, 2012).

Por fim, relativamente ao comprimento dos coletores, a taxa de degradação estrutural aumenta com a maior distância entre câmaras de visita, devido a defeitos estruturais em juntas e ligações, sendo que os coletores mais longos são mais propensos a sofrer assentamentos diferenciais e anomalias (Ana, 2009).

#### 4.3.3. Sugestões de melhoria

Segundo o Water Research Center (WRc, 2001), existe necessidade de melhorar a informação relativa aos sistemas de drenagem, sendo importante produzir estratégias integradas para rentabilizar as intervenções efetuadas.

A AdRA dispõe de registos das intervenções efetuadas no sistema, nomeadamente limpezas de desobstrução, o que permitiu determinar as zonas onde houve obstruções. No entanto, estes dados não estão completos.

Observou-se ainda que a informação sobre intervenções ao longo dos anos não está uniformizada, que estes registos não estão interligados com informações (de defeitos) de cadastro, nem com o SIG (sistema de informação geográfica), não sendo possível obter correlações entre as intervenções efetuadas. O registo sobre o local da intervenção (nomeadamente a nomenclatura do arruamento) por vezes não se encontrava perceptível e não existe informação exata do local onde esta foi efetuada, levando a que no presente trabalho tenham sido consideradas aproximações, não permitindo um estudo mais minucioso.

Outro fator a referir prende-se com o registo das intervenções e dos custos e prazos de operação de cada intervenção. Esta informação não está relacionada com as intervenções efetuadas, levando à impossibilidade de se efetuar estudos sobre custos e prazos de intervenções, que poderiam ser de relevante apoio à gestão do sistema.

Em conclusão, tendo em vista uma melhor e mais uniforme organização e arquivação da informação, é proposta uma ficha de intervenção a ser preenchida informaticamente (Tabela 7), que deve estar diretamente relacionada com os dados de cadastro, para ser desnecessário digitar manualmente algum campo, exceto o campo das observações, e, assim, eliminar as incorreções e ambiguidades que esse processo manual acarreta. Desta forma, qualquer intervenção ocorrida no sistema de drenagem da AdRA deverá corresponder a uma ficha de intervenção como a exemplificada na Tabela 7, tornando assim inequívocos os dados inseridos, nomeadamente o local de intervenção.

Os campos apresentados na Tabela 7 são baseados nas fichas de intervenção existentes atualmente. O ponto 1, "Centro operacional" corresponde à organização geográfica da AdRA, sendo que é dividido entre norte, centro e sul. O número de ficha de obra (6) seria para facilitar o cruzamento da informação armazenada em suporte de papel e informático; o setor (7) indica se a intervenção ocorreu na rede de abastecimento de água ou na de drenagem de águas residuais, enquanto que no tipo de intervenção se poderiam selecionar opções como desobstrução, manutenção ou limpeza. Relativamente à localização da intervenção, apareceriam opções como rede de saneamento, ramal de saneamento, etc. Com acesso à informação cadastral, nos pontos 10, 11 e 12 seriam indicados, respetivamente, os concelhos, as freguesias e, posteriormente, os arruamentos correspondentes à área de intervenção da AdRA. É extremamente importante a inserção do ponto 13, para ser conhecido o local exato

da intervenção (quer por número de código universal de câmara de visita quer por referenciação GPS), pois atualmente esta informação é inexistente.

A título indicativo, é importante referir que já existe um levantamento de pontos críticos, relativos a problemas construtivos da rede. No entanto, estes pontos não serão necessariamente aqueles em que se fazem mais intervenções, nem onde as intervenções são mais onerosas.

A existência de uma base de dados de intervenções sólida, permitiria fazer uma caracterização global do sistema de drenagem e aferir quais os pontos do sistema com maior número de intervenções e quais os custos e prazos dessas intervenções. De futuro, a extrapolação desses dados permitiria melhorar a gestão do sistema, tornando-a mais eficiente e proativa.

Relativamente ao parâmetro 13, é aconselhável que seja anexado um mapa com as informações da rede (coletores e códigos universais de câmaras de visita) para que seja assinalado o local exato de intervenção, no trecho adequado.

Tabela 7 – Ficha de intervenção (com acesso à informação cadastral).

|   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 17. Observações   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 16. Tempo de resposta   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15. Elementos para faturação                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 14. Faturação   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 13. Coordenadas GPS/trecho entre câmaras com código universal |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12. Arruamento  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11. Freguesia   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10. Concelho  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9. Localização da intervenção                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8. Tipo de intervenção  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7. Setor  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6. Número da ficha de obra/ot                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5. Programada   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4. Data da intervenção  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3. Comunicado por   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2. Data da comunicação  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1. Centro operacional   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Na presente dissertação pretendeu-se efetuar um estudo que contribuísse para a melhoria da gestão de sistemas de drenagem urbana, tendo sido utilizado como caso de estudo o subsistema do município de Aveiro do sistema de drenagem de águas residuais das Águas da Região de Aveiro (AdRA).

Para ser estabelecida uma estratégia de gestão patrimonial eficiente e proativa de um sistema de drenagem (com o principal propósito de melhorar o desempenho deste) é necessário ter em consideração a avaliação das várias componentes do sistema. Num contexto de escassez de recursos, é necessário que os investimentos realizados nas infraestruturas sejam o mais adequados possível, tanto para a utilização das diversas componentes como para a sua manutenção. Para esse efeito, é importante conhecer as características do sistema de drenagem de modo a ser possível prever a degradação das componentes da infraestrutura e o impacto das falhas para, assim, se estabelecer critérios de intervenção.

As características de um sistema de drenagem são normalmente obtidas através da avaliação das condições do sistema ou do registo histórico de falhas. Para avaliar as condições do sistema é usual recorrer-se a inspeções, em que a técnica de CCTV (*Closed-Circuit Television*) é a mais utilizada. Por seu lado, a avaliação do registo histórico de falhas do sistema consiste na análise das ocorrências de obstruções ou de colapsos de componentes da infraestrutura durante um alargado período de tempo.

As inspeções CCTV deverão ser realizadas recorrendo a procedimentos sistemáticos que contribuam para a obtenção de dados completos e fidedignos. Neste sentido, foram apresentadas na presente dissertação regras de boa prática para uma inspeção CCTV, com o objetivo de otimizar o processo.

De referir que a técnica de inspeção por CCTV permite visualizar e identificar anomalias, pelo que, procedendo-se à sua codificação e classificação, é possível aferir a importância relativa das mesmas. Na análise de alguns relatórios de inspeções CCTV de redes de drenagem da AdRA verificou-se que, na maioria dos casos, não foi utilizado qualquer protocolo de codificação, tendo sido então impossível efetuar o estudo estatístico de anomalias encontradas no sistema, que representava um dos primeiros objetivos da presente dissertação. Assim, no sentido de melhorar a informação obtida em futuras inspeções CCTV,

foi sugerido um modelo de ficha de inspeção, para que haja uniformidade no registo das inspeções CCTV, independentemente do operador que as realiza.

Por fim, importa referir que atualmente não existe uma versão portuguesa da norma EN 13508-2, relativa a protocolos de codificação para inspeções CCTV. No sentido de facilitar a sua disseminação e aplicação em Portugal, nomeadamente no sistema de drenagem da AdRA, é apresentada uma proposta de tradução da mesma.

Para análise do registo histórico de falhas no subsistema de drenagem do município de Aveiro fez-se, previamente, uma análise qualitativa e quantitativa da informação cadastral disponível. Posteriormente, fez-se uma análise das ocorrências no referido sistema. De referir que só foram objeto de estudo situações de obstrução, visto que não havia registo histórico de colapsos, dada a sua muito reduzida ocorrência.

Referente à informação cadastral do subsistema de drenagem do município de Aveiro, foi efetuada uma caracterização relativa à idade de instalação, material, diâmetro, profundidade de assentamento e inclinação dos coletores, que permitiu a análise combinada destes dados com o registo histórico de obstruções, para diagnóstico do funcionamento do sistema. Genericamente, no respeitante às características do sistema, cerca de 80% do material constituinte dos coletores é PVC e 90% corresponde ao diâmetro mínimo regulamentar de 200 mm. Referente à idade de instalação do coletor, perto de 49% tem entre 10 e 19 anos e 38% até 9 anos de idade, significando que o sistema de drenagem é recente. A profundidade de assentamento dos coletores centra-se no intervalo de 1 m a 2 m, correspondendo a cerca de 68% do sistema, e o comprimento médio de trechos mais representativo (33%) está entre 50 m e 60 m. Por fim, 51% dos coletores possuem entre 0% e 1% de inclinação. De referir, no entanto, que os dados existentes na informação cadastral, apesar de serem os mais completos do sistema de drenagem da AdRA, possuíam lacunas, nomeadamente no ano de instalação de alguns coletores. Também foi detetada a ausência de nomenclatura de alguns arruamentos ou valores de inclinação erróneos (e.g., 1000%), o que permite concluir que deverá ser efetuada uma revisão do cadastro existente. É sugerido também que sejam adicionadas outras informações ao cadastro, como elementos de projeto, relatórios de inspeções efetuadas e fichas de operação e manutenção, com a finalidade de se dispor de toda a informação afeta ao sistema num único local.

No estudo do registo histórico de obstruções, foram analisadas fichas de registo de intervenções efetuadas no sistema. É fulcral realçar que estavam apenas disponíveis informaticamente os dados desde 2010 e que as fichas de registo englobavam as intervenções

efetuadas em todo o sistema (nomeadamente, na rede de abastecimento de água e na rede de drenagem de águas residuais, para a qual havia informação relativa quer a coletores, quer ramais, entre outros). No que concerne às intervenções realizadas devido a obstruções, a informação apresentada não era inequívoca. A nomenclatura dos arruamentos e das freguesias nem sempre se encontrava correta (falta de informação, erros ortográficos, etc.) e não era compatível com o formato apresentado no cadastro para o nome dos arruamentos. Com o intuito de uniformizar o registo de intervenções, neste estudo foi proposta uma ficha de intervenção, que deveria ser informatizada e aceder aos dados de cadastro para não ocorrerem equívocos na seleção do arruamento em questão. Verificou-se, ainda, que o registo das intervenções carece de informação exata do local de atuação. Portanto, esta informação deverá ser assinalada com o código universal de câmaras de visita (trecho em questão) ou através de coordenadas GPS. Adicionalmente, o registo das intervenções e dos custos e prazos de operação de cada intervenção não está relacionado com as intervenções efetuadas, nomeadamente nos anos de 2010, 2011 e 2012, o que levou à impossibilidade de se efetuar análises com esses dados. Sugere-se, assim, que de futuro as fichas de intervenção apresentem, também, este tipo de informação.

Relativamente ao registo histórico de obstruções, foram analisadas as fichas de intervenções de 3,5 anos, que foram realizadas nos 450 km de rede do subsistema do município de Aveiro e a que corresponde a amostra estudada de 1620 obstruções. Com estes dados realizou-se uma análise agregada, que incidiu no estudo das taxas de obstrução dos coletores em função do material, da idade, do comprimento e da inclinação, por serem, segundo a literatura, os fatores mais relevantes para o estudo de obstruções. O diâmetro e a profundidade de assentamento não constaram deste estudo, por não serem relevantes. De facto, 90% dos coletores do sistema são DN 200, o que inviabiliza a realização de uma análise por diâmetro do coletor. Já a profundidade de assentamento só é relevante no estudo de colapsos.

Relativamente à análise em função do material, foram unicamente estudados os materiais maioritariamente existentes na rede, já que os outros materiais correspondiam, no total, a menos de 1% da rede. Os materiais foram, assim, agrupados em grés cerâmico e em poliméricos (PVC e PVC-C), observando-se que a maior taxa de obstruções se verificou nos coletores de grés cerâmico. Quanto à idade dos coletores, a taxa de obstrução é crescente com a idade para coletores de grés cerâmico, que é o material mais antigo. Já nos coletores de PVC é observável que existe maior taxa de obstrução em coletores entre 10 e 19 anos, o que não

seria expectável. Nos coletores de PVC-C não foi possível observar uma tendência com a idade, visto serem coletores recentemente instalados no sistema. Relativamente ao comprimento médio dos trechos, é possível verificar o aumento da taxa de obstrução com o comprimento para trechos com comprimento inferior a 50 m, decrescendo em coletores de 50 m a 60 m de comprimento, o que é, novamente, um resultado contraintuitivo. Por fim, conclui-se que a taxa de obstrução diminui, globalmente, com o aumento da inclinação.

Após serem seguidas as recomendações do presente estudo, e com base nos novos dados de inspeções e de ocorrências, poderá ser efetuado um estudo mais aprofundado do sistema analisado, com vista à criação de planos de limpeza e monitorização, bem como à previsão de ocorrências, que contribuirão para a otimização da gestão do sistema.

Outra recomendação para estudos futuros refere-se à análise do sistema de abastecimento de água do subsistema do município de Aveiro, nos mesmos moldes em que foi efetuado o presente estudo para o sistema de drenagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraham, D. M., & Gillani, S. (1999). Innovations in materials for sewer system rehabilitation. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 14(1), 43–56.
- AdRA. (s.d.). Saneamento - Novas Redes - Águas da Região de Aveiro. - <http://www.adra.pt/>  
- Consultado pela última vez em 20 de Outubro de 2013.
- Alferink, F., Guldbaek, E., & Grootoink, J. (1995). *Old PVC gravity sewer pipes: Long term performance*. Nona Conferência de Plastics pipes, IX, 40–51.
- ACI. (2000). *Service-Life Prediction — State-of-the-Art Report*. American Concrete Institute: Framington Hills, MI.
- Ana, E. (2009). *Sewer asset management - sewer structural deterioration modeling and multicriteria decision making in sewer rehabilitation projects prioritization*. Tese de Doutoramento, Faculdade de Engenharia, Universidade Livre de Bruxelas, Bruxelas, Bélgica.
- Arthur, S., Crow, H., Pedezert, L., & Karikas, N. (2008). Using serviceability to prioritise proactive sewer maintenance, 1–11.
- Ayoub, G., Azar, N., Fadel, M. El, & Hamad, B. (2004). Assessment of hydrogen sulphide corrosion of cementitious sewer pipes: a case study. *Urban Water Journal*, 1(1), 39–53.
- Baik, H., Seok, H., Jeong, D., & Abraham, D. M. (2006). Estimating transition probabilities in markov chain-based deterioration models for management of wastewater systems. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 132(1), 15–24.
- Baur, R., & Herz, R. (2001). Selective inspection planning with aging forecast for sewer types. Segunda Conferência de IWA World Water Congress, Berlim, Alemanha, 46(6-7), 389-96.
- Cardoso, M. A. (2007). *Avaliação do desempenho de sistemas de drenagem urbana*. Tese de Doutoramento, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal.

- Casas, A., Pinto, V., & Rivero, L. (2000). Fundamentals of ground penetrating radar in environmental and engineering applications. *Annals of Geophysics*, 43(6), 1091–1095.
- Ciocco, M., Neyhart, J., Mandayam, S., & Jahan, K. (2002). Ultrasonic imaging of defects in concrete pipelines. *Procedimentos na API Conference*, 615(1), 1254–1260.
- Duran, O., Althoefer, K., & Seneviratne, L. D. (2002). Automated sewer pipe inspection through image processing. *Procedimentos em IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 3, 2551–2556.
- Duran, O., Member, S., Althoefer, K., & Seneviratne, L. D. (2003). Pipe Inspection Using a Laser-Based Transducer and Automated Analysis Techniques. *IEEE/ASME*, 8(3), 401–409.
- Duran, O., Althoefer, K., & Seneviratne, L. D. (2002). State of the Art in Sensor Technologies for Sewer Inspection. *Sensors Journal IEEE*, 2(2), 73–8.
- Eiswirth, M., Heske, C., Hötzl, H., Schneider, T., & Burn, L. S. (2000). Pipe defect characterisation by multi-sensor systems. Conferência Internacional. *NO-DIG83-94*.
- Elzink, W., & Molin, J. (1992). *The atual performance of buried pipes in Europe over 25 years*. Oitava Conferência Plastic Pipes.
- EN 13508-2. (2003). *Investigation and assessment of drain and sewer systems outside buildings - Part 2: Visual inspection coding system*. European Committee for Standardization, Bruxelas, Bélgica.
- ET. (1992). *Operation and maintenance of sewer collection system*. Bureau of Engineering, F800, Engineering Transforming, Los Angeles, 6–92.
- FCM/NRC-CNRC. (2004). *Assessment and evaluation of storm and wastewater collection systems*. National Research Council Canada (NRC-CNRC), Canadá.
- Gangl, G., & Kretschmer, F. (2007). Implementing quality management and EN 13508-2 for CCTV sewer inspection in Austria. Conferência *Novatech*, 933–940.

- Gokhale, S., & Graham, J. A. (2004a). A new development in locating leaks in sanitary sewers. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 19(1), 85–96.
- Gokhale, S., & Graham, J. A. (2004b). A new development in locating leaks in sanitary sewers. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 19(1), 85–96.
- Gomez, F., Althoefer, K., & Seneviratne, L. D. (2006). Simulation of ultrasound imaging inside fully charged pipes. *Automation in Construction*, 15(3), 355–364.
- Hörold, S., & Baur, R. (1999). *Modelling sewer deterioration for selective inspection planning – case study Dresden*. In Procedimentos da 13ª EJSW, 8-12, Suíça.
- Koo, D. & Ariaratnam, S. T. (2006). Innovative method for assessment of underground sewer pipe condition. *Automation in Construction*, 15(4), 479–488.
- Liu, Z., & Kleiner, Y. (2013). State of the art review of inspection technologies for condition assessment of water pipes. *Measurement*, 46(1), 1–15.
- Makar, J. (1999). Diagnostic techniques for sewer systems. Institute for Research in Construction, *National Research Council Canada*, NRCC-42828.
- Mehle, J., O'Keefe, S., & Wrase, P. (2001). *An Examination of Methods for Condition Rating of Sewer Pipelines*. Centro de Desenvolvimento de Liderança Técnica, Universidade de Minnesota, EUA.
- Müller, K., & Fischer, B. (2007). Objective Condition Assessment of Sewer Systems. In 2ª Conferência *Leading-Edge, Lisboa, Portugal, 17-19*.
- Soundprint. (s.d.). Soundprint Structural Monitoring Infrastructure. Puretechnologies. - <http://www.puretechltd.com/services/soundprint> - Consultado pela última vez em 20 de Outubro de 2013.
- Sousa, E. (2001). *Projecto de sistemas de drenagem de águas residuais comunitárias*. Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura, Seção de Hidráulica e dos Recursos Hídricos e Ambientais, Instituto Superior Técnico.

- Sousa, V. (2012). *Gestão do risco na construção: Aplicação a sistemas de drenagem urbana*. Tese de Doutoramento, Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- Sousa, V., Matos, J., & Almeida, M. (2006). *Técnicas de inspeção em sistemas de drenagem: Resumo do estado da arte*. 12º ENASB - Encontro Nacional de Saneamento Básico, APESB, Cascais.
- Stein, P. (2005). *European study of the performance of various pipe systems , respectively pipe materials for municipal sewage systems under special consideration of the ecological range of effects during the service life*. Artigo de TEPPFA-PLASTICS EUROPE Sustainable Municipal Pipes Project, Bochum, Alemanha.
- UNICEF. (2006). Meeting the MDG Drinking water and sanitation target - the urban and rural challenge of the decade. Relatório promovido pela *UNICEF* e *WHO*.
- USEPA. (2004). *Guidelines for Water Reuse*. Relatório EPA/600/R-12/618 desenvolvido por US Environmental Protection Division.
- USEPA. (2009). *Guidelines for Water Reuse*. Relatório EPA/600/R-12/618 desenvolvido por US Environmental Protection Division.
- USEPA. (2012). *Condition Assessment Technologies for Water Transmission and Distribution Systems*. Relatório EPA/600/R-12/017 desenvolvido por US Environmental Protection Division.
- Wilson, J. W., Kaba, M., & Tian, G. Y. (2008) *New Techniques for the Quantification of Defects Through Pulsed Magnetic Flux Leakage*. In 17ª World Conference on Nondestructive Testing.
- Wirahadikusumah, R., Abraham, D. M., Iseley, T., & Prasanth, R. K. (1998). Assessment technologies for sewer system rehabilitation. *Automation in Construction*, 7(4), 259-270.
- WHO. (2013). Progress on sanitation and drinking-water. Relatório promovido pela *UNICEF* e *WHO*.



WRc. (s.d.). Sahara® Leak Location System - WRc Group. - <http://www.wrcplc.co.uk/sahara-leak-location-system.aspx> - Consultado pela última vez em 20 de Outubro de 2013.

WRc. (2001). *Sewerage Rehabilitation Manual*. 4ª Edição, Water Research Center (WRc), Inglaterra.



# **ANEXO A - NORMA EN 13508-2**

## **1. Ramais e coletores**

O sistema de codificação para ramais e coletores compreende uma série de códigos que podem ser utilizados para descrever defeitos e características que se encontrem nos ramais e nos coletores. Para cada trecho de tubagem, deve ser preparado um relatório individual. A informação deve ser registada de duas maneiras diferentes:

- informação de cabeçalho – relacionada com o coletor como um todo;
- informação sobre as observações individuais dentro do coletor. Todos os códigos com esta informação começam pela letra B.

## **2. Informação de cabeçalho**

A informação de cabeçalho é inserida no início da inspeção. As informações seguintes devem ser registadas.

- a) Identificação da conduta, por referência da conduta e/ou duas referências de nó. Alternativamente, quando o troço do coletor é lateral, conectado a outro coletor sem câmara de visita, o nó de união da conduta principal pode ser definida utilizando a referência da conduta principal e a distância desde o começo.
- b) Direção da inspeção.
- c) Descrição textual da localização.
- d) Sistema de codificação utilizado.
- e) Ponto de referência longitudinal (se a gravação local for longitudinal).
- f) Método de inspeção.
- g) Data de inspeção.
- h) Se foi efetuada limpeza no ramal ou o sistema de drenagem.
- i) Qualquer outra informação exigida pela entidade adjudicante.

Outra informação de cabeçalho

Esta informação pode incluir:

- tipo de localização;
- nome da entidade adjudicante;
- nome da aldeia, cidade ou povoação onde se localiza o sistema de drenagem;
- proprietário do terreno;

- sistema original de codificação (onde os dados mais antigos são convertidos);
- hora da inspeção;
- nome do inspetor;
- referência do trabalho;
- detalhes de armazenamento de vídeo;
- detalhes de armazenamento de fotografia;
- finalidade da inspeção;
- seção transversal;
- material;
- detalhes de revestimento;
- comprimento do troço do coletor;
- profundidade de meio intradorso nos nós a montante e a jusante;
- tipo de drenagem (gravítica ou sob pressão);
- tipo de efluentes (águas residuais ou águas superficiais);
- ano da construção;
- importância estratégica;
- precipitação;
- temperatura;
- medidas de controlo do caudal;
- atmosfera dentro da canalização.

Qualquer alteração nas informações de cabeçalho identificadas durante a inspeção, devem ser registadas.

### **3. Ramais e coletores - códigos**

#### **3.1 Generalização**

Cada observação deve ser registada utilizando um código principal que descreve de forma abrangente a observação, juntamente com as seguintes informações adicionais quando necessário.

- caracterização – registados até dois códigos que descrevem detalhadamente a observação.
- quantificação – registados até dois valores que quantifiquem a observação.

- localização circunferencial – registadas até duas referências horárias para localizar a posição de observação em torno da circunferência.
- junta – identifica quando a observação está associada a uma junta.
- localização longitudinal – a distância desde o ponto de referência indicado, incluindo o método de registo das observações que são contínuas ao longo de um período significativo.
- referência fotográfica.
- referência vídeo.
- observações – texto que descreve aspetos de observação que não podem ser descritos de outra maneira.

A entidade adjudicante pode especificar que observações devem ser registadas e a quantidade de detalhes que se deve registar para cada observação.

### **3.2 Código principal**

Códigos principais utilizados para descrever as observações com recurso à utilização de um código. Não se deve registar nenhuma observação sem utilizar um destes códigos.

Para maior clareza estes códigos foram agrupados sob quatro títulos e a segunda letra indica o grupo respetivo:

- códigos relativos à estrutura do coletor (códigos BA...).
- códigos relativos ao funcionamento do coletor (códigos BB...).
- códigos de inventário (BC...).
- outros códigos (BD...).

Estes códigos são utilizados unicamente para fins de edição e os títulos não devem ser utilizados para interpretar, ou em caso contrário, para restringir o significado dos códigos.

### **3.3 Caracterização**

Códigos utilizados para descrever melhor a observação. Até dois tipos de caracterização são apresentados para cada tipo de observação. Eles devem ser registados na ordem em que são encontrados.

A entidade adjudicante pode exigir que quando não seja possível observar (por exemplo quando não for possível ver corrosão num sistema de drenagem sem limpar) deve ser registado o código YY como um código principal de caracterização.

Só se podem utilizar os códigos de caracterização que aparecem nesta norma.

### **3.4 Quantificação**

Registados até dois valores.

A menos que estas cláusulas especificam o uso dos dois valores de quantificação de forma diferente, os dois valores podem ser usados para determinar um intervalo, especificando os limites inferiores e superiores (por exemplo, 10% a 15%).

### 3.5 Localização Circunferencial

A posição de observação deve ser registrada utilizando a referência de mostrador de relógio. Estas referências são determinadas a partir do ângulo subentendido no centro da seção transversão (no ponto definido pela metade da altura e pela metade da largura, ver Figura A-1) e cujos lados passam respetivamente pela observação e pelo centro do intradorso da tubagem.

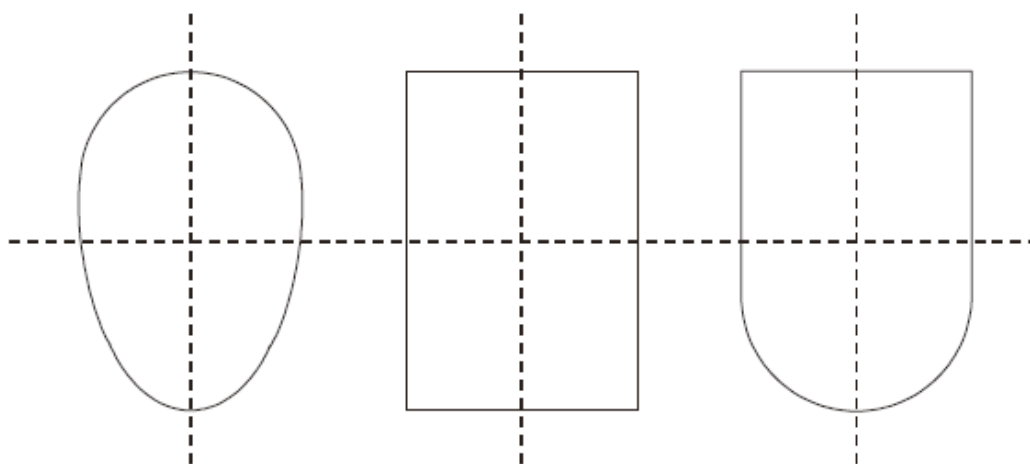


Figura A-1 – Exemplos de definição do centro da seção transversal.

A referência horária pode ser determinada aplicando a Tabela A-1. Uma observação no centro do intradorso do coletor, por conseguinte, pode ser descrita como 12 horas em ponto. Quando são exigidas referências horárias de início e fim, estas devem ser determinadas no sentido dos ponteiros do relógio. Quando só é exigida uma única referência horária, esta deve estar relacionada com o centro da observação.

Quando uma observação se repetir em torno da circunferência do coletor, na mesma localização longitudinal, cada ocorrência de observação deve ser codificada separadamente.

Tabela A - 1 – Valores de referência horária

| Ângulo (graus) | Referência horária |
|----------------|--------------------|
| 0 ± 15         | 12                 |
| 30 ± 15        | 01                 |
| 60 ± 15        | 02                 |
| 90 ± 15        | 03                 |
| 120 ± 15       | 04                 |
| 150 ± 15       | 05                 |
| 180 ± 15       | 06                 |
| 210 ± 15       | 07                 |
| 240 ± 15       | 08                 |
| 270 ± 15       | 09                 |
| 300 ± 15       | 10                 |
| 330 ± 15       | 11                 |
| 360 ± 15       | 12                 |

Com o recurso à utilização da Tabela A-2, encontram-se alguns exemplos de referências horárias na Figura A-2.

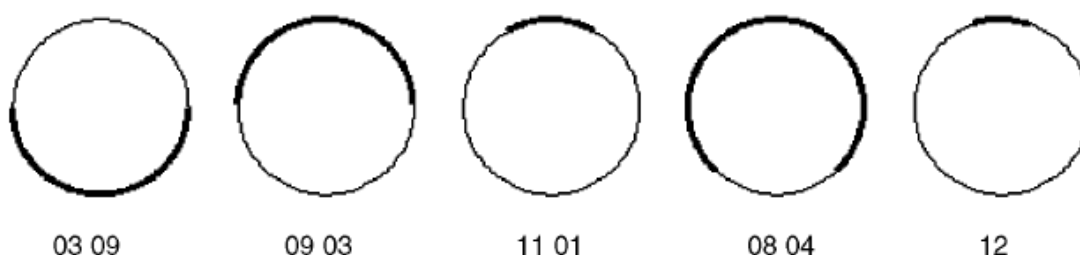


Figura A-2 – Exemplos de referências horárias para coletores.

### 3.6 Observação na junta

Quando uma observação ocorre numa junta entre dois troços de coletor adjacentes este deve ser registado utilizando o código (A), quando for necessário.

### 3.7 Localização longitudinal

A localização de cada observação deve ser especificada indicando a distância em metros a partir do ponto de referência que deverá ser um dos seguintes:

- A face interior da parede do nó de partida, (câmara de visita, câmara de inspeção ou de descarga, etc.), no ponto onde as águas residuais passam através da parede.
- O intradorso do final da extensão da conduta dentro do nó inicial. Este será o mesmo ponto no descrito em acima, exceto onde os projetos de tubulação para a câmara de visita.
- O centro da câmara de visita de início.
- O ponto médio dos tubos de entrada e saída, medidos ao longo do canal.

e) Se as observações recorrerem ao longo de um comprimento de mais de 1 m, o início e o fim da observação deverão ser registados separadamente, utilizando um código de observação contínua contendo A (início) ou B (fim) e uma etiqueta numéricas que identifica todas as referências para a mesma observação. As medições devem ser registadas em metros, com uma casa decimal.

### 3.8 Referência fotográfica

Sempre que numa observação sejam tiradas fotografias, deve ser registada uma referência para identificar todas as fotografias fixas no computador colocadas na ficha de observações. Se a fotografia representa uma característica não codificado, deve ser utilizado o código geral de fotografia (BDA).

### 3.9 Referência da localização do vídeo

Quando a inspeção é gravada em vídeo, deve ser registada uma referência que permita localizar a a observação em sequência de vídeo. O método de localização utilizado deve ser indicado nas informações de cabeçalho. Quando se utiliza um método baseado no tempo, este deve ser registados de acordo com a norma ISO 8601 no formato hh: mm: ss.

### 3.10 Observações

Quando uma observação não pode ser totalmente descrita por um código, na seção "Observações" devem incluir mais detalhes. Uma observação deve ser tão mais curta e descritiva possível.

## 4. Códigos relativos à estrutura do coletor

Tabela A - 2  
Codificação das anomalias do coletor

| Código Principal  | Informação Adicional        | Descrição   |
|-------------------|-----------------------------|---|
| <b>Deformação</b> |                             |   |
| <b>BBA</b>        |                             | Seção transversal do coletor deformada, tendo em conta a sua forma original.<br>A entidade adjudicante pode especificar se este código é utilizado para coletores flexíveis ou para coletores de qualquer tipo de material. |
|                   | Caracterização              | Orientação da deformação:<br>- vertical (A) - diminuição da altura da tubagem;<br>- horizontal (B) - diminuição da largura da tubagem.  |
|                   | Quantificação               | Quantificação percentual da diminuição.   |
|                   | Localização circunferencial | Registo da localização circunferencial, para deformações localizadas.   |
| <b>Fissura</b>    |                             |   |
| <b>BAB</b>        | Caracterização 1            | Natureza da fissura:<br>- fissura superficial (A) - fissura só na superfície;<br>- fissura (B) - linhas de fissura visíveis na parede da  |



| <b>Código Principal</b>                            | <b>Informação Adicional</b> | <b>Descrição</b>   |
|--|-----------------------------|--|
|  |                             | tubagem, sem destacamento;<br>- fratura (C) - fissura visivelmente aberta na parede da tubagem, sem destacamento.  |
|  | Caracterização 2            | Orientação da fissura:<br>- longitudinal (A) - fissura ou fratura maioritariamente paralela ao eixo da tubagem;<br>- circunferencial (B) - fissura ou fratura maioritariamente à volta da secção da tubagem;<br>- complexa (C) - grupo de fissuras ou fraturas que não se podem descrever como longitudinais ou circunferenciais;<br>- helicoidal (D).   |
|  | Quantificação               | Largura da fissura em milímetros.  |
|  | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.  |
| <b>Rotura/Colapso</b>                              |                             |  |
| <b>BAC</b>   | Caracterização              | Natureza da rotura ou colapso:<br>- rotura (A) - frações da tubagem estão destacadas, mas presentes;<br>- desaparecimento (B) - frações da parede da tubagem em falta;<br>- colapso (C) - sem integridade estrutural.  |
|  | Quantificação               | Comprimento da rotura ou colapso em milímetros quando é menor do que 1 000 mm.<br>Nota - Quando o comprimento é maior do que 1 m, deve-se registar as localizações longitudinais de início e fim da rotura ou colapso.   |
|  | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.  |
| <b>Defeitos em alvenaria de tijolo ou de pedra</b> |                             |  |
| <b>BAD</b>   |                             | Deslocamento de tijolos ou blocos de alvenaria de pedra da estrutura de um coletor ou ramal de ligação relativamente à sua posição inicial.  |
|  | Caracterização 1            | Amplitude do deslocamento:<br>- deslocamento (A) - tijolos ou blocos de alvenaria de pedra que estão no mesmo local, apenas foram deslocados da sua posição inicial;<br>- desaparecimento (B) - tijolos ou blocos de alvenaria de pedra fora da sua posição original;<br>- queda da soleira (C) - queda de parte da soleira da tubagem em alvenaria de tijolo ou de pedra, relativamente às paredes da tubagem, deixando uma abertura de mais de 20 mm;<br>- colapso (D) - sem integridade estrutural. |
|  | Caracterização 2            | Quando estão em falta tijolos ou blocos de alvenaria de pedra:<br>- é visível outra camada da alvenaria de tijolo ou de pedra (A) - através do intervalo deixado pelo material em falta;<br>- nada é visível (B) - não é possível determinar o que está a descoberto pela falta de tijolos ou blocos de alvenaria de pedra.<br>Quando é visível uma cavidade ou o solo, também são requeridos os códigos BAO ou BAP.   |
|  | Quantificação               | Medição da profundidade de queda da soleira em milímetros.   |
|  | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.  |
| <b>Falta de argamassa</b>                          |                             |  |
| <b>BAE</b>   |                             |  |

| <b>Código Principal</b>               | <b>Informação Adicional</b> | <b>Descrição</b>   |
|---------------------------------------|-----------------------------|--|
|                                       |                             | Ausência parcial ou total de argamassa na alvenaria de tijolo ou de pedra.   |
|                                       | Quantificação               | Profundidade, em milímetros, desde a superfície da alvenaria de tijolo ou de pedra até à superfície da argamassa.  |
|                                       | Localização circunferencial | Posição deve ser registrada.   |
| <b>Deterioração da superfície</b>     |                             |  |
| <b>BAF</b>                            |                             | A superfície da tubagem foi danificada por ação mecânica ou ataque químico (incluindo a corrosão de tubagens metálicas).   |
|                                       | Caracterização 1            | Tipo de dano:<br>- aumento da rugosidade (A);<br>- quebra em lascas (desprendimento de pequenos fragmentos da superfície da estrutura) (B);<br>- agregados visíveis (C);<br>- agregados salientes da superfície (D);<br>- agregados em falta ( E );<br>- armadura visível (F);<br>- armadura saliente da superfície (G);<br>- corrosão da armadura (H);<br>- produtos de corrosão à superfície (J);<br>- outros danos à superfície (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção de observações. |
|                                       | Caracterização 2            | Causa do dano:<br>- danos mecânicos (A);<br>- ataque químico - genérico (por exemplo, corrosão da armadura) (B);<br>- ataque químico - ataque bioquímico devido ao ácido sulfúrico - danos acima do nível de água (C );<br>- ataque químico - ataque produzido pelas águas residuais - danos abaixo do nível de água (D);<br>- causa não evidente (E).   |
|                                       | Localização circunferencial | Posição deve ser registrada.   |
| <b>Intrusão de tubagem de ligação</b> |                             |  |
| <b>BAG</b>                            |                             | Tubagem de ligação prolongada para o interior da tubagem principal, obstruindo a seção transversal. Quando se utiliza este código, também é requerido o código BCA.  |
|                                       | Quantificação               | Comprimento da intrusão expressa como percentagem do diâmetro ou dimensão vertical da tubagem.   |
|                                       | Localização circunferencial | Posição do centro da ligação deve ser registrada.  |
| <b>Ligação deficiente</b>             |                             |  |
| <b>BAH</b>                            |                             | Ligação deficiente. Quando se utiliza este código, também é requerido o código BCA.  |
|                                       | Caracterização              | Tipo de anomalia:<br>- a posição da ligação é incorreta (A);<br>- separação entre o extremo da tubagem de ligação e a tubagem principal (B);<br>- separação parcial (uma parte em torno da circunferência da tubagem de ligação) entre o extremo da tubagem de ligação e a tubagem principal (C);<br>- a tubagem de ligação está danificada (D);<br>- a tubagem de ligação está obstruída (E);<br>- outras anomalias (Z) - os detalhes adicionais devem ser registados na seção de observações.            |
|                                       | Localização circunferencial | Posição deve ser registrada.   |
| <b>Intrusão de material vedante</b>   |                             |  |
| <b>BAI</b>                            |                             | Totalidade ou parte, do material utilizado para selar junta entre duas tubagens de ligação está saliente na  |

| <b>Código Principal</b>        | <b>Informação Adicional</b> | <b>Descrição</b>   |
|--------------------------------|-----------------------------|--|
|                                |                             | tubagem.   |
|                                | Caracterização 1            | Natureza do material vedante:<br>- anel de estanquidade (A)<br>- outro tipo de material vedante (Z) - os detalhes adicionais devem ser registados na seção de observações  |
|                                | Caracterização 2            | Quando o material vedante é um anel de estanquidade que está enrolado:<br>- visivelmente deslocado, mas não está saliente na tubagem (A);<br>- pendurado mas não há rotura (B) - ponto mais baixo acima do eixo horizontal;<br>- pendurado mas não há rotura (C) - ponto mais baixo abaixo do eixo horizontal;<br>- Rotura (D).  |
|                                | Quantificação               | Quando o material vedante não é um anel de estanquidade, a redução da área da seção transversal deve ser expressa por percentagem.   |
|                                | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.  |
| <b>Junta deslocada</b>         |                             |  |
| <b>BAJ</b>                     |                             | Tubagens adjacentes estão deslocadas da posição relativa prevista em projeto. Deslocamentos longitudinais com menos de 10mm não devem ser registados.  |
|                                | Caracterização              | Natureza do deslocamento:<br>- longitudinal (A) - as tubagens estão deslocadas paralelamente ao eixo do coletor;<br>- radial (B) - as tubagens estão deslocadas numa direção que forma um ângulo reto com o eixo do coletor;<br>- angular (C) - os eixos das tubagens não estão paralelos.   |
|                                | Quantificação               | Quantificação do deslocamento:<br>- longitudinal - distância entre a extremidade do espigão do coletor e o interior do encaixe do coletor adjacente, em milímetros;<br>- radial - distância de deslocamento em milímetros;<br>- angular - ângulo de deslocamento entre os eixos dos dois coletores, em graus.  |
|                                | Localização circunferencial | Direção do deslocamento radial ou angular em torno da parede do coletor.<br>Por exemplo, deslocamento radial com aumento de nível do meio do intradorso, deve ser registado como 12 horas do relógio e uma redução deve ser registada como 6 horas.<br>Tal como, deslocamento angular com aumento ou diminuição do declive deve ser registado como as 12 horas do relógio. |
| <b>Revestimento deficiente</b> |                             |  |
| <b>BAK</b>                     |                             | Revestimento deficiente.   |
|                                | Caracterização 1            | Natureza do defeito:<br>- revestimento da conduta desprendido (A);<br>- descoloração do revestimento (B);<br>- extremo do revestimento interior deficiente (C);<br>- revestimento interior rugoso;<br>- revestimento interior empolado;<br>- outros defeitos do revestimento interior (Z) - os detalhes adicionais devem ser registados na seção de observações            |

| <b>Código Principal</b>                  | <b>Informação Adicional</b> | <b>Descrição</b>   |
|--|-----------------------------|--|
|  | Caracterização 2            | Revestimento interior rugoso:<br>- longitudinal (A) - maior parte da rugosidade apresenta-se paralela ao eixo do coletor;<br>- circunferencial (B) - maior parte da rugosidade apresenta-se torno da circunferência do coletor;<br>- complexo (C). |
|  | Quantificação               | Redução da área da seção transversal deve ser expressa por percentagem.  |
|  | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.  |
| <b>Reparação deficiente</b>              |                             |  |
| <b>BAL</b>                               |                             | Reparação deficiente do coletor ou tubagem de ligação. Quando se utiliza este código, também se deve colocar o código de reparação localizada BCB.   |
|  | Caracterização              | Natureza do defeito:<br>- parte da parede está em falta (A);<br>- trajetória do material vedante utilizado na reparação da conduta apresenta defeito (B);<br>- outros (Z) - os detalhes adicionais devem ser registados na seção de observações    |
| <b>Soldadura deficiente</b>              |                             |  |
| <b>BAM</b>                               |                             | Soldadura na estrutura da tubagem deficiente.  |
|  | Caracterização              | Orientação da falha:<br>- longitudinal (A) - maior parte da falha é paralela ao eixo do coletor;<br>- circunferencial (B) - maior parte da falha é em torno da circunferência do coletor;<br>- helicoidal (C);                                     |
|  | Localização circunferencial | Falhas longitudinais - gravar a posição. Falhas circunferenciais e helicoidais - gravar o ponto inicial e o ponto final.   |
| <b>Tubagem porosa</b>                    |                             |  |
| <b>BAN</b>                               |                             | Material da tubagem apresenta porosidade (por exemplo, devido a um defeito de fabrico).  |
|  | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.  |
| <b>Solo visível através da anomalia</b>  |                             |  |
| <b>BAO</b>                               |                             | Solo exterior à tubagem visível através da anomalia.   |
| <b>Vazio visível através da anomalia</b> |                             |  |
| <b>BAP</b>                               |                             | Vazio exterior à tubagem visível através da anomalia.  |

## 5. Códigos relativos ao funcionamento do coletor

Tabela A - 3  
Detalhes dos códigos relativos ao funcionamento do coletor

| <b>Código Principal</b>    | <b>Informação Adicional</b> | <b>Descrição</b>   |
|----------------------------|-----------------------------|--|
| <b>Raízes</b>              |                             |  |
| <b>BBA</b>                 |                             | Crescimento de raízes de árvores ou de outras plantas para o interior da tubagem através de juntas, anomalias ou ligações.   |
|                            | Caracterização              | Natureza da raiz:<br>- raiz única (A);<br>- raízes finais independentes (B);<br>- massa complexa de raízes (C).  |
|                            | Quantificação               | Redução da área da seção transversal deve ser expressa por percentagem.  |
|                            | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.  |
| <b>Depósitos aderentes</b> |                             |  |
| <b>BBB</b>                 |                             | Material aderente às paredes da tubagem.   |
|                            | Caracterização              | Natureza do tipo de material:<br>- incrustação (A);<br>- gordura (B);<br>- incrustação biológica (C) (por exemplo, organismos aderidos à parede da conduta);<br>- outros resíduos (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações.                                   |
|                            | Quantificação               | Redução da área da seção transversal deve ser expressa por percentagem.  |
|                            | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.  |
| <b>Sedimentos</b>          |                             |  |
| <b>BBC</b>                 |                             | Material depositado na soleira da tubagem.   |
|                            | Caracterização              | Natureza do material:<br>- agregados finos (A) (por exemplo areia, lodo);<br>- agregados grossos (B) (por exemplo entulho, cascalho);<br>- material duro ou compacto (C) (por exemplo betão);<br>- outros materiais (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações. |
|                            | Quantificação               | Profundidade da sedimentação, deve ser expressa por percentagem da dimensão vertical da conduta.   |
|                            | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.  |
| <b>Entrada de solo</b>     |                             |  |
| <b>BBD</b>                 |                             | Entrada de solo do terreno circundante.  |
|                            | Caracterização              | Natureza da terra:<br>- areia (A);<br>- turfa (B);<br>- material fino (por exemplo argila, lodo) (C);<br>- cascalho (D);<br>- outros tipos de terra (D) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações.   |
|                            | Quantificação               | Redução da área da seção transversal deve ser expressa por percentagem.  |
|                            | Localização circunferencial | Posição de entrada da terra em torno da parede da conduta deve ser registada.  |
| <b>Outros obstáculos</b>   |                             |  |
| <b>BBE</b>                 |                             | Objetos no interior da tubagem que obstruem a área da seção transversal.   |

| <b>Código Principal</b>  | <b>Informação Adicional</b> | <b>Descrição</b>  |
|--------------------------|-----------------------------|---|
|                          |                             | Este código só deve ser utilizado quando nenhum dos códigos (BBA e BBD) seja aplicável.   |
|                          | Caracterização              | Descrição do obstáculo:<br>- tijolo ou alvenaria soltos situados no intradorso (A);<br>- fragmentos de coletor soltos situados no intradorso (B);<br>- outro objeto situado no intradorso (C);<br>- objetos salientes na parede da conduta (D);<br>- objetos presos na junta (E);<br>- objetos que estão a penetrar a conduta, através de uma junta ou conexão (F);<br>- coletores exteriores construídos através de outros coletores (G);<br>- obstáculo embutido na estrutura (H);<br>- outros (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações. |
|                          | Quantificação               | Redução da área da seção transversal deve ser expressa por percentagem.   |
|                          | Localização circunferencial | Posição de entrada da terra em torno da parede da conduta deve ser registada.   |
| <b>Infiltração</b>       |                             |   |
| <b>BBF</b>               |                             | Entrada da água através da parede da tubagem ou de juntas ou anomalias.   |
|                          | Caracterização              | Amplitude do caudal:<br>- transpiração (A) - penetração lenta da água - não há gotejamento visível;<br>- gotejamento (B) - pingos intermitentes;<br>- fluxo (C) - caudal contínuo;<br>- jorro (D) - água entra em pressão.  |
|                          | Localização circunferencial | Posição de entrada de água deve ser registada.  |
| <b>Exfiltração</b>       |                             |   |
| <b>BBG</b>               |                             | Fuga visível de escoamento para o exterior da tubagem.  |
|                          | Localização circunferencial | Posição deve ser registada, pela localização circunferencial, quando seja visível.  |
| <b>Animais parasitas</b> |                             |   |
| <b>BBH</b>               |                             | Presença de animais parasitas.  |
|                          | Caracterização 1            | Natureza do animal:<br>- rato (A);<br>- barata (B);<br>- outros (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações.  |
|                          | Caracterização 2            | Localização dos animais parasitas:<br>- conduta/coletor (A);<br>- conexão (B);<br>- junta aberta (C);<br>- outros locais (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações.   |
|                          | Quantificação               | Número de animais vistos numa só localização.   |

## 6. Códigos de inventário

Tabela A - 4  
Detalhes dos códigos de inventário

| Código Principal            | Informação Adicional        | Descrição  |
|-----------------------------|-----------------------------|--|
| <b>Ligação</b>              |                             |  |
| <b>BCA</b>                  |                             | Outra tubagem está ligada à tubagem que está a ser inspecionada. A entidade adjudicante pode determinar que, quando a dimensão da secção transversal da tubagem de ligação é igual à da tubagem, ou superior a um valor especificado, o local de ligação deve ser considerado um nó. Assume-se que a maioria das ligações registadas que utilizam este código têm secção transversal circular.   |
|                             | Caracterização 1            | Natureza da conexão:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- união (A) - seção do coletor com conexão pré-fabricada;</li> <li>- conexão em forma de cavalete - perfuração (B) - conexão efetuada usando material vedante adequado - perfuração efetuada com broca;</li> <li>- conexão em forma de cavalete - cinzelada (C) - conexão efetuada usando material vedante adequado - perfuração efetuada com cinzel;</li> <li>- conexão simples - perfuração (D) - conexão efetuada sem utilizar qualquer acessório especial - perfuração efetuada com uma broca;</li> <li>- conexão simples - cinzelada (E) - conexão efetuada sem utilizar qualquer acessório especial - perfuração efetuada com martelo e cinzel;</li> <li>- conexão distinta de união (F) (a utilizar quando não se dispõe da informação necessária para classificar a conexão como B, C, D ou E);</li> <li>- tipo de conexão não evidente (G);</li> <li>- outro tipo de conexão (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações.</li> </ul> |
|                             | Caracterização 2            | Código para indicar se a conexão foi fechada. Isto pode indicar que foi prevista uma união na altura da construção que pode ser utilizada no futuro ou pode indicar que a conexão foi cortada. O método de codificação é:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- conexão aberta (A);</li> <li>- conexão fechada (B).</li> </ul>   |
|                             | Quantificação 1             | Altura do tubo de ligação, em milímetros.  |
|                             | Quantificação 2             | Largura da ligação, em milímetros, se for diferente da altura.   |
|                             | Localização circunferencial | Posição do centro da conexão deve ser registada.   |
|                             | Observações                 | Forma, para seções não circulares.   |
| <b>Reparação pontual</b>    |                             |  |
| <b>BCB</b>                  |                             | Pequena secção do coletor ou ramal de ligação foi reparada.  |
|                             | Caracterização              | Natureza da reparação:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- coletor substituído (A);</li> <li>- revestimento interior localizado (B);</li> <li>- argamassa injetada (C);</li> <li>- outro material vedante injetado (D);</li> <li>- rotura reparado (E);</li> <li>- outro tipo de reparação (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações.</li> </ul>   |
|                             | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.  |
| <b>Curvatura do coletor</b> |                             |  |
| <b>BCC</b>                  |                             | Alinhamento do coletor ou ramal de ligação é modificado com recurso a uma curva pré-fabricada ou desvio sem existência de junta (tubagem com curvatura)  |
|                             | Caracterização 1            | Direção horizontal da curvatura:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- esquerda (A);</li> </ul>  |

| <b>Código Principal</b> | <b>Informação Adicional</b> | <b>Descrição</b>   |
|-------------------------|-----------------------------|--|
|                         |                             | - direita (B).   |
|                         | Caracterização 2            | Direção vertical da curvatura:<br>- cima (A);<br>- baixo (B).  |
|                         | Quantificação               | Ângulo de desvio total em graus.   |
| <b>Nó inicial</b>       |                             |  |
| <b>BCD</b>              |                             | Informação sobre o nó de início da inspeção.   |
|                         | Caracterização              | Natureza do nó:<br>- registo (A);<br>- câmara de visita (B);<br>- tampão roscado para desobstrução (C);<br>- abertura para lâmpada (D);<br>- desembocadura (E);<br>- conexão principal sem registo ou câmara de visita (F);<br>- tipo especial definido pela entidade adjudicante (esta entidade pode definir um número de códigos que comecem por um X (por exemplo XA));<br>- outra câmara especial (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações. |
|                         | Quantificação 1             | Referência do nó.  |
|                         | Quantificação 2             | Coordenadas (referência por quadrícula) do nó.   |
| <b>Nó final</b>         |                             |  |
| <b>BCE</b>              |                             | Informação sobre o nó de fim da inspeção.  |
|                         | Caracterização              | Natureza do nó:<br>- registo (A);<br>- câmara de visita (B);<br>- tampão roscado para desobstrução (C);<br>- abertura para lâmpada (D);<br>- boca (E);<br>- tipo especial definido pela entidade adjudicante (esta entidade pode definir um número de códigos que comecem por um X (por exemplo XA));<br>- outra câmara especial (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações.  |
|                         | Quantificação 1             | Referência do nó.  |
|                         | Quantificação 2             | Coordenadas (referência por quadrícula) do nó.   |



## 7. Outros códigos

Tabela A - 5  
Detalhes de outros códigos

| <b>Código Principal</b>            | <b>Informação Adicional</b> | <b>Descrição</b>  |
|------------------------------------|-----------------------------|---|
| <b>Fotografia geral</b>            |                             |   |
| <b>BDA</b>                         |                             | Fotografia para registar o estado geral do coletor ou do ramal de ligação, que não está relacionada com nenhuma característica particular.  |
|                                    | Localização circunferencial | Direção da câmara, se não estiver virada para a frente.   |
| <b>Observação geral</b>            |                             |   |
| <b>BDB</b>                         |                             | Observação que não se pode incluir de outra forma.  |
|                                    | Observação                  | Texto da observação   |
| <b>Inspeção interrompida</b>       |                             |   |
| <b>BDC</b>                         |                             | Inspeção terminou antes do nó final previsto.<br>Quando a causa se deva a uma obstrução, esta deve ser registada de forma separada utilizando o código principal apropriado.  |
|                                    | Caracterização              | Causa para o abandono da inspeção:<br>- obstrução (A);<br>- elevado teor de água (B);<br>- falha de equipamento (C);<br>- outro (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações.  |
| <b>Altura do escoamento</b>        |                             |   |
| <b>BDD</b>                         |                             | Nível da água residual acima da geratriz inferior interior do coletor ou do ramal de ligação.   |
|                                    | Caracterização              | Águas do sistema de drenagem correspondem:<br>- efluente claro (A) (é visível no intradorso);<br>- efluente turvo ou descolorido (B).   |
|                                    | Quantificação               | Nível de água deve ser expresso por percentagem da dimensão vertical da conduta.  |
| <b>Caudal num coletor afluente</b> |                             |   |
| <b>BDE</b>                         |                             | Informação relativa ao escoamento num coletor afluente.<br>Quando se utiliza este código, também deve ser registado o código BCA.   |
|                                    | Caracterização 1            | Caudal de entrada:<br>- efluente claro (A) (é visível no intradorso);<br>- efluente turvo ou descolorido (B).<br>Se o caudal no coletor de entrada não é visível porque o nível de água no coletor principal é demasiado elevada, deve ser registado o código de caracterização YY.                       |
|                                    | Caracterização 2            | A coletor de conexão está:<br>- erroneamente ligada porque as águas residuais são descarregadas para um sistema de águas superficiais (A);<br>- erroneamente ligada porque as águas superficiais são descarregadas para um sistema de águas residuais (B);<br>- não são observadas conexões erróneas (C); |
|                                    | Quantificação               | Nível de água no coletor de conexão deve ser expresso por percentagem da dimensão vertical da conduta.  |
|                                    | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.   |
| <b>Atmosfera dentro da tubagem</b> |                             |   |
| <b>BDF</b>                         |                             | Encontrada atmosfera potencialmente perigosa.   |
|                                    | Caracterização              | Natureza do perigo detetado:<br>- deficiência de oxigénio (A);<br>- sulfureto de hidrogénio (B);<br>- metano (C);   |

| <b>Código Principal</b>      | <b>Informação Adicional</b> | <b>Descrição</b>  |
|------------------------------|-----------------------------|---|
|                              |                             | - outro (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações.  |
|                              | Quantificação 1             | Porcentagem de gás na atmosfera, quando esta informação está disponível.  |
|                              | Quantificação 2             | Alternativamente, concentração de gás na atmosfera em ppm, quando esta informação está disponível.  |
| <b>Perda de visibilidade</b> |                             |   |
| <b>BDG</b>                   |                             | Visão do coletor ficou obstruída.   |
|                              | Caracterização              | Causa da obstrução:<br>- câmara submersa (A);<br>- lodo (B);<br>- vapor (C);<br>- outras (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações. |

## **8. Códigos para câmaras de visita e câmaras de inspeção**

Cada observação deve ser registada utilizando um código principal que descreve de forma abrangente a observação, juntamente com as seguintes informações adicionais quando necessário.

- Caracterização – registados até dois códigos que descrevem detalhadamente a observação.
- Quantificação – registados até dois valores que quantifiquem a observação.
- Localização circunferencial – registadas até duas referências horárias para localizar a posição de observação em torno da circunferência.
- Junta – identifica quando a observação está associada a uma junta.
- Localização longitudinal – a distância desde o ponto de referência indicado, incluindo o método de registo das observações que são contínuas ao longo de um período significativo.
- Referência fotográfica.
- Referência vídeo.
- Observações – texto que descreve aspetos de observação que não podem ser descritos de outra maneira.

A entidade adjudicante pode especificar que observações devem ser registadas e a quantidade de detalhes que se deve registar para cada observação.

### **8.1 Código principal**

Códigos principais utilizados para descrever as observações com recurso à utilização de um código. Não se deve registar nenhuma observação sem utilizar um destes códigos.

Para maior clareza estes códigos foram agrupados sob quatro títulos e a segunda letra indica o grupo respetivo:

- Códigos relativos à estrutura do coletor (códigos DA...).
- Códigos relativos ao funcionamento do coletor (códigos DB...).
- Códigos de inventário (DC...).
- Outros códigos (DD...).

Estes códigos são utilizados unicamente para fins de edição e os títulos não devem ser utilizados para interpretar, ou em caso contrário, para restringir o significado dos códigos.

### **8.2 Caracterização**

Códigos utilizados para descrever melhor a observação. Até dois tipos de caracterização são apresentados para cada tipo de observação. Eles devem ser registrados na ordem em que são encontrados.

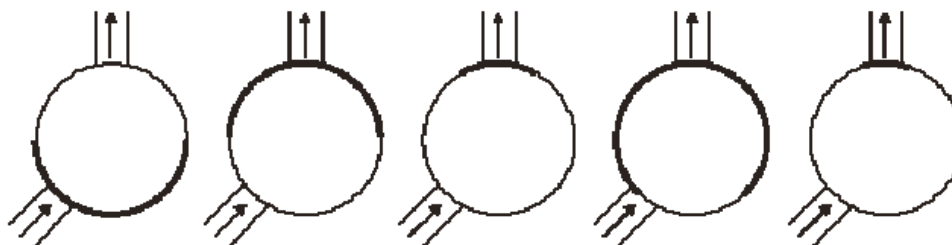
A entidade adjudicante pode exigir que quando não seja possível observar (por exemplo quando não for possível ver corrosão num sistema de drenagem sem limpar) deve ser registado o código YY como um código principal de caracterização.

Só se podem utilizar os códigos de caracterização que aparecem nesta norma.

### 8.3 Localização circunferencial

Quando for especificado nos pontos 11.2 a 11.5, a posição da observação em redor da circunferência da câmara de visita deve ser registada com a utilização das horas do relógio (Figura A-2) com a referência da tubagem mais baixa. Quando existir mais que uma tubagem situada ao mesmo nível, a referência deve ser a tubagem com maior diâmetro, localizada mais baixa.

A referência horária é determinada através do ângulo cujo vértice ocupa o centro da seção transversal (ponto definido por metade das duas dimensões horizontais – ver Figura A-3) em que os lados passam respetivamente pela observação e ela localização circunferencial da tubagem de saída mais baixa da câmara de visita.



|                     |          |       |       |       |       |    |
|---------------------|----------|-------|-------|-------|-------|----|
| Ponto de referência | 6 horas  | 09 03 | 03 09 | 05 07 | 02 10 | 06 |
|                     | 12 horas | 03 09 | 09 03 | 11 01 | 08 04 | 12 |

Figura A-3 – Exemplos de referências horárias para câmaras de visita.

### 8.4 Observação na junta

Quando uma observação ocorre numa junta entre dois troços de coletor adjacentes este deve ser registado utilizando o código (A), quando for necessário.

### 8.5 Localização descritiva

Localização da observação da câmara de visita deve ser registada da seguinte maneira:

- tampa e estrutura (A);

- estrutura de ajuste (B);
- Caixa (C);
- Cone (D);
- Redução da laje (E);
- Câmara (F);
- Patamar (G);
- Banco (H);
- Canal (I);
- Linha de água (J).

### **8.6 Localização vertical**

Deve ser especificada indicando:

- Distância desde o ponto de referência vertical;
- Nível relativo a um plano de referência nacional acordado.

O ponto de referência deve ser especificado na informação de cabeçalho e deve ser um dos seguintes:

- Valor da linha de água da tubagem mais baixa na câmara de visita;
- Superfície superior da tampa.

As medições devem ser registadas em metros com duas casas decimais.

Quando as observações forem maiores que 1 m, o início e o fim da inspeção devem ser registados separadamente, utilizando um código de observação que contenha A (início) ou B (fim) e uma etiqueta numérica que identifique todas as referências relativas à mesma observação.

### **8.7 Referência fotográfica**

Sempre que numa observação sejam tiradas fotografias, deve ser registada uma referência para identificar todas as fotografias fixas no computador colocadas na ficha de observações. Se a fotografia representa uma característica não codificado, deve ser utilizado o código geral de fotografia (BDA).

### **8.8 Referência da localização do vídeo**

Quando a inspeção é gravada em vídeo, deve ser registada uma referência que permita localizar a observação em sequência de vídeo. O método de localização utilizado deve ser indicado nas informações de cabeçalho. Quando se utiliza um método baseado no tempo, este deve ser registados de acordo com a norma ISO 8601 no formato hh: mm: ss.

## 8.9 Observações

Quando uma observação não pode ser totalmente descrita por um código, na seção "Observações" devem incluir mais detalhes. Uma observação deve ser tão mais curta e descritiva possível.

Tabela A - 6  
Detalhes dos códigos relativos à estrutura de câmara de visita

| <b>Código Principal</b>                         | <b>Informação Adicional</b> | <b>Descrição</b>   |
|---|-----------------------------|--|
| <b>Deformação</b>                               |                             |  |
| <b>DAA</b>                                      |                             | Seção transversal da tubagem deformada, tendo em conta a sua forma original. Isto pode estar associado a outros defeitos, tal como fissuras, ou por se tratar de materiais flexíveis.  |
|   | Caracterização              | Deformação:<br>- geral (A) - afeta grande parte da parede do registo da câmara de visita;<br>- localizada (B) - afeta parte relativamente pequena da parede do registo da câmara de visita.  |
|   | Quantificação               | Variação percentual máxima da redução.   |
|   | Localização circunferencial | Registo da localização circunferencial, para deformações localizadas.  |
| <b>Fissura</b>                                  |                             |  |
| <b>DAB</b>                                      | Caracterização 1            | Natureza da fissura:<br>- fissura superficial (A) - fissura só na superfície;<br>- fissura (B) - linhas de fissura visíveis na parede da tubagem, sem destacamento;<br>- fratura (C) - fissura visivelmente aberta na parede da tubagem, sem destacamento. |
|   | Caracterização 2            | Orientação da fissura:<br>- vertical (A);<br>- horizontal (B);<br>- complexa (C) - grupo de fissuras ou fraturas que não se podem descrever como longitudinais ou circunferenciais;<br>- inclinada (D).  |
|   | Quantificação               | Largura da fissura em milímetros.  |
|   | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.  |
| <b>Rotura/Colapso</b>                           |                             |  |
| <b>DAC</b>                                      | Caracterização              | Natureza da rotura ou colapso:<br>- rotura (A) - frações da tubagem estão deslocadas mas não estão em falta;<br>- desaparecimento (B) - frações da parede da tubagem em falta;<br>- colapso (C) - tubagem sem integridade estrutural.                      |
|   | Quantificação               | Comprimento da rotura ou colapso em milímetros quando é menor de 1 000 mm.<br>NOTA - quando o comprimento é menor que 1 m, deve-se registar as localizações longitudinais do início e fim da rotura ou colapso.  |
|   | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.  |
| <b>Defeitos em alvenaria de tijolo ou pedra</b> |                             |  |
| <b>DAD</b>                                      |                             | Deslocamento de tijolos ou blocos de alvenaria estruturais de um ramal ou do sistema de drenagem relativamente à sua posição inicial.  |

| <b>Código Principal</b>               | <b>Informação Adicional</b> | <b>Descrição</b>   |
|---------------------------------------|-----------------------------|--|
|                                       | Caracterização 1            | Amplitude do deslocamento:<br>- deslocamento (A) - tijolos ou blocos de alvenaria que estão no mesmo local, apenas foram deslocados da sua posição inicial;<br>- desaparecimento (B) - tijolos ou blocos de alvenaria em falta na sua posição original;<br>- colapso (C) - tubagem sem integridade estrutural.   |
|                                       | Caracterização 2            | Quando estão em falta tijolos ou blocos de alvenaria de pedra:<br>- é visível outra camada da alvenaria de tijolo ou de pedra (A) - através do intervalo deixado pelo material em falta;<br>- nada é visível (B) - não é possível determinar o que está a descoberto pela falta de tijolos ou blocos de alvenaria de pedra.<br>Quando é visível uma cavidade ou o solo, também são requeridos os códigos DAO ou DAP.   |
|                                       | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.  |
| <b>Falta de argamassa</b>             |                             |  |
| <b>DAE</b>                            |                             | Ausência parcial ou total de argamassa na alvenaria de tijolo ou de pedra.   |
|                                       | Quantificação               | Profundidade, em milímetros, desde a superfície da alvenaria de tijolo ou de pedra até à superfície da argamassa.  |
|                                       | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.  |
| <b>Deteorização da superfície</b>     |                             |  |
| <b>DAF</b>                            |                             | A superfície da tubagem foi danificada por ações mecânicas ou químicas (incluindo a corrosão de tubagens metálicas).   |
|                                       | Caracterização 1            | Tipo de dano:<br>- aumento da rugosidade (A);<br>- quebra em lascas (desprendimento de pequenos fragmentos da superfície da estrutura) (B);<br>- agregados visíveis (C);<br>- agregados salientes da superfície (D);<br>- agregados em falta (E);<br>- armadura visível (F);<br>- armadura saliente da superfície (G);<br>- corrosão da armadura (H);<br>- parede em falta (I);<br>- produtos de corrosão à superfície (J);<br>- outros danos à superfície (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção de observações. |
|                                       | Caracterização 2            | Causa do dano:<br>- danos mecânicos (A);<br>- ataque químico - genérico (por exemplo, corrosão da armadura) (B);<br>- ataque químico - ataque bioquímico devido ao ácido sulfúrico - danos acima do nível de água (C);<br>- ataque químico - ataque produzido pelas águas residuais - danos abaixo do nível de água (D);<br>- causa não evidente (E).  |
|                                       | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.  |
| <b>Intrusão na tubagem de ligação</b> |                             |  |
| <b>DAG</b>                            |                             | Tubagem de ligação prolongada para o interior da tubagem principal, obstruindo a seção transversal. Quando se utiliza este código, também é requerido o código DCA e DCG.  |

| <b>Código Principal</b>             | <b>Informação Adicional</b> | <b>Descrição</b>  |
|-------------------------------------|-----------------------------|---|
|                                     | Quantificação               | Comprimento da intrusão expressa em milímetros.   |
|                                     | Localização circunferencial | Posição do centro da ligação deve ser registada.  |
| <b>Ligação deficiente</b>           |                             |   |
| <b>DAH</b>                          |                             | Ligação deficiente. Quando se utiliza este código, também é requerido o código DCA e DCG.   |
|                                     | Caracterização              | Tipo de anomalia:<br>- posição da ligação é incorreta (A);<br>- separação parcial (uma parte em torno da circunferência da tubagem de ligação) entre o extremo da tubagem de ligação e a tubagem principal (C);<br>- a tubagem de ligação está danificada (D);<br>- a tubagem de ligação está obstruída (E);<br>- outras anomalias (Z) - os detalhes adicionais devem ser registados na seção de observações. |
|                                     | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.   |
| <b>Intrusão de material vedante</b> |                             |   |
| <b>DAI</b>                          |                             | A totalidade, ou parte, do material utilizado para selar uma junta entre duas tubagens adjacentes está saliente na tubagem.   |
|                                     | Caracterização 1            | Natureza do material vedante:<br>- anel de estanquidade (A)<br>- outro tipo de material vedante (Z) - os detalhes adicionais devem ser registados na seção de observações.  |
|                                     | Caracterização 2            | Quando o material vedante é um anel de estanquidade que está enrolado:<br>- visivelmente deslocado, mas não está saliente na tubagem (A);<br>- pendurado mas não há rotura (B) - ponto mais baixo acima do eixo horizontal;<br>- pendurado mas não há rotura (C) - ponto mais baixo abaixo do eixo horizontal;  |
|                                     | Quantificação               | Quando o material vedante não é um anel de estanquidade, a redução da área da seção transversal deve ser expressa por percentagem.  |
|                                     | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.   |
| <b>Junta deslocada</b>              |                             |   |
| <b>DAJ</b>                          |                             | Tubagens adjacentes estão deslocadas da posição relativa prevista em projeto.   |
|                                     | Caracterização              | Natureza do deslocamento:<br>- longitudinal (A) - as tubagens estão deslocadas paralelamente ao eixo do coletor;<br>- radial (B) - as tubagens estão deslocadas numa direção que forma um ângulo reto com o eixo do coletor;<br>- angular (C) - os eixos das tubagens não estão paralelos.  |
|                                     | Quantificação               | Para deslocamentos verticais e horizontais, comprimento em milímetros. Para deslocamentos angulares, deslocamento máximo entre unidades, em milímetros.   |
|                                     | Localização circunferencial | A direção de deslocamento horizontal ou angular em torno da parede do coletor. Para deslocamentos horizontais, a posição registada deve ser visualizada de uma posição cimeira.   |
| <b>Revestimento deficiente</b>      |                             |   |
| <b>DAK</b>                          |                             | O revestimento interior da câmara de visita está defeituoso.  |
|                                     | Caracterização 1            | Natureza do defeito:<br>- o revestimento da conduta desprendido (A);<br>- descoloração do revestimento (B);   |



| <b>Código Principal</b>                  | <b>Informação Adicional</b> | <b>Descrição</b>   |
|--|-----------------------------|--|
|  |                             | - extremo do revestimento interior está defeituoso (C);<br>- revestimento interior apresenta rugosidade (D);<br>- revestimento interior apresenta empolamento (E);<br>- outros defeitos do revestimento interior (Z) - os detalhes adicionais devem ser registados na seção de observações.  |
|  | Caracterização 2            | Para revestimento interior que apresente rugosidade:<br>- longitudinal (A) - maior parte da rugosidade é paralela ao eixo da tubagem;<br>- circunferencial (B) - maior parte da rugosidade é em torno da circunferência da tubagem;<br>- complexo (C).   |
|  | Quantificação               | Extensão da saliência, em milímetros.  |
|  | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.  |
| <b>Reparação deficiente</b>              |                             |  |
| <b>DAL</b>                               |                             | Reparação deficiente da câmara de visita. Quando se utiliza este código, também se deve colocar o código de reparação localizada DCB.  |
|  | Caracterização              | Natureza do defeito:<br>- falta parte da parede (A);<br>- trajetória do material vedante utilizado na reparação da conduta começa a apresentar defeito (B);<br>- outros (Z) - os detalhes adicionais devem ser registados na seção de observações.   |
|  | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.  |
| <b>Soldadura deficiente</b>              |                             |  |
| <b>DAM</b>                               |                             | Soldadura na estrutura da câmara de visita deficiente.   |
|  | Caracterização              | Orientação da falha:<br>- vertical (A);<br>- horizontal (B);<br>- inclinado (C).   |
|  | Localização circunferencial | Posição deve ser registada para falhas longitudinais. Registo do ponto inicial e ponto final deve ser aplicado em falhas horizontais, helicoidais e inclinadas.  |
| <b>Parede porosa</b>                     |                             |  |
| <b>DAN</b>                               |                             | Material da tubagem apresenta porosidade (por exemplo, devido a um defeito de fabrico).  |
|  | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.  |
| <b>Solo visível através da anomalia</b>  |                             |  |
| <b>DAO</b>                               |                             | Solo exterior à tubagem visível através da anomalia.   |
| <b>Vazio visível através da anomalia</b> |                             |  |
| <b>DAP</b>                               |                             | Vazio exterior à tubagem visível através da anomalia.  |
| <b>Escada ou degrau deficiente</b>       |                             |  |
| <b>DAQ</b>                               |                             | Escada ou degrau deficiente.   |
|  | Caracterização              | Natureza da observação:<br>- degrau solto (A);<br>- degrau está em falta (B);<br>- degrau sofreu corrosão (C);<br>- degrau encurvado (D);<br>- proteção de plástico dos degraus colapsou (E);<br>- corrimão das escadas sofreu corrosão (F);<br>- suporte das escadas sofreu corrosão (G);<br>- apoio da escada está em falta (H);<br>- suporte da escada sofreu corrosão (I); |

| <b>Código Principal</b>           | <b>Informação Adicional</b> | <b>Descrição</b>  |
|-----------------------------------|-----------------------------|---|
|                                   |                             | - guia de derrapagem de escada sofreu corrosão (J);<br>- degraus deficiente (K).  |
|                                   | Quantificação               | Número de escadas ou degraus deficientes.   |
| <b>Tampa ou quadro deficiente</b> |                             |   |
| <b>DAR</b>                        |                             | Tampa ou quadro deficiente.<br>Quando houver mais que um defeito na tampa ou no quadro, deve ser repetido o código.   |
|                                   | Caracterização              | Natureza da observação:<br>- tampa colapsada (A);<br>- tampa solta (B);<br>- tampa desapareceu (C);<br>- quadro colapsado (D);<br>- quadro solto (E);<br>- quadro desapareceu (F);<br>- tampa está abaixo do nível da superfície (G);<br>- tampa está acima do nível da superfície (H);<br>- outros defeitos (Z) - os detalhes adicionais devem ser registados na seção de observações. |
|                                   | Quantificação               | Quando a tampa está acima ou abaixo do nível da superfície, a diferença de nível, em milímetros.  |

## 9. Códigos de inventário

Tabela A - 7  
 Detalhe dos códigos de inventário

| Código Principal                                  | Informação Adicional        | Descrição  |
|---|-----------------------------|--|
| <b>Ligação</b>                                    |                             |  |
| <b>DCA</b>  |                             | Outra tubagem está ligada à câmara de inspeção. Este código regista o método de ligação.<br>Quando este código é utilizado, é necessário registar o código de tubagem de ligação (DCG).  |
|   | Caracterização 1            | Natureza da conexão:<br>- união (A) - seção da tubagem com conexão pré-fabricada;<br>- conexão em forma de cavalete - perfuração (B) - conexão efetuada usando material vedante adequado - perfuração efetuada com broca;<br>- conexão em forma de cavalete - cinzelada (C) - conexão efetuada usando material vedante adequado - perfuração efetuada com cinzel;<br>- conexão simples - perfuração (D) - conexão efetuada sem utilizar qualquer acessório especial - perfuração efetuada com uma broca;<br>- conexão simples - cinzelada (E) - conexão efetuada sem utilizar qualquer acessório especial - perfuração efetuada com martelo e cinzel;<br>- conexão distinta de união (F) (a utilizar quando não se dispõe da informação necessária para classificar a conexão como B, C, D ou E);<br>- tipo de conexão não evidente (G);<br>- outro tipo de conexão (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações. |
|   | Quantificação 1             | Altura da tubagem de ligação, em milímetros.   |
|   | Quantificação 2             | Referência do nó seguinte.   |
|   | Localização circunferencial | Posição do centro de conexão deve ser registada.   |
| <b>Reparação pontual</b>                          |                             |  |
| <b>DCB</b>  |                             | Pequena seção de fuga reparada.  |
|   | Caracterização              | Natureza da reparação:<br>- substituição da parede (A);<br>- revestimento interior localizado (B);<br>- material vedante injetado (C);<br>- outro tipo de reparação (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações.   |
|   | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.  |
| Nota - Os códigos DCC até DCF não são utilizados. |                             |  |
| <b>Tubagem de ligação</b>                         |                             |  |
| <b>DCG</b>  |                             | Detalhes de uma tubagem de ligação à câmara de inspeção.   |
|   | Caracterização 1            | Forma:<br>- circular (A);<br>- retangular (B);<br>- forma de ovo (C);<br>- forma de U (D) - soleira circular e parte superior plana com lados paralelos;<br>- forma de arco (E) - parte superior circular e soleira plana com lados paralelas;<br>- oval (F) - soleira e parte superior circular (com mesmo diâmetro) com lados paralelas;   |

| <b>Código Principal</b>              | <b>Informação Adicional</b> | <b>Descrição</b>   |
|--------------------------------------|-----------------------------|--|
|                                      |                             | - seção definida pela entidade adjudicante (que pode definir também m número para estes códigos, com prefixo X);<br>- outras formas (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações.   |
|                                      | Caracterização 2            | Ligação de entrada ou saída selada:<br>- ligação de descarga para a câmara de visita (A);<br>- ligação de descarga da câmara de visita (B);<br>- ligação selada (C):   |
|                                      | Quantificação 1             | Altura da tubagem de ligação, em milímetros.   |
|                                      | Quantificação 2             | Largura da tubagem de ligação, em milímetros. Se as dimensões forem as mesmas (por exemplo, na forma circular), esta dimensão deve ser deixada em branco.  |
|                                      | Localização circunferencial | Posição do centro da ligação deve ser registada.   |
| <b>Banco</b>                         |                             |  |
| <b>DCH</b>                           |                             | Código utilizado para registar a posição e estado do banco.<br>NOTA - Posição da localização vertical é registada.   |
|                                      | Caracterização              | Mediante a informação:<br>- banco deficiente (A);<br>- banco sem deficiências (B).   |
| <b>Canal</b>                         |                             |  |
| <b>DCI</b>                           |                             | Código utilizado para registar a posição, dimensões e estado do banco.<br>NOTA - Posição da localização vertical é registada.  |
|                                      | Caracterização              | Mediante a informação:<br>- canal deficiente (A);<br>- canal sem deficiências (B).   |
|                                      | Quantificação 1             | Largura do canal.  |
|                                      | Quantificação 2             | Altura do canal.   |
| <b>Correntes/barras de segurança</b> |                             |  |
| <b>DCJ</b>                           |                             | Código utilizado para registar a localização e estado das correntes/barras de segurança nas ligações de saída.   |
|                                      | Caracterização              | Mediante a informação:<br>- correntes de segurança sem deficiências (A);<br>- correntes de segurança em falta (há evidências que existiu) (B);<br>- correntes de segurança deficiente (C);<br>- correntes de segurança com depósitos aderidos (D);<br>- barras de segurança sem deficiências (E)(E);<br>- barras de segurança em falta (há evidências que existiu) (F);<br>- barras de segurança deficiente (G);<br>- barras de segurança com depósitos aderidos (H).    |
| <b>Controlo de caudal</b>            |                             |  |
| <b>DCK</b>                           |                             | Existe uma represa de superfície ou outro dispositivo de controlo.   |
|                                      | Caracterização 1            | Natureza do dispositivo de controlo:<br>- represa (A);<br>- sifão (B);<br>- placa de orifício (C);<br>- controlo de caudal mediante dispositivo de vórtice (D);<br>- válvula de comporta (E);<br>- válvula de comporta acionada por flutuador (F);<br>- medição por calha (por exemplo, tubo de Venturi) (G);<br>- aba de válvula (H);<br>- Telas/filtros (I);<br>- outros dispositivos de controlo (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações. |

| <b>Código Principal</b>                                    | <b>Informação Adicional</b> | <b>Descrição</b>   |
|--|-----------------------------|--|
|  | Caracterização 2            | Dispositivo para controlar:<br>- continuidade do caudal (A);<br>- transborde (B).  |
|  | Localização circunferencial | Direção normal do caudal através do controlo.  |
| <b>Tubagem vedada através de câmara de inspeção</b>        |                             |  |
| <b>DCL</b>   |                             | Existe uma tubagem vedada através de câmara de inspeção. Ligações para câmaras de visita unidas em cada extremidade da tubagem selada, deve ser codificada utilizando os códigos DCA e DCG.  |
|  | Caracterização 1            | Situação<br>- sem acesso à tubagem (A);<br>- acesso à tubagem - tampa no lugar (B);<br>- acesso à tubagem - sem tampa (C);   |
|  | Caracterização 2            | Tubagem vedada:<br>- deficiente (A);<br>- sem deficiências (B).  |
| <b>Coletor de areia por baixo de tampa</b>                 |                             |  |
| <b>DCM</b>   |                             | Código utilizado para registar a presença de coletor de areia (balde) por baixo de tampa.  |
|  | Caracterização              | Mediante a informação:<br>- coletor sem deficiências (A);<br>- coletor em falta (há evidências que existiu) (B);<br>- coletor deficiente (C).  |
| <b>Coletor de areia por baixo de tampa</b>                 |                             |  |
| <b>DCM</b>   |                             | Código utilizado para registar a presença de coletor de areia (balde) por baixo de tampa.  |
|  | Caracterização              | Mediante a informação:<br>- coletor sem deficiências (A);<br>- coletor em falta (há evidências que existiu) (B);<br>- coletor deficiente (C).  |
| <b>Decantador de lodo na soleira da câmara de inspeção</b> |                             |  |
| <b>DCN</b>   |                             | Existe um decantador de lodo na soleira da câmara de visita.   |
|  | Caracterização              | Mediante a informação:<br>- decantador sem deficiências (A);<br>- decantador deficiente (B).   |
| <b>Secção transversal</b>                                  |                             |  |
| <b>DCO</b>   | Caracterização              | Forma da secção transversal horizontal (vista em planta) da câmara de inspeção:<br>- circular (A);<br>- retangular (B);<br>- secção de uso local - código especificado pela entidade adjudicante com prefixo X (por exemplo, XA);<br>- outras formas (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na secção observações. |
|  | Quantificação 1             | Comprimento da secção em milímetros.   |
|  | Quantificação 2             | Largura da secção em milímetros. (Não é necessário registar ambas as dimensões quando são iguais - por exemplo, na forma circular).  |

## 10. Códigos relativos ao funcionamento da câmara de visita

Tabela A - 8  
 Detalhes dos códigos relativos ao funcionamento da câmara de visita

| Código Principal           | Informação Adicional        | Descrição  |
|----------------------------|-----------------------------|--|
| <b>Raízes</b>              |                             |  |
| <b>DBA</b>                 |                             | Crescimento de raízes de árvores ou de outras plantas para o interior da câmara de inspeção, através de juntas, anomalias ou ligações.   |
|                            | Caracterização              | Natureza da raiz:<br>- raiz única (A);<br>- raízes finais independentes (B);<br>- massa complexa de raízes (C).  |
|                            | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.  |
| <b>Depósitos aderentes</b> |                             |  |
| <b>DBB</b>                 |                             | Material aderente à câmara de inspeção.  |
|                            | Caracterização              | Natureza do tipo de material:<br>- incrustação (A);<br>- gordura (B);<br>- incrustação biológica (C) (por exemplo, organismos aderidos à parede da conduta);<br>- outros resíduos (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações.   |
|                            | Quantificação               | Espessura dos depósitos em milímetros.   |
|                            | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.  |
| <b>Sedimentos</b>          |                             |  |
| <b>DBC</b>                 |                             | Material depositado na soleira da tubagem .  |
|                            | Caracterização              | Natureza do material:<br>- agregados finos (A) (por exemplo areia, lodo);<br>- agregados grossos (B) (por exemplo entulho, cascalho);<br>- material duro ou compacto (C) (por exemplo betão);<br>- outros materiais (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações.   |
|                            | Quantificação               | Profundidade da sedimentação, em milímetros.   |
|                            | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.  |
| <b>Entrada de solo</b>     |                             |  |
| <b>DBD</b>                 |                             | Entrada de solo do terreno circundante.  |
|                            | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.  |
| <b>Outros obstáculos</b>   |                             |  |
| <b>DBE</b>                 |                             | Objetos no interior da tubagem que obstruem a área da seção transversal.<br>Este código só deve ser utilizado quando nenhum dos códigos (DBA e DBD) seja aplicável.  |
|                            | Caracterização              | Descrição do obstáculo:<br>- tijolo ou alvenaria soltos situados na soleira (A);<br>- fragmentos de tubagem soltos situados na soleira (B);<br>- outro objeto situado na soleira (C);<br>- objetos salientes na parede (D);<br>- objetos presos na junta (E)(E);<br>- objetos que estão a penetrar a conduta, através de uma tubagem de ligação (F); |

| <b>Código Principal</b>  | <b>Informação Adicional</b> | <b>Descrição</b>   |
|--------------------------|-----------------------------|--|
|                          |                             | - tubagens exteriores construídos através da conduta (G);<br>- obstáculo embutido na estrutura (H);<br>- outros obstáculos (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações.  |
|                          | Quantificação               | Dimensão máxima do obstáculo, em milímetros.   |
|                          | Localização circunferencial | Posição deve ser registada.  |
| <b>Infiltração</b>       |                             |  |
| <b>DBF</b>               |                             | Entrada de água através da parede da câmara de inspeção ou de juntas ou de anomalias.  |
|                          | Caracterização 1            | Amplitude do caudal:<br>- transpiração (A) - penetração lenta de água - não há gotejamento visível;<br>- gotejamento (B) - pingos intermitentes;<br>- fluxo (C) - caudal contínuo;<br>- jorro (D) - a água entra em pressão.                                       |
|                          | Caracterização 2            | Meios de infiltração:<br>- através da parede da câmara de inspeção (A);<br>- através do espaço entre tubagem de ligação, parede da câmara de visita e soleira (B);<br>- através do espaço entre tubagem de ligação, parede da câmara de visita, superiormente (C). |
|                          | Localização circunferencial | Posição de entrada deve ser registada.   |
| <b>Exfiltração</b>       |                             |  |
| <b>DBG</b>               |                             | Fuga visível de escoamento para o exterior da câmara de inspeção.  |
| <b>Animais parasitas</b> |                             |  |
| <b>DBH</b>               |                             | Presença de animais parasitas vistos realmente.  |
|                          | Caracterização 1            | Natureza do animal:<br>- rato (A);<br>- barata (B);<br>- outros (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações.   |
|                          | Caracterização 2            | Localização dos animais parasitas:<br>- câmara de visita (A);<br>- ligação (B);<br>- junta aberta (C);<br>- outros locais (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações.   |
|                          | Quantificação               | Número de animais vistos numa só localização.  |

## 11. Outros códigos

Tabela A - 9  
Detalhes de outros códigos

| Código Principal                               | Informação Adicional        | Descrição   |
|--|-----------------------------|---|
| <b>Fotografia geral</b>                        |                             |   |
| <b>DDA</b>                                     |                             | Fotografia para registar o estado geral da câmara de visita, que não está relacionada com nenhuma característica particular.  |
|  | Localização circunferencial | Direção da câmara.  |
| <b>Observação geral</b>                        |                             |   |
| <b>DDB</b>                                     |                             | Observação que não se pode incluir de outra forma.  |
|  | Observação                  | Texto da observação   |
| <b>Inspecção interrompida</b>                  |                             |   |
| <b>DDC</b>                                     |                             | Inspecção terminou antes do nó final previsto. Quando a causa se deva a uma obstrução, esta deve ser registada de forma separada utilizando o código principal apropriado.  |
|  | Caracterização              | Causa para a interrupção da inspecção:<br>- não se consegue levantar a tampa (A);<br>- obstrução (B);<br>- altura do escoamento (C);<br>- falha de equipamento (D);<br>- outras causas (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações.   |
| <b>Altura do escoamento</b>                    |                             |   |
| <b>DDD</b>                                     |                             | Nível da água do coletor na câmara de visita.<br>NOTA - Localização vertical regista a altura do escoamento.  |
| <b>Caudal num coletor afluente</b>             |                             |   |
| <b>DDE</b>                                     |                             | Informação relativa ao escoamento num coletor afluente. Quando se utiliza este código, também deve ser registado o código da ligação (códigos DCA e DCG).   |
|  | Caracterização 1            | Caudal de entrada:<br>- efluente claro (A) (é visível no intradorso);<br>- efluente turvo ou descolorido (B).<br>Se o caudal na tubagem de entrada não é visível porque o nível de água na tubagem principal é demasiado elevada, deve ser registado o código de caracterização YY.                       |
|  | Caracterização 2            | A tubagem de ligação está:<br>- erroneamente ligada porque as águas residuais são descarregadas para um sistema de águas superficiais (A);<br>- erroneamente ligada porque as águas superficiais são descarregadas para um sistema de águas residuais (B);<br>- não são observadas conexões erróneas (C). |
|  | Quantificação               | Nível de água na tubagem de conexão deve ser expresso por percentagem da dimensão vertical da conduta.  |
|  | Localização circunferencial | Posição do centro da ligação deve ser registada.  |
| <b>Atmosfera dentro da câmara de inspecção</b> |                             |   |
| <b>DDF</b>                                     |                             | Encontrada atmosfera potencialmente perigosa.   |
|  | Caracterização              | Natureza do perigo detetado:<br>- deficiência de oxigénio (A);<br>- sulfureto de hidrogénio (B);<br>- metano (C);   |
|  |                             | - outros (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na  |



| <b>Código Principal</b>      | <b>Informação Adicional</b> | <b>Descrição</b>   |
|------------------------------|-----------------------------|--|
|                              | Quantificação 1             | seção observações.<br>Porcentagem de gás na atmosfera, quando esta informação está disponível.   |
|                              | Quantificação 2             | Alternativamente, concentração de gás na atmosfera em ppm, quando esta informação está disponível.   |
| <b>Perda de visibilidade</b> |                             |  |
| <b>DDG</b>                   |                             | Visão da tubagem ficou obstruída.  |
|                              | Caracterização              | Causa da obstrução:<br>- câmara debaixo de água (A);<br>- lodo (B);<br>- vapor (C);<br>- outras (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações. |

## 12. Sistema recomendado para codificação de informação de cabeçalho para ramais e coletores

### 12.1 Introdução

Códigos utilizados para descrever a informação de um trecho de tubagem como um conjunto.

### 12.2 Localização da inspeção

Requisitos de informação de cabeçalho podem ser completados com um dos procedimentos seguintes:

- Registo de referência do trecho de tubagem (código AAA) e as coordenadas do nó inicial (código AAB ou AAC);
- Registo de referência do nó (códigos AAD e AAF) ou coordenadas do nó (códigos AAE e AAG) e a referência do nó inicial (código AAB ou AAC).
- Registo dos detalhes da tubagem mediante a) ou b) anteriores, adicionando a informação da localização longitudinal, o ponto inicial de inspeção e a localização circunferencial da ligação (código AAH e AAI).

Tabela A - 10  
Códigos para a localização da inspeção

| Códigos | Nome  | Descrição  |
|---------|---|--|
| AAA     | Referência do trecho de tubagem (ver alínea a) do ponto 2).                     | Referência do trecho de tubagem especificado pela entidade adjudicante.  |
| AAB     | Referência do nó inicial (ver ponto b) do ponto 2).                             | Referência do nó inicial especificado pela entidade adjudicante.   |
| AAC     | Coordenadas do nó inicial (ver ponto b) do ponto 2).                            | Referência em quadrícula (coordenadas) do nó inicial.  |
| AAD     | Referência do nó 1 (ver ponto a) do ponto 2).                                   | Referência do primeiro nó especificado pela entidade adjudicante.  |
| AAE     | Coordenadas do nó 1 (ver ponto a) do ponto 2).                                  | Referência em quadrícula (coordenadas) do primeiro nó.   |
| AAF     | Referência do nó 2 (ver ponto a) do ponto 2).                                   | Referência do segundo nó especificado pela entidade adjudicante.   |
| AAG     | Coordenadas do nó 2 (ver ponto a) do ponto 2).                                  | Referência em quadrícula (coordenadas) do segundo nó.  |
| AAH     | Localização longitudinal do começo da tubagem lateral (ver ponto a) do ponto 2) | Localização longitudinal, ao longo da tubagem principal, da ligação entre o início da tubagem lateral e da tubagem principal, em metros. |
| AAI     | Localização   | Localização circunferencial, ao longo da tubagem   |

|     |  |  |
|-----|--|--|
|     | circunferencial do começo da tubagem lateral (ver ponto a) do ponto 2) | principal, da ligação entre o início da tubagem lateral e da tubagem principal, em metros (ver 3.5).   |
| AAJ | Localização (ver ponto c) do ponto 2)                                  | Descrição da localização do coletor (por exemplo nome da rua).   |
| AAK | Direção da inspeção  | Direção da inspeção, de seguinte forma:<br>- jusante (A) - direção da inspeção decorre no mesmo sentido que a direção do escoamento<br>- montante (B) - direção da inspeção decorre no sentido oposto da direção do escoamento<br>- desconhecido (C) - direção normal do escoamento não é conhecido.   |
| AAL | Tipo de localização  | Tipo de localização do ramal de ligação ou coletor, de seguinte forma:<br>- em estrada (A);<br>- em passeio ao lado da estrada (B);<br>- na berma ao lado da estrada (C)(C);<br>- noutra zona pedonal (D);<br>- num terreno E);<br>- em propriedades com edifícios (F);<br>- em jardins (G);<br>- sob edifício permanente (H);<br>- numa zona florestal (I);<br>- em zonas de difícil acesso (e.g., auto-estradas ou vias ferroviárias) (J);<br>- sob via fluvial (K);<br>- tipo especial definido pela entidade adjudicante (código especificado pela entidade adjudicante com prefixo X (por exemplo, XA));<br>- outros (Z) - detalhes adicionais devem ser registados imediatamente depois, utilizando um código de observações gerais (ADE). |
| AAM | Entidade adjudicante   | Nome da entidade adjudicante.  |
| AAN | Cidade ou povoação   | Nome da cidade ou povoação, segundo a entidade adjudicante.  |
| AAO | Distrito   | Nome do distrito, segundo a entidade adjudicante.  |
| AAP | Nome do sistema de drenagem  | Nome ou referência do sistema de drenagem, segundo a entidade adjudicante.   |
| AAQ | Proprietário do terreno  | Propriedade do terreno, como:<br>- terreno público (A);<br>- terreno privado (B);<br>- desconhecido (C).   |

Tabela A - 11  
Códigos para detalhes da inspeção

| Código | Nome                                       | Descrição   |
|--------|--|---|
| ABA    | Norma (ver alínea d) do ponto 2)           | Versão da norma utilizada para registar os dados. Esta versão deve estar no formato da Norma EN 1350-2:2003.  |
| ABB    | Sistema de codificação original            | Nome do sistema de codificação original, quando houve tradução da codificação de uma versão anterior ou de outro sistema.   |
| ABC    | Ponto de referência original (ver ponto 2) | Ponto de referência para a localização longitudinal, da seguinte forma (ver 1.7):<br>- superfície interior da parede do nó inicial (câmara de visita, desembocadura, etc.) no ponto onde o ramal de ligação ou o coletor passa através da parede (A); |

|     |  |   |
|-----|--|---|
|     |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- intradorso da extremidade do troço de tubagem dentro do nó inicial (B);</li> <li>- centro da câmara de visita inicial (C);</li> <li>- ponto médio da tubagem de entrada e de saída medido ao longo do canal (D);</li> <li>- outros (Z) - detalhes adicionais devem ser registados imediatamente depois, utilizando um código de observações gerais (ADE).</li> </ul> |
| ABD |  | Não utilizado   |
| ABE | Método de inspeção (ver alínea f) do ponto 2 a))                                     | <p>Método de acesso, da seguinte forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- inspeção direta do ramal de ligação ou coletor por um inspetor que percorre a tubagem (A);</li> <li>- inspeção mediante uma câmara de televisão dirigida por controlo remoto, que percorre a tubagem (B);</li> <li>- inspeção apenas da câmara de visita (C).</li> </ul>   |
| ABF | Data da inspeção   | Data de inspeção, conforme especificado na Norma ISSO 8601, utilizando o formato AAAA-MM-DD (por exemplo 1999-04-01, que corresponde a 1 de abril de 1999). Quando necessário, devem ser incluídos zeros à esquerda.  |
| ABG | Hora da inspeção   | Hora local da inspeção, conforme especificado na Norma ISSO 8601, utilizando o formato hh:mm (por exemplo 14:41, que corresponde a 14 horas 21 minutos, hora local). Quando necessário, devem ser incluídos zeros à esquerda.   |
| ABH | Nome do inspetor   | Nome do inspetor e da empresa que realiza a inspeção.   |
| ABI | Referência da categoria formação profissional do inspetor                            | Código de referência da categoria de formação profissional do inspetor.   |
| ABJ | Referência da categoria formação profissional do responsável da entidade empregadora | Código de referência da categoria de formação profissional do responsável da entidade empregadora.  |
| ABK | Armazenamento de imagens de vídeo  | <p>Formato digital para armazenar imagens:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fita VHS de vídeo cassete (A);</li> <li>- CD de vídeo (B);</li> <li>- outros (Z) - detalhes adicionais devem ser registados imediatamente depois, utilizando um código de observações gerais (ADE).</li> </ul>  |
| ABL | Armazenamento de fotografias   | <p>Formato digital para armazenar imagens:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fotografias fixas (A);</li> <li>- imagens de computador arquivadas no mesmo - detalhes do formato devem ser registadas como observação (B);</li> <li>- outros (Z) - detalhes adicionais devem ser registados imediatamente depois, utilizando um código de observações gerais (ADE).</li> </ul>                       |
| ABM | Sistema de localização para imagens vídeo  | <p>Método de gravação de imagens em movimento, na fita ou CD, da seguinte forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- hora de registo, em horas e minutos, desde o começo da fita (A);</li> <li>- contador numérico instalado no equipamento (B);</li> <li>- outros (Z) - detalhes adicionais devem ser registados imediatamente depois, utilizando um código de observações gerais (ADE).</li> </ul> |
| ABN | Referência do volume onde se armazenam fotografias                                   | Número de referência do filme ou CD. Quando for aplicável, nos códigos de característica, deve ser incluída uma referência única para cada fotografia.  |
| ABO | Referência do volume onde se armazenam as imagens vídeo                              | Número de referência do volume, filme, fita ou CD. Quando for aplicável, nos códigos de característica, deve ser incluída uma referência de localização única para cada fotografia.   |

|     |                                  |  |
|-----|----------------------------------|--|
| ABP | Objetivo da inspeção             | Objetivo da inspeção:<br>- controlo final de uma construção nova (A);<br>- final do período de garantia (B);<br>- inspeção de rotina da condição da instalação (C);<br>- suspeita de possível problema estrutural (D);<br>- suspeita de possível problema de funcionamento (E);<br>- suspeita de possível problema de infiltração (F);<br>- controlo final de reparação ou reabilitação (G);<br>- transferência de propriedade (H);<br>- planificação de investimento (I);<br>- inquérito por amostragem (J);<br>- outros (Z) - detalhes adicionais devem ser registados imediatamente depois, utilizando um código de observações gerais (ADE). |
| ABQ | Comprimento estimado de inspeção | Comprimento estimado da inspeção (de modo a que este possa ser comparado com o comprimento real se a inspeção for interrompida).   |

Tabela A - 12  
Códigos para detalhes da tubagem

| Código | Nome                              | Descrição   |
|--------|-----------------------------------|---|
| ACA    | Forma                             | Forma da seção transversal da tubagem, de seguinte forma:<br>- circular (A);<br>- retangular (B);<br>- forma de ovo (C);<br>- forma de U (D) - soleira circular e parte superior plana com lados paralelos;<br>- forma de arco (E) - parte superior circular e soleira plana com lados paralelas;<br>- oval (F) - soleira e parte superior circular (com mesmo diâmetro) com lados paralelas;<br>- seção definida pela entidade adjudicante (que pode definir também m número para estes códigos, com prefixo X);<br>- outras formas (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações. |
| ACB    | Altura                            | Altura da seção, em milímetros.   |
| ACC    | Largura                           | Largura da seção, em milímetros. Se as dimensões forem as mesmas (por exemplo, na forma circular), este dado não é necessário.  |
| ACD    | Material                          | Material da estrutura do coletor.<br>Quando tubagem tiver sido revestida interiormente, o material registado deve ser o material da tubagem original.   |
| ACE    | Tipo de revestimento interior     | Método de revestimento utilizado, quando tubagem tiver sido revestida interiormente, da seguinte forma:<br>- revestimento inserido durante o fabrico (A);<br>- revestimento mediante pulverização (B);<br>- revestimento curado no local da instalação (C);<br>- revestimento por segmentos (D);<br>- revestimento de tubagens descontínuas(E);<br>- revestimento de tubagens contínuas (F);<br>- revestimento com ajuste cerrado (G);<br>- revestimento enrolado em espiral (H);<br>- outros métodos (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações.                                |
| ACF    | Material do revestimento interior | Material do revestimento interior.  |

|     |                                   |   |
|-----|-----------------------------------|---|
| ACG | Unidade de comprimento da tubagem | Comprimento, em milímetros, de unidades individuais de tubagem individual que compõem a tubagem principal. Quanto a tubagem é contínua (por exemplo, de alvenaria de tijolo ou pedra), este código não é utilizado.   |
| ACH | Profundidade do nó inicial        | Profundidade da soleira da tubagem sob o nível da tampa no nó inicial, em metros. (Indicativo somente se a informação se utilizar relativamente a código de inventário - capítulo 11).  |
| ACI | Profundidade do nó final          | Profundidade da soleira da tubagem sob o nível da tampa no nó final, em metros. (Indicativo somente se a informação se utilizar relativamente a código de inventário - capítulo 11).  |
| ACJ | Tipo de Coletor                   | Tipo de ramal de ligação ou de coletor:<br>- gravíticos (A);<br>- sob pressão (B);  |
| ACK | Uso do coletor                    | Uso do ramal de ligação ou do coletor, da seguinte forma:<br>- projetado apenas para transportar águas residuais (A);<br>- projetado apenas para transportar águas superficiais (B);<br>- sistema de transporte combinado (C);<br>- coletor para efluentes industriais (D);<br>- conduta de água (E);<br>- outros usos (Z) - detalhes adicionais devem ser registados imediatamente depois, utilizando um código de observações gerais (ADE). |
| ACL | Tubagem estratégica               | Código alfanumérico especificado pela autoridade adjudicante que descreve se a tubagem é estratégica para o sistema   |
| ACM | Limpeza                           | Se no ramal de ligação ou coletor foi efetuada limpeza antes da inspeção:<br>- Foi efetuada limpeza (A);<br>- Não foi efetuada limpeza (B);   |
| ACN | Ano de entrada em serviço         | Ano aproximado em que o ramal de ligação ou o coletor começou a funcionar, no formato AAAA ou como um intervalo de anos AAAA-AAAA (por exemplo 1970-1979).  |

Tabela A - 13 Códigos para material

| Material                      | Código |
|-------------------------------|--------|
| Amianto - cimento             | AA     |
| Betume                        | AB     |
| Epoxí alcatrão                | AC     |
| Alvenaria                     | AD     |
| Argila                        | AE     |
| Cimento de argamassa          | AF     |
| Betão                         | AG     |
| Betão Armado                  | AH     |
| Betão Projetado               | AI     |
| Segmentos de betão            | AJ     |
| Fibrocimento                  | AK     |
| Plástico reforçado com fibras | AL     |
| Ferro fundido                 | AM     |
| Ferro fundido cinzento        | NA     |

|   |    |
|---|----|
| Ferro fundido dúctil  | AO |
| Aço   | AP |
| Aço ou ferro não identificados  | AQ |
| Alvenaria de pedra (em fileira)   | AR |
| Alvenaria de pedra (sem ser em fileira)   | AS |
| Epóxi   | AT |
| Poliéster   | AU |
| Polietileno   | AV |
| Polipropileno   | AW |
| PVC-U   | AX |
| Plástico não identificado   | AY |
| Material não identificado   | AZ |
| Outros Materiais - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações. | Z  |

Tabela A - 14  
Códigos para outras informações

| Código | Nome                            | Descrição  |
|--------|---------------------------------|--|
| ADA    | Precipitação                    | Precipitação, da seguinte forma:<br>- sem precipitação (A);<br>- pluviosidade (B);<br>- derretimento de neve ou gelo (C);  |
| ADB    | Temperatura                     | Temperatura, em graus Celsius ou mediante um código, da seguinte forma:<br>- temperatura acima de zero (A);<br>- temperatura abaixo de zero (A);   |
| ADC    | Medidas para controlar o caudal | Medidas relativamente ao caudal, no momento de inspeção:<br>- sem medidas efetuadas (A);<br>- caudal bloqueado a montante (B);<br>- caudal bloqueado parcialmente a montante (C);<br>- outras medidas (Z) - detalhes adicionais devem ser registados imediatamente depois, utilizando um código de observações gerais (ADE). |
| ADE    | Observação geral                | Observação que não pode ser registada de nenhuma outra forma.  |

### 13. Alteração da informação de cabeçalho.

Quando alguma informação especificada no cabeçalho é alterada durante a inspeção, a informação revista deve ser registada utilizando o código aplicado segundo a descrição da Tabela A-15, adicionando a localização longitudinal do ponto onde ocorreu a alteração. Estes códigos estão no mesmo formato que os códigos da observação especificada no ponto 1.

Tabela A - 15  
Códigos para outras alterações de informação de cabeçalho

| Código principal | Informação adicional | Descrição |
|------------------|----------------------|-----------|
|------------------|----------------------|-----------|

| <b>Código principal</b>                                      | <b>Informação adicional</b> | <b>Descrição</b>  |
|--|-----------------------------|---|
| <b>Referência do volume de vídeo</b>                         |                             |   |
| AEA  |                             | Quando o número do volume de vídeo muda durante o decorrer da inspeção (por exemplo, se começa uma nova fita de vídeo).   |
|  | Quantificação               | Número de referência do volume, fita ou CD.<br>Quando for aplicável, incluir os códigos de uma referência de localização única para cada observação.  |
| <b>Referência do volume onde se armazenam as fotografias</b> |                             |   |
| AEB  |                             | Quando o número do volume de fotografias muda durante o decorrer da inspeção (por exemplo, se começa uma nova fita de vídeo).   |
|  | Quantificação               | Número de referência do volume, fita ou CD.<br>Quando for aplicável, incluir os códigos de uma referência de localização única para cada observação.  |
| <b>Forma</b>   |                             |   |
| AEC  | Caracterização              | Forma da seção transversal da tubagem:<br>- circular (A);<br>- retangular (B);<br>- forma de ovo (C);<br>- forma de U (D) - soleira circular e parte superior plana com lados paralelos;<br>- forma de arco (E) - parte superior circular e soleira plana com lados paralelas;<br>- oval (F) - soleira e parte superior circular (com mesmo diâmetro) com lados paralelas;<br>- seção definida pela entidade adjudicante (que pode definir também m número para estes códigos, com prefixo X);<br>- outras (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações. |
| <b>Material</b>  |                             |   |
| AED  | Caracterização              | Material da estrutura do coletor.<br>Quando a tubagem for revestida interiormente, o material registado dele ver o da tubagem original.   |
| <b>Revestimento interior</b>                                 |                             |   |
| AEE  | Caracterização 1            | Método de revestimento utilizado, no revestimento interior da tubagem:<br>- revestimento inserido durante o fabrico (A);<br>- revestimento por pulverização (B);<br>- revestimento curado no lugar de instalação (C);<br>- revestimento por segmentação (D);  |
|  |                             | - revestimento de tubagens descontínuas (E);<br>- revestimento de tubagens contínuas (F);<br>- revestimento com ajuste (G);<br>- revestimento em espiral (H);<br>- outros (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações.  |
|  | Caracterização 2            | Material do revestimento interior.  |
| <b>Comprimento do troço da tubagem</b>                       |                             |   |
| AEF  | Quantificação               | Comprimento em milímetros dos troços individuais de tubagem que constituem a tubagem principal. Quando é uma tubagem contínua (por exemplo alvenaria de tijolo ou pedra) este código não se utiliza.  |
| <b>Precipitação</b>  |                             |   |
| AEG  | Caracterização              | Precipitação, da seguinte forma:<br>- sem precipitação (A);<br>- pluviosidade (B);<br>- derretimento de neve ou gelo (C);   |



## 14. Sistema recomendado para a codificação da informação de cabeçalho para câmaras de inspeção

### 14.1 Introdução

Códigos utilizados para descrever a informação relativa à câmara de inspeção como um conjunto.

### 14.2 Localização da inspeção

Os requisitos de a) do ponto 10 devem ser cumpridos registando a referência do nó (código CAA) ou as coordenadas do nó (código CAB).

Os requisitos de c) do ponto 10.1 também podem ser completados com o registo do tipo de nó (código CAE).

Tabela A - 16  
Códigos para a localização da inspeção

| Código                   | Nome   | Descrição  |
|--------------------------|--|--|
| CAA                      | Referência do nó (ver ponto a) do ponto 10.1)  | Referência do nó inicial especificado pela entidade adjudicante.   |
| CAB                      | Coordenadas do nó (ver ponto a) do ponto 10.1) | Referência em quadrícula (coordenadas) do nó inicial.  |
| CAC a CAI não utilizados |  |  |
| CAJ                      | Localização (ver ponto b) do ponto 10.1)       | Descrição da localização do coletor (por exemplo nome da rua).   |
| CAL                      | Tipo de localização                            | Tipo de localização do ramal de ligação ou coletor, de seguinte forma:<br>- em estrada (A);<br>- em passeio ao lado da estrada (B);<br>- na berma ao lado da estrada (C);<br>- noutra zona pedonal (D);<br>- num terreno (E);<br>- em propriedades com edifícios (F);<br>- em jardins (G);<br>- sob edifício permanente (H);<br>- numa zona florestal (I);<br>- em zonas de difícil acesso (e.g., auto-estradas ou vias ferroviárias) (J);<br>- sob via fluvial (K);<br>- tipo especial definido pela entidade adjudicante (código especificado pela entidade adjudicante com prefixo X (por exemplo, XA));<br>- outros (Z) - detalhes adicionais devem ser registados imediatamente depois, utilizando um código de observações gerais (ADE). |
| CAM                      | Entidade adjudicante                           | Nome da entidade adjudicante.  |
| CAN                      | Cidade ou povoação                             | Nome da cidade ou povoação, segundo a entidade adjudicante.  |
| CAO                      | Distrito                                       | Nome do distrito, segundo a entidade adjudicante.  |
| CAP                      | Nome do sistema de drenagem                    | Nome ou referência do sistema de drenagem, segundo a   |

|     |                         |  |
|-----|-------------------------|--|
|     |                         | entidade adjudicante.  |
| CAQ | Proprietário do terreno | Propriedade do terreno, como:<br>- terreno público (A);<br>- terreno privado (B);<br>- desconhecido (C).   |
| CAR | Tipo de nó              | Natureza do nó:<br>- registo (A);<br>- câmara de visita (B);<br>- tampão roscado para desobstrução (C);<br>- abertura para lâmpada (D);<br>- desembocadura (E);<br>- conexão principal sem registo ou câmara de visita (F);<br>- tipo especial definido pela entidade adjudicante (esta entidade pode definir um número de códigos que comecem por um X (por exemplo XA));<br>- outra câmara especial (Z) - detalhes adicionais devem ser registados na seção observações. |

### 15. Detalhes de inspeção

Os requisitos do ponto 10.1 podem ser completados com o registo da norma (código CBA) do ponto de referência vertical (código CBC), com o ponto de referência circunferencial (código CBD, método de inspeção (código CBE) e o fim de inspeção (código CBF).

Tabela A - 17  
Códigos para detalhes da inspeção

| Código | Nome  | Descrição  |
|--------|---|--|
| CBA    | Norma (ver alínea d) do ponto 10.1)                               | Versão da norma utilizada para registar os dados. Esta versão deve estar no formato da Norma EN 13508-2:2001.  |
| CBB    | Sistema de codificação original                                   | Nome do sistema de codificação original, quando houve tradução da codificação de uma versão anterior ou de outro sistema.  |
| CBC    | Ponto de referência original (ver alínea e) do ponto 10.1)        | Ponto de referência para a localização vertical:<br>- menor tubagem de saída, relativamente à cota de soleira (A);<br>- tampa (B);<br>- datum nacional (C);<br>- datum local (D);<br>- outros (Z) - detalhes adicionais devem ser registados imediatamente depois, utilizando um código de observações gerais (CDE).                                   |
| CBD    | Ponto de referência circunferencial (ver alínea f) do ponto 10.1) | Ponto de referência para a localização circunferencial:<br>- tubagem de saída mais baixa corresponde às 12h em ponto (A);<br><br>- tubagem de saída mais baixa corresponde às 6h em ponto (B);<br>- outros (Z) - detalhes adicionais devem ser registados imediatamente depois, utilizando um código de observações gerais (CDE).                      |
| CBE    | Método de inspeção (ver alínea g) do ponto 10.1)                  | Método de acesso, da seguinte forma:<br>- inspeção direta do ramal de ligação ou coletor por um inspetor que percorre a tubagem (A);<br>- inspeção mediante uma câmara de televisão dirigida por controlo remoto, que percorre a tubagem (B);<br>- inspeção apenas da câmara de visita (C);<br>- outros (Z) - detalhes adicionais devem ser registados |

|     |   |  |
|-----|---|--|
|     |   | imediatamente depois, utilizando um código de observações gerais (CDE).  |
| CBF | Data da inspeção (ver alínea h) do ponto 10.1)  | Data de inspeção, conforme especificado na Norma ISSO 8601, utilizando o formato AAAA-MM-DD (por exemplo 1999-04-01, que corresponde a 1 de abril de 1999). Quando necessário, devem ser incluídos zeros à esquerda.   |
| CBG | Hora da inspeção  | Hora local da inspeção, conforme especificado na Norma ISSO 8601, utilizando o formato hh:mm (por exemplo 14:41, que corresponde a 14 horas 21 minutos, hora local). Quando necessário, devem ser incluídos zeros à esquerda.  |
| CBH | Nome do inspetor  | Nome do inspetor e da empresa que realiza a inspeção.  |
| CBI | Referência da categoria formação profissional do inspetor                             | Código de referência da categoria de formação profissional do inspetor.  |
| CBJ | Referência da categoria formação profissional do responsável da entidade empregadora. | Código de referência da categoria de formação profissional do responsável da entidade empregadora.   |
| CBK | Armazenamento de imagens de vídeo   | Formato digital para armazenar imagens:<br>- fita VHS de vídeo cassete (A);<br>- CD de vídeo (B);<br>- outros (Z) - detalhes adicionais devem ser registados imediatamente depois, utilizando um código de observações gerais (CDE).   |
| CBL | Armazenamento de fotografias  | Formato digital para armazenar imagens:<br>- fotografias fixas (A);<br>- imagens de computador arquivadas no mesmo - detalhes do formato devem ser registadas como observação (B);<br>- outros (Z) - detalhes adicionais devem ser registados imediatamente depois, utilizando um código de observações gerais (CDE).  |
| CBM | Sistema de localização para imagens vídeo   | Método de gravação de imagens em movimento, na fita ou CD, da seguinte forma:<br>- hora de registo, em horas e minutos, desde o começo da fita (A);<br>- contador numérico instalado no equipamento (B);<br>- outros (Z) - detalhes adicionais devem ser registados imediatamente depois, utilizando um código de observações gerais (ADE).  |
| CBN | Referência do volume onde se armazenam as fotografias                                 | Número de referência do filme ou CD.<br>Quando for aplicável, nos códigos de característica, deve ser incluída uma referência única para cada fotografia   |
| CBO | Referência do volume onde se armazenam as imagens vídeo                               | Número de referência do volume, filme, fita ou CD.<br>Quando for aplicável, nos códigos de característica, deve ser incluída uma referência de localização única para cada fotografia (ver ponto 11).  |
| CBP | Objetivo da inspeção  | Objetivo da inspeção:<br>- controlo final de uma construção nova (A);<br>- final do período de garantia (B);<br>- inspeção de rotina da condição da instalação (C);<br>- suspeita de possível problema estrutural (D);<br>- suspeita de possível problema de funcionamento (E);<br>- suspeita de possível problema de infiltração (F);<br>- controlo final de reparação ou reabilitação (G);<br>- transferência de propriedade (H);<br>- planificação de investimento (I);<br>- inquérito por amostragem (J);<br>- outros (Z) - detalhes adicionais devem ser registados imediatamente depois, utilizando um código de observações gerais (CDE). |

Tabela A - 18  
Códigos para detalhes da câmara de visita

| <b>Código</b>            | <b>Nome</b>                       | <b>Descrição</b>  |
|--------------------------|-----------------------------------|---|
| CCA                      | Forma de acesso                   | Forma da abertura (a mais estreita para a câmara de visita) de seguinte forma:<br>- retangular (A);<br>- circular (B);<br>- triangular (C);<br>- oval (D);<br>- hexagonal (E);<br>- octogonal (F);<br>- outros (Z) - detalhes adicionais devem ser registados imediatamente depois, utilizando um código de observações gerais (CDE).   |
| CCB                      | Largura de acesso                 | Largura da abertura, em milímetros.   |
| CCC                      | Folga de acesso                   | Folga da abertura, em milímetros.   |
| CCD                      | Material                          | Material da câmara de visita.<br>Quando tubagem tiver sido revestida interiormente, o material registado deve ser o material da tubagem original.   |
| CCE e CCF não utilizados |                                   |   |
| CCG                      | Unidade de comprimento da tubagem | Comprimento, em milímetros, de unidades individuais pré-fabricadas e individuais que constituem a câmara de inspeção<br>Quanto a câmara de visita é constituída por alvenaria de tijolo ou pedra, este código não é utilizado.  |
| CCH e CCJ não utilizados |                                   |   |
| CCK                      | Uso do coletor                    | Uso do ramal de ligação ou do coletor, da seguinte forma:<br>- projetado apenas para transportar águas residuais (A);<br>- projetado apenas para transportar águas superficiais (B);<br>- sistema de transporte combinado (C);<br>- coletor para efluentes industriais (D);<br>- conduta de água (E);<br>- o registo (?) ou câmara de visita é utilizado para dois sistemas, um para transportar águas residuais e outro para transportar águas superficiais;<br>- outros usos (Z) - detalhes adicionais devem ser registados imediatamente depois, utilizando um código de observações gerais (CDE). |
| CCL                      | Câmara de visita estratégica      | Código alfanumérico especificado pela autoridade adjudicante que descreve se a câmara de visita é estratégica para o sistema  |
| CCM                      | Limpeza                           | Se na câmara de visita foi efetuada limpeza antes da inspeção:<br>- Foi efetuada limpeza (A);<br>- Não foi efetuada limpeza (B);  |
| CCN                      | Ano de entrada em serviço         | Ano aproximado em que o ramal de ligação ou o coletor começou a funcionar, no formato AAAA ou como um intervalo de anos AAAA-AAAA (por exemplo 1970-1979).  |
| CCO                      | Forma da tampa                    | Forma da tampa:<br>- retangular (A);<br>- circular (B);<br>- triangular (C);<br>- oval (D);<br>- hexagonal (E);<br>- octogonal (F);<br>- outros (Z) - detalhes adicionais devem ser registados imediatamente depois, utilizando um código de  |

|     |                      |  |
|-----|----------------------|--|
|     |                      | observações gerais (CDE).  |
| CCP | Material da tampa    | Material da tampa.   |
| CCQ | Largura de acesso    | Largura da abertura, em milímetros.  |
| CCR | Folga de acesso      | Folga da abertura, em milímetros.  |
| CCS | Tipo de degraus      | Tipo de degraus:<br>- largura do degrau - é suficiente para um pé (A);<br>- dupla largura do degrau (B) - é suficiente para os dois pés (B);<br>- escada (C);<br>- local para introduzir pés (D);<br>- não existem (E);<br>- outros (Z) - detalhes adicionais devem ser registados imediatamente depois, utilizando um código de observações gerais (CDE). |
| CCT | Material dos degraus | Material de fabrico dos degraus:<br>- ferro (A);<br>- ferro galvanizado (B);<br>- aço inoxidável (C);<br>- metal encapsulado em plástico (D);<br>- plástico (E);<br>- alumínio (F);<br>- outros materiais (Z) - detalhes adicionais devem ser registados imediatamente depois, utilizando um código de observações gerais (CDE).                           |

Tabela A - 19  
Códigos para outras informações

| <b>Código</b> | <b>Nome</b>                     | <b>Descrição</b>   |
|---------------|---------------------------------|--|
| CDA           | Precipitação                    | Precipitação, da seguinte forma:<br>- sem precipitação (A);<br>- pluviosidade (B);<br>- derretimento de neve ou gelo (C);  |
| CDB           | Temperatura                     | Temperatura, em graus Celsius ou mediante um código, da seguinte forma:<br>- temperatura acima de zero (A);<br>- temperatura abaixo de zero (A);   |
| CDC           | Medidas para controlar o caudal | Medidas relativamente ao caudal, no momento de inspeção:<br>- sem medidas efetuadas (A);<br>- caudal bloqueado a montante (B);<br>- caudal bloqueado parcialmente a montante (C);<br>- outras medidas (Z) - detalhes adicionais devem ser registados imediatamente depois, utilizando um código de observações gerais (CDE).   |
| CDD           | Atmosfera                       | Encontrada atmosfera potencialmente perigosa, natureza do perigo encontrado:<br>- deficiência de oxigénio (A);<br>- sulfureto de hidrogénio (B);<br>- metano (C);<br>- outro gás inflamável (D);<br>- atmosfera não perigosa (E);<br>- outros perigos (Z) - detalhes adicionais devem ser registados imediatamente depois, utilizando um código de observações gerais (CDE). |
| CDE           | Observação geral                | Observação que não pode ser registada de nenhuma outra forma.  |

**16. Alteração da informação de cabeçalho.**

Quando alguma informação especificada no cabeçalho é alterada durante a inspeção, a informação revista deve ser registada utilizando o código aplicado segundo a descrição da Tabela A-20, adicionando a localização vertical do ponto onde ocorreu a alteração. Estes códigos estão no mesmo formato que os códigos da observação especificada no ponto.

Tabela A - 20  
Códigos para outras alterações de informação de cabeçalho

| <b>Código principal</b>                               | <b>Informação adicional</b> | <b>Descrição</b>   |
|---|-----------------------------|--|
| Referência do volume de vídeo                         |                             |  |
| CEA   | Quantificação               | Número de referência do volume, filme fita ou CD.<br>Quando for aplicável, incluir os códigos de uma referência de localização única para cada observação.   |
| Referência do volume onde se armazenam as fotografias |                             |  |
| CEB   | Quantificação               | Número de referência do volume, fita ou CD.<br>Quando for aplicável, incluir os códigos de uma referência de localização única para cada observação.   |
| Material  |                             |  |
| CED   | Caracterização              | Material da estrutura do coletor.  |
| CEE não utilizado                                     |                             |  |
| Comprimento do troço da tubagem                       |                             |  |
| CEF   | Quantificação               | Comprimento em milímetros de unidades individuais de tubagem que constituem a câmara de visita. Quando é uma tubagem contínua (por exemplo alvenaria de tijolo ou pedra) este código não se utiliza.   |
| Precipitação  |                             |  |
| CEG   | Caracterização              | Precipitação, da seguinte forma:<br>- sem precipitação (A);<br>- pluviosidade (B);<br>- derretimento de neve ou gelo (C);  |
| Tipo de degraus                                       |                             |  |
| CEH   | Caracterização 1            | Tipo de degraus:<br>- largura do degrau - é suficiente para um pé (A);<br>- dupla largura do degrau (B) - é suficiente para os dois pés (B);<br>- escada (C);<br>- local para introduzir pés (D);<br>- não existem (E);<br>- outros (Z) - detalhes adicionais devem ser registados imediatamente depois, utilizando um código de observações gerais (CDE). |
|   | Caracterização 2            | Material de fabrico dos degraus:<br>- ferro (A);<br>- ferro galvanizado (B);<br>- aço inoxidável (C);<br>- metal encapsulado em plástico (D);<br>- plástico (E);<br>- alumínio (F);<br>- outros materiais (Z) - detalhes adicionais devem ser registados imediatamente depois, utilizando um código de observações gerais (CDE).                           |