

Redes Prediais – Patologias e Reabilitação de Redes de Abastecimento de Água e de Drenagem de Águas Residuais Domésticas

JOANA ISABEL DOS SANTOS PALAS

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Orientador: Professor Doutor Carlos Alberto Baptista Medeiros

MARÇO DE 2013

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2012/2013

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2012/2013 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2013.*

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

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

Aos meus pais e ao meu irmão.

*“O sal, quando tomado só, é amargo, mas dá sabor agradável à comida;
as dificuldades são o sal da vida.”*

Baden Powell

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer e reconhecer o meu orientador, o professor Doutor Carlos Medeiros, pelos ensinamentos que me transmitiu ao longo destes meses de trabalho, pelo apoio incondicional e sobretudo pela disponibilidade e prontidão em ajudar.

Quero ainda agradecer à minha família pelo amor, apoio e paciência, não só durante a tese, mas também durante todo o meu percurso académico.

Ao Eng.º Fernando Guedes pela amabilidade e disponibilidade em me facultar a possibilidade, junto dos seus contactos, de poder ter acesso a visitar obras de reabilitação da SRU – Porto Vivo.

Agradeço especialmente aos meus amigos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta dissertação. Aos que acompanharam o meu percurso e sempre me deram a força que, por vezes, me faltou.

RESUMO

A reabilitação de edifícios é uma área estratégica que incide não só nas construções históricas, mas também em edifícios recentes, que merecem intervenções de adequação face às exigências modernas de desempenho, em prol da melhoria da qualidade.

A crescente tendência de atuação na requalificação de edifícios demonstra a necessidade de satisfazer uma determinada metodologia de intervenção, recorrendo a sugestões de técnicas para correção de uma determinada patologia, e formas para atenuar a mesma.

As instalações prediais de águas e esgotos constituem, em Portugal, uma das principais causas de patologias em edifícios, mesmo em casos de construção recente. Por serem sistemas ativos do edifício, as patologias nas redes prediais traduzem-se em significativos fatores de desconforto e incomodidade para os utilizadores.

O presente estudo incide sobre as redes prediais de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais domésticas, efetuando uma análise relativa às patologias mais correntes nestas redes partindo da definição de metodologias de intervenção, e sequente proposta de soluções que as eliminem ou minimizem.

PALAVRAS-CHAVE: REDES PREDIAIS, ABASTECIMENTO DE ÁGUA, DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS, QUALIDADE, PATOLOGIA, ANOMALIA, REABILITAÇÃO, INTERVENÇÃO.

ABSTRACT

Buildings rehabilitation is a strategic area that focuses, not only on historic buildings, but also on modern constructions that need some update interventions to become adequate facing the demands of modern performance to improve building quality.

The growing trend of performing rehabilitation of buildings demonstrates the need to satisfy a particular intervention methodology, using suggestions of techniques for correction of an identified pathology, and ways to mitigate it.

The water and sewer building installation in Portugal are one of the main causes of diseases in buildings, even in recent construction. Because they are active systems of the building, the pathologies in building's water networks translate into significant factors of discomfort and inconvenience for their users.

The present study focuses on building's water networks that include water supply and drainage of domestic sewage, performing an analysis on the most common pathologies in these networks based on the definition of intervention methodologies and suggesting solutions that eliminate or minimize those pathologies.

KEY WORDS: WATER SUPPLY SYSTEMS, DRAINAGE OF DOMESTIC SEWAGE WATER, QUALITY, PATHOLOGY, ANOMALY, REHABILITATION, INTERVENTION.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
 1. INTRODUÇÃO	 1
1.1. GENERALIDADES	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO	2
1.4. LEGISLAÇÃO EM VIGOR	3
 2. IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DAS PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO	 5
2.1. GENERALIDADES	5
2.2. MÉTODOS GERAIS DE DIAGNÓSTICO DE ANOMALIAS EM EDIFÍCIOS	8
2.2.1. GENERALIDADES.....	8
2.2.2. “DEFECT ACTION SHEET” – BRE (1982)	9
2.2.3. “FICHAS DE REPARAÇÃO DE ANOMALIAS” – LNEC (1985)	10
2.2.4. “CASES OF FAILURE INFORMATION SHEET” – CIB (1993)	12
2.2.5. “METODOLOGIA DE QUANTIFICAÇÃO CAUSA-EFEITO” QCE (1994)	12
2.2.6. “FICHES PATHOLOGIE DU BÂTIMENT” – AQC (1995).....	13
2.2.7. “METODOLOGIA DE DIAGNÓSTICO DE PATOLOGIAS EM EDIFÍCIOS” – DPE (2001)	14
2.2.7.1. Diagnóstico de intervenções pontuais	15
2.2.7.2. Diagnóstico de intervenções globais	16
2.2.8. “SISTEMA PERICIAL DE APOIO AO DIAGNÓSTICO DE PATOLOGIAS EM EDIFÍCIOS” – DIAGNOSTICA (2003)	17
2.2.8.1. Programa “DIAGNOSTICA”	18
2.2.9. “FICHAS DE DIAGNÓSTICO E DE INTERVENÇÃO” – FDI (2003)	18
2.2.10. “CONSTRUDOCOR” (2003)	21
2.2.11. PATORREB (2004)	23
2.2.12. “SISTEMA DE APOIO À INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO DE ANOMALIAS” – IST (2005)	25
2.2.13. “MÉTODO SIMPLIFICADO DE DIAGNÓSTICO DE ANOMALIAS” – SDA (2005)	26
2.2.14. “MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE IMÓVEIS” – MAEC (2006) ...	28

3. REDES PREDIAIS – EVOLUÇÃO E CARATERIZAÇÃO	31
3.1. GENERALIDADES	31
3.2. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS SISTEMAS HIDRÁULICOS PREDIAIS	32
3.2.1. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS APARELHOS E DISPOSITIVOS DE UTILIZAÇÃO	33
3.3. SISTEMAS PREDIAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	34
3.3.1. GENERALIDADES	34
3.3.2. TIPIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO PREDIAL DE ÁGUA	35
3.3.3. SISTEMAS PREDIAIS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA FRIA	38
3.3.3.1. Reserva predial de água para abastecimento doméstico	40
3.3.4. SISTEMAS PREDIAIS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA QUENTE	41
3.3.4.1. Isolamento das tubagens	42
3.3.4.2. Circuito de recirculação (circulação forçada) ou de retorno	43
3.3.4.3. Aparelhos produtores de água quente	43
3.3.5. TRAÇADO E INSTALAÇÃO	45
3.3.6. ELEMENTOS ACESSÓRIOS DA REDE	47
3.3.6.1. Torneiras e Fluxómetros	47
3.3.6.2. Válvulas	47
3.3.6.3. Contadores	48
3.4. SISTEMAS PREDIAIS DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS	48
3.4.1. GENERALIDADES	48
3.4.2. DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS	49
3.4.3. DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS	53
3.4.4. TRAÇADO E INSTALAÇÃO	54
3.4.4.1. Ramais de descarga	54
3.4.4.2. Ramais de ventilação	55
3.4.4.3. Tubos de queda	57
3.4.4.4. Colunas de ventilação	58
3.4.4.5. Coletores prediais	59
3.4.4.6. Ramais de ligação	59
3.5. MATERIAIS	60
3.5.1. TUBAGENS METÁLICAS	60
3.5.1.1. Aço (Ferro Preto)	61
3.5.1.2. Aço Galvanizado	61
3.5.1.3. Aço Inox	62

3.5.1.4. Cobre	62
3.5.1.5. Ferro Fundido	63
3.5.2. TUBAGENS TERMOPLÁSTICAS	64
3.5.2.1. Polietileno de alta densidade (PEAD)	64
3.5.2.2. Polietileno reticulado (PEX).....	65
3.5.2.3. Policloreto de Vinilo (PVC)	66
3.5.2.4. Polipropileno (PP)	67
3.5.3. TUBAGENS DE OUTROS MATERIAIS	67
3.5.3.1. Tubagens de Grés Cerâmico	67
3.5.3.2. Tubagens de Betão.....	68
 4. A QUALIDADE NAS INSTALAÇÕES PREDIAIS	71
4.1. GENERALIDADES	71
4.2. DESEMPENHO DAS INSTALAÇÕES	73
4.2.1. DESEMPENHO TÉCNICO	74
4.2.2. DESEMPENHO HUMANO	74
4.2.3. DESEMPENHO ECONÓMICO	75
4.2.2. DESEMPENHO AMBIENTAL	75
 5. PATOLOGIAS NAS REDES PREDIAIS	77
5.1. GENERALIDADES	77
5.2. TIPOS DE PATOLOGIAS NAS REDES PREDIAIS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA	80
5.2.1. DEFICIENTES NÍVEIS DE PRESSÃO E CAUDAL	80
5.2.2. ROTURA NAS TUBAGENS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA.....	81
5.2.3. RUÍDOS NAS INSTALAÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	83
5.2.4. DEFICIÊNCIAS NO FORNECIMENTO DE ÁGUA QUENTE	84
5.2.5. DEFICIENTE DESEMPENHO DOS MATERIAIS, ACESSÓRIOS, EQUIPAMENTOS E DISPOSITIVOS DE UTILIZAÇÃO	84
5.3 TIPOS DE PATOLOGIAS NAS REDES PREDIAIS DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS	85
5.3.1. ODORES.....	85
5.3.2. RUÍDOS NAS INSTALAÇÕES DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS.....	87
5.3.3. OBSTRUÇÕES.....	88
5.3.4. ROTURAS NAS TUBAGENS DE ESGOTOS DOMÉSTICOS.....	88

5.3.5. DEFICIENTE DESEMPENHO DOS MATERIAIS	89
5.3.6. DEPRESSÕES E SOBREPRESSÕES	89

6. GRADUAÇÃO DAS PATOLOGIAS NAS REDES PREDIAIS

91

6.1. GENERALIDADES

91

6.2. ANOMALIAS NAS REDES PREDIAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

92

6.2.1. ANOMALIAS LIGEIRAS

93

6.2.2. ANOMALIAS MÉDIAS

93

6.2.3. ANOMALIAS GRAVES

94

6.2.4. ANOMALIAS MUITO GRAVES

95

6.3. ANOMALIAS NAS REDES PREDIAIS DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS

96

6.3.1. ANOMALIAS LIGEIRAS

96

6.3.2. ANOMALIAS MÉDIAS

97

6.3.3. ANOMALIAS GRAVES

98

6.3.4. ANOMALIAS MUITO GRAVES

98

7. REABILITAÇÃO DAS REDES PREDIAIS

99

7.1. GENERALIDADES

99

7.2. INTERVENÇÃO NAS INSTALAÇÕES PREDIAIS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA E DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS

99

7.2.1. INTERVENÇÃO NAS INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

102

7.2.1.1. Deficientes níveis de pressão e caudal

103

7.2.1.2. Roturas nas tubagens

104

7.2.1.3. Deficiente desempenho dos materiais e equipamentos

104

7.2.1.4. Ruídos e Vibrações

105

7.2.1.5. Deficiências no fornecimento de água quente

107

7.2.2. INTERVENÇÃO NAS INSTALAÇÕES PREDIAIS DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS

108

7.2.2.1. Odores

109

7.2.2.2. Ruídos

110

7.2.2.3. Obstruções

110

7.2.2.4. Roturas

110

7.2.2.5. Deficiente desempenho dos materiais e aparelhos sanitários

111

7.2.2.6. Depressões e Sobrepressões

111

7.3. FICHAS DE REABILITAÇÃO DAS REDES HIDRÁULICAS PREDIAIS	114
 8. CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	115
8.1. CONCLUSÕES	115
8.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	116
 BIBLIOGRAFIA	117
 ANEXOS	121

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – “Leis de Hammurabi” (traduzido por R. F. Harper no livro “Falhas na Construção” de Jacob Field, publicações Wiley&Sun Inc., Nova Iorque, 1992).	5
Figura 2.2 – Exemplo de uma “Defect Action Sheet”	10
Figura 2.3 – Exemplo de uma ficha de anomalia proposta pelo LNEC	11
Figura 2.4 – Exemplo de uma ficha proposta pela AQC.....	14
Figura 2.5 – Fluxograma de Diagnóstico de uma Intervenção Pontual.	16
Figura 2.6 – Exemplo de identificação de GMA na análise de uma fachada.	17
Figura 2.7 – Exemplo de uma Ficha de Diagnóstico Preliminar.	19
Figura 2.8 – Exemplo de uma Ficha de Diagnóstico Específico.....	20
Figura 2.9 – Exemplo de uma Ficha de Intervenção.	21
Figura 2.10 – Exemplo de um “Pré-Diagnóstico” de anomalia.	22
Figura 2.11 – Exemplo de uma Ficha de Patologia.	24
Figura 2.12 – Exemplo de uma Ficha de Anomalia do IST.	26
Figura 2.13 – Matriz de Fichas de Reabilitação para o elemento “Instalação de Águas e Esgotos”. ..	27
Figura 2.14 – Ficha de Reabilitação SDA.	28
Figura 2.15 – Ficha de Avaliação do MAEC.	29
Figura 3.1 – Rede de distribuição de água.	34
Figura 3.2 – Sistema direto.	36
Figura 3.3 – Sistema indireto com reserva superior.	37
Figura 3.4 – Sistema indireto com bombeamento e reservatório inferior.	37
Figura 3.5 – Sistema indireto com bombeamento direto.	37
Figura 3.6 – Sistema misto.....	38
Figura 3.7 – Caudais de cálculo em função dos caudais acumulados.....	40
Figura 3.8 – Esquema-tipo de um reservatório de água potável.	41
Figura 3.9 – Isolamento para tubagens de água quente.	42
Figura 3.10 – Esquema de um sistema de recirculação.	43
Figura 3.11 – Aparelhos de produção de água quente.....	45
Figura 3.12 – Declive das tubagens.....	45
Figura 3.13 – Instalação de tubagens sem acessórios.....	46
Figura 3.14 – Instalação de tubagens de água quente e fria.....	46
Figura 3.15 – Instalação das tubagens.	46
Figura 3.16 – Inundação de cave e possível sistema elevatório de drenagem	50
Figura 3.17– Sistema de drenagem de águas residuais domésticas.	51
Figura 3.18 – Valores mínimos do prolongamento do tubo de queda acima da cobertura	52
Figura 3.19 – Sistema de drenagem de águas residuais domésticas com ventilação secundária.	52
Figura 3.20 – Sistema de drenagem de águas pluviais.	54
Figura 3.21 – Ligação de vários aparelhos a um único ramal de descarga através de caixas de reunião ou curva de concordância	55
Figura 3.22 – Ligação dos ramos de descarga a tubos de queda e a coletores prediais	55
Figura 3.23 – Ligação do ramal de ventilação ao de descarga	56
Figura 3.24 – Aparelhos instalados em bateria (que não bacias de retrete e similares).....	56
Figura 3.25 – Ligação do tubo de queda à câmara de inspeção.....	57
Figura 3.26 – Ligação da coluna de ventilação ao coletor e tubo de queda.	59
Figura 3.27 – Exemplos de alguns tipos de abraçadeiras	60

Figura 3.28 – Tubagens e acessórios de aço (ferro preto)	61
Figura 3.29 – Tubagens e acessórios de aço galvanizado	62
Figura 3.30 – Tubagens e acessórios de aço inox.....	62
Figura 3.31 – Tubagens e acessórios de cobre	63
Figura 3.32 – Tubagens e acessórios em ferro fundido.....	64
Figura 3.33 – Tubagens e acessórios em PEAD	65
Figura 3.34 – Tubagens e acessórios em PEX.....	66
Figura 3.35 – Tubagens e acessórios de PVC-U.....	66
Figura 3.36 – Tubagens e acessórios em PP	67
Figura 4.1 – Evolução no tempo do nível de desempenho de um edifício.	71
Figura 4.2 – Esquema que ilustra o conceito de patologia associado à de falta de qualidade em edifícios.....	72
Figura 4.3 – Desempenho nas instalações prediais.	73
Figura 5.1 – Distribuição por elemento afetado.	78
Figura 5.2 – Repartição em % dos custos de reparação das anomalias.....	79
Figura 5.3 – Repartição por tipo de manifestação anómala (em % de elemento afetado).....	79
Figura 5.4 – Diferentes tipos de corrosão em tubagens metálicas	82
Figura 5.5 – Exemplo de rotura em tubagem termoplástica, por excesso de pressão	82
Figura 5.6 – Ruídos aéreos e ruídos de percussão.....	83
Figura 5.7 – Fenómeno de auto-sifonagem	86
Figura 5.8 – Sifonagem induzida.....	86
Figura 5.9 – Dupla sifonagem.	87
Figura 5.10 – Diagrama de pressões num tubo de queda quando ocorrem descargas simultâneas em 2 pisos consecutivos.....	90
Figura 6.1 – Exemplos de anomalias ligeiras em redes de abastecimento de água.....	93
Figura 6.2 – Exemplos de anomalias médias em redes de abastecimento de água.....	94
Figura 6.3 – Exemplos de anomalias graves em redes de abastecimento de água	95
Figura 6.4 – Exemplo de anomalia muito grave em rede de abastecimento de água.....	96
Figura 6.5 – Exemplo de anomalia ligeira em rede de drenagem de águas residuais domésticas.....	97
Figura 6.6 – Exemplo de anomalias médias em redes de drenagem de águas residuais domésticas.....	97
Figura 6.7 – Exemplo de anomalias graves em redes de drenagem de águas residuais domésticas.....	98
Figura 6.8 – Exemplo de anomalias muito graves em redes de drenagem de águas residuais domésticas.....	98
Figura 7.1 – Reservatórios de amortecimento (Pedroso,2006).	105
Figura 7.2 – Isolamento de tubagem relativamente a elementos de construção (Pedroso,2006).....	106
Figura 7.3 - Junta de dilatação e fixação de tubagem (Freitas <i>et al.</i> ,2012).	106

ÍNDICE DE QUADROS (OU TABELAS)

Quadro 3.1 – Caudais mínimos nos dispositivos de utilização.	39
Quadro 3.2 – Tubagens Metálicas e Outras mais usadas nas redes prediais.	69
Quadro 3.3 – Tubagens termoplásticas mais usadas nas redes prediais.	70
Quadro 6.1 – Graduação das anomalias.	91
Quadro 6.2 – Graduação das anomalias ao nível das instalações em edifícios.	92
Quadro 7.1 – Quadro-Síntese das principais patologias, causas e soluções de intervenção possíveis nas redes prediais de abastecimento de água.	112
Quadro 7.2 – Quadro-Síntese das principais patologias, causas e soluções de intervenção possíveis nas redes prediais de drenagem de águas residuais domésticas.	113

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

H – pressão mínima (KPa)

n – número de pisos acima do solo incluindo o piso térreo

t_s – taxa de ocupação

ACRRU – Áreas Críticas de Recuperação e Reconversão Urbanística

ANQIP – Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais

AQC – Agence Qualité Construction

ARU – Área de Reabilitação Urbana

BRE – Building Research Establishment

CAM – Comissão Arbitral Municipal

CIB – Conseil International du Bâtiment

DPE – Metodologias de Diagnóstico de Patologias em Edifícios

EFM – Elemento fonte de manutenção

ENCORE – Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios de Habitação

ETAR – Estação de Tratamentos de Águas Residuais

FDI – Fichas de Diagnóstico de Intervenção

FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

GMA – Grupo de Manifestações Afins

ISO – International Organization for Standardization

IST – Instituto Superior Técnico

LFC – Laboratório de Física das Construções

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

LPD – Lista de Possíveis Diagnósticos

MAD – Módulo de Apoio à Decisão

MAEC – Método de Avaliação do Estado da Conservação

MAI – Módulo de Apoio à Inspeção

NRAU – Novo Regime de Arrendamento Urbano

PATORREB – Grupo de Estudos da Patologia da Construção

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PEX – Polietileno Reticulado

PP – Polipropileno

PVC – Policloreto de vinilo

QCE – Metodologias de Quantificação Causa-Efeito

RAC – Reservatório de Ar Comprimido

RGSPDADAR - Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais

RJUE – Regime Jurídico da Urbanização e da Edificação

SDA – Método Simplificado de Diagnóstico de Anomalias

SIMEH – Sistema Integrado de Manutenção em Edifícios de Habitação

SRU – Sociedade de Reabilitação Urbana

SYCODÉS – Système de Collecte Désordres

1

INTRODUÇÃO

1.1. GENERALIDADES

O estudo de edifícios existentes (antigos ou mais recentes) representa um interesse crescente, dada a evidente importância que tem vindo a ser atribuída ao património construído. Aceita-se hoje, cada vez com mais clareza, que esse património engloba, de forma marcante, não só os edifícios monumentais mas também os edifícios habitacionais, industriais e comerciais (Appleton,2003).

A reabilitação é uma área estratégica que incide não só nas construções históricas, como também em edifícios que merecem intervenções de adequação face às exigências atuais, melhorando pois, os níveis de qualidade do edificado. Por outro lado, na sociedade atual, o conceito de qualidade tem vindo a ganhar cada vez mais robustez, impulsionando o mercado e a inovação tecnológica, proporcionando um variado leque de opções de materiais e constituintes, a preços cada vez mais competitivos. Esta evolução de desempenho em geral, está diretamente relacionada com os materiais constituintes das redes prediais de águas e esgotos.

As instalações hidráulicas de águas e esgotos, constituem em Portugal, uma das principais origens de problemas em edifícios, mesmo em casos de construção recente, traduzindo-se em enormes fatores de desconforto para os utilizadores. As causas desta situação devem-se a erros e defeitos tanto na fase de projeto como na fase de construção ou à vida-útil dos materiais que constituem as redes muitas vezes de forma sistemática (Afonso,2004).

As operações de reabilitação nas redes prediais de águas e esgotos, são em geral dispendiosas muito devido à dificuldade de acesso às mesmas. Há que ter em conta que estas foram muitas vezes executadas após a construção do edifício (modernização), o que representou ou pode representar problemas de obtenção de adequados níveis de satisfação para os utilizadores, função de novas exigências funcionais.

A evidente necessidade de dotar os edifícios antigos com condições de conforto comparáveis com as dos edifícios modernos, faz com que as patologias sejam um problema muito atual, justificando a análise destas situações patológicas pela repercussão que têm na qualidade do construído e a procura de soluções tipificadas para futuras intervenções (Appleton,2003).

A importância do tema surge principalmente pela escassez de informação sintetizada nomeadamente o que refere à metodologia de intervenção das redes prediais.

O presente estudo irá apenas incidir sobre os sistemas prediais de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais domésticas, porque ao serem sistemas ativos dos edifícios afetam diretamente o conforto dos seus utilizadores e de forma significativa.

1.2. OBJETIVOS

O principal objetivo da dissertação é a de efetuar um estudo relativo às patologias mais correntes em redes prediais de abastecimento de águas e de drenagem de águas residuais domésticas partindo da definição de métodos simplificados de reabilitação das referidas redes, após prévia caracterização das respetivas patologias e sequente proposta de soluções que as eliminem ou minimizem.

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente documento está estruturado da seguinte forma:

Capítulo 1 – Introdução: neste capítulo apresenta-se o enquadramento do tema, bem como os objetivos do mesmo.

Capítulo 2 – Importância do estudo das patologias na construção: neste capítulo são apresentados os principais métodos de diagnóstico de anomalias em edifícios. São ainda definidos alguns conceitos importantes.

Capítulo 3 – Redes prediais. Evolução e caracterização: neste capítulo são caracterizados os sistemas hidráulicos prediais de abastecimento e de drenagem de águas residuais. Dessa caracterização fazem parte os seus objetivos e a constituição, instalação e traçado, bem como o funcionamento de cada uma das redes. São ainda descritos os principais tipos de materiais que as constituem.

Capítulo 4 – A qualidade nas instalações prediais: este capítulo incide na qualidade e no desempenho das instalações, introduzindo o conceito de necessidade de reabilitação das redes, e relacionando-o com os anteriores.

Capítulo 5 – Patologias nas redes prediais: neste capítulo são descritas as principais patologias nas redes prediais de abastecimento de água e drenagem de águas residuais domésticas

Capítulo 6 – Graduação das patologias nas redes prediais: neste capítulo é feito o levantamento das anomalias mais frequentes nas redes prediais de abastecimento de água e drenagem de águas residuais domésticas segundo uma escala de graduação, bem como o respetivo nível de intervenção.

Capítulo 7 – Reabilitação das redes prediais: este capítulo incide sobre as operações de intervenção possíveis para solucionar as patologias previamente apresentadas. São ainda feitas fichas de reabilitação de patologias nas redes de abastecimento e de drenagem de águas residuais domésticas

Capítulo 8 – Conclusões e desenvolvimentos futuros: onde são tecidos alguns comentários que se consideram pertinentes, em jeito de conclusão com o previamente apresentado, e feitas algumas considerações para futuras intervenções.

1.4. LEGISLAÇÃO EM VIGOR

Atualmente em Portugal, o documento que regula as regras de conceção de redes prediais de distribuição de água e de drenagem de águas residuais, em Portugal, é o Decreto Regulamentar 23/95 de 23 de Agosto – Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (RGSPPDADAR) –.

A Lei nº 159/99, de 14 de setembro, atribui competências para as autarquias locais, incumbindo os municípios de assegurar o abastecimento de água, como também de saneamento de águas residuais e de gestão de resíduos urbanos, possibilitando a criação de sistemas multimunicipais. Assim sendo, cabe a cada município prever regulamentos que se apoiem no Regulamento Geral, mas com algumas variantes, que melhor se adequem à atividade gestora.

Como complemento ao RGSPPDADAR, existem publicações com especificações da responsabilidade do LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil) assim como documentos de homologação de materiais e equipamentos.

As normas europeias aplicáveis no domínio das redes prediais são essencialmente a EN806 para o cálculo e instalação de redes prediais. Já no caso do cálculo de redes prediais de drenagem de águas residuais serve a EN 12056.

Relativamente à reabilitação, a regulamentação atualmente vigente em Portugal é o Decreto-Lei n.º 26/2010 de 30 de Março – republicação do Decreto-Lei n.º 555/99, de 16 de Dezembro – que introduziu no Regime Jurídico da Urbanização e da Edificação (RJUE) uma vasta simplificação administrativa com uma nova delimitação do âmbito de aplicação dos diversos procedimentos de controlo prévio, promovendo e valorizando a responsabilidade de cada interveniente.

No âmbito da presente dissertação, acha-se pertinente distinguir as várias obras que podem integrar as intervenções relativas a uma operação de reabilitação. Assim, e segundo o art.º 2.º do RJUE podem-se definir as mais importantes, sendo elas:

- Obras de reconstrução: obras de construção subsequentes à demolição total ou parcial de uma edificação existente, das quais resulte a manutenção ou a reconstituição da estrutura das fachadas, da cércea e do número de pisos;
- Obras de ampliação: obras de que resulte o aumento da área de pavimento ou de implantação, da cércea ou do volume de uma edificação existente;
- Obras de alteração: obras de que resulte a modificação das características físicas de uma edificação existente ou sua fração, designadamente a respetiva estrutura resistente, o número de fogos ou divisões interiores, ou a natureza e cor dos materiais de revestimento exterior, sem aumento da área de pavimento ou de implantação ou da cércea;
- Obras de conservação: obras destinadas a manter uma edificação nas condições existentes à data da sua construção, reconstrução, ampliação ou alteração, designadamente as obras de restauro, reparação ou limpeza.

O art.º 60.º deste decreto de lei refere que em edificações existentes, e aquando da alteração das mesmas, podem ser adotadas soluções menos exigentes, desde que tais obras não originem ou agravem

desconformidade com as normas em vigor, e não ponham em causa as condições de segurança ou da salubridade da edificação. No entanto a lei pode impor condições específicas para o exercício de certas atividades em edificações já afetadas a tais atividades. Pode ainda condicionar a execução das referidas obras, desde que mostrem necessários para a melhoria das condições de segurança e salubridade da edificação.

Relativamente à utilização e conservação do edificado, o RJUE impõe (Artigo 89.º) a realização de obras de conservação no máximo em cada ciclo de oito anos, ou sempre que se considere necessário. Pode ainda a Câmara Municipal ordenar a realização de obras de conservação, em qualquer momento, sempre que o edifício constitua ameaça para a segurança ou salubridade dos utilizadores ou para terceiros.

Devem ainda ser atendidos os Regulamentos Municipais de Urbanização e da Edificação, elaborados no âmbito do Regime Jurídico da Urbanização e da Edificação.

A reabilitação urbana assume-se hoje como uma componente indispensável da política das cidades e da política de habitação, na medida em que nela convergem os objetivos de requalificação e revitalização das cidades, em particular das suas áreas mais degradadas, e de qualificação do parque habitacional, procurando-se um funcionamento globalmente mais harmonioso e sustentável das cidades e a garantia, para todos, de uma habitação condigna.

Ao atual quadro legislativo da reabilitação urbana corresponde-lhe, sobretudo, a disciplina das áreas de intervenção das sociedades de reabilitação urbana (SRU) contida no Decreto-Lei n.º 104/2004, de 7 de Maio, e a figura das Áreas Críticas de Recuperação e Reconversão Urbanística (ACRRU). No entanto, em 23 de Outubro de 2009, o Decreto-Lei n.º 104/2004, de 7 de Maio foi substituído pelo novo Regime Jurídico de Reabilitação Urbana (RJRU), regulado pelo D.L. n.º 307/2009, de 23 de Outubro.

Este novo regime introduz um enquadramento procedimental mais vasto e complexo que o anterior, deixando de estar limitado a zonas históricas e às áreas críticas de reconversão e recuperação urbanísticas (ACRRU), passando a ser o regime jurídico de reabilitação urbana em Áreas de Reabilitação Urbana (ARU), entendendo-se estas como a *“área territorialmente delimitada que, em virtude da insuficiência, degradação ou obsolescência dos edifícios, das infraestruturas, dos equipamentos e dos espaços urbanos e verdes de utilização coletiva, designadamente no que se refere às suas condições de uso, solidez, segurança, estética ou salubridade, justifique uma intervenção integrada, podendo ser delimitada em instrumento próprio ou corresponder à área de intervenção de um plano de pormenor de reabilitação urbana”* (RJRU).

Foi estabelecido um regime transitório, com a duração de cinco anos, para que os municípios convertessem as zonas de intervenção das sociedades de reabilitação urbana constituídas ao abrigo do Decreto-Lei n.º 104/2004, de 7 de Maio, em uma ou mais áreas de reabilitação urbana.

Finalmente, relativamente ao projeto e às competências necessárias, a Portaria n.º 701-H/2008, de 29 de Julho, indica os procedimentos e normas a adotar na elaboração e faseamento de projeto de obras públicas, sendo que o artigo 21º da secção II é relativo às instalações, equipamentos e sistemas em edifícios, sendo tratadas na subsecção I, instalações, equipamentos e sistemas de água e esgotos.

2

IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DAS PATOLOGIAS DA CONSTRUÇÃO

2.1. GENERALIDADES

Embora o tema “Patologia da Construção” possa parecer recente, a preocupação associada à reparação de defeitos nas construções remonta já ao ano 2200 a.C., nomeadamente através do Código de Construção de Hammurabi's (Rei da Babilónia), que ditava punições severas em caso de ocorrência de falhas, mostrando o conceito de responsabilidade associado a este tema (Lopes,2005).



A – Se um construtor, ao construir a casa para terceiros, não fizer a construção firme e se a casa cair e causar a morte do dono da casa, esse construtor será condenado à morte.

B – Se causar a morte do filho do dono da casa, será condenado à morte o filho do construtor.

C – Se causar a morte de um escravo do dono da casa, o construtor terá de dar um escravo de igual valor ao dono da casa.

D – Se destruir propriedade, o construtor terá de reconstruir o que destruiu à sua própria custa.

E – Se a construção não obedecer aos requisitos e uma parede cair, o construtor terá de reforçar a parede às suas custas.

Figura 2.1 – “Leis de Hammurabi” (traduzido por R. F. Harper no livro “Falhas na Construção” de Jacob Field, publicações Wiley&Sun Inc.,Nova Iorque, 1992) (Sousa,2004).

Atualmente o conceito é bem mais complexo, devido ao nível de complexidade e exigências impostas às construções atuais, nomeadamente das crescentes exigências de desempenho e funcionais inerentes aos dias de hoje, pelo que se torna imprescindível um maior conhecimento técnico e científico por parte de todos os intervenientes dos vários projetos e da construção.

A área do conhecimento que se dedica ao estudo das anomalias existentes nos edifícios designa-se por patologia – palavra que tem origem em duas palavras gregas, nomeadamente *pathos* (doença) e *logos* (ciência) – (Calejo,2001). Esta palavra associada à expressão “patologia da construção” designa-se como a ciência que estuda as anomalias e as respetivas causas que surgem numa construção, após a sua execução (Lopes,2005).

Uma anomalia, no âmbito da patologia da construção, é um indício de um possível defeito ou problema, que é diretamente visível ou mensurável e que não satisfaz as exigências funcionais do elemento ou componente construtivo relacionado. Em casos mais complexos, considera-se que uma anomalia resulta de um conjunto de manifestações associadas a uma determinada cadeia de relações causa-efeito que lhe está subjacente (Sousa,2004).

Importa referir que a cada anomalia pode estar associada uma causa, ou um conjunto de causas a ocorrer em simultâneo. A origem dessa(s) causa(s) pode ser humana – derivada de erros em diversas fases do empreendimento – ou acidental – sendo que nessa situação deriva de acontecimentos imprevisíveis, como por exemplo devido às ações naturais ou desastres provocados pelo homem (Lopes,2005)

As anomalias existentes podem ser consideradas de três tipos (Lopes,2005):

- Anomalias prematuras: são fenómenos patológicos que ocorrem antes do previsto;
- Anomalias reincidentes: fenómeno de repatologia – são anomalias que reaparecem após uma deficiente intervenção, em geral, provocada por um diagnóstico inadequado ou inexistente;
- Anomalias correntes: todas as outras que não se inserem nas acima descritas.

O diagnóstico – palavra grega *diagnostikós*, cujo significado é “capaz de discernir” – é o conjunto de procedimentos independentes e organizados com o objetivo único de compreender e explicar uma patologia através da observação de manifestações e da realização de um exame (Calejo,2001).

O principal objetivo do diagnóstico, é então, o de determinar a origem da causa que levou ao aparecimento de uma dada manifestação patológica, para que se possa proceder à sua correta correção.

O estabelecimento de diagnósticos em edifícios passa pela compreensão do seu funcionamento em fase de utilização, o que requer uma investigação aprofundada por parte de um técnico especializado, uma vez que é necessário um vasto conhecimento de técnicas construtivas, de características e comportamento dos materiais utilizados. Por outro lado há que ter em conta que o diagnóstico deve ser realizado com cuidado, dado que todos os casos são diferentes (Giocoechea,Monjín,2006).

A preocupação na realização de diagnósticos corretos toma grandes proporções, dado que ainda se verificam fenómenos correntes de repatologia – a ocorrência destes fenómenos denuncia o insucesso frequente de muitas intervenções, normalmente resultantes da inexistência ou da inadequação de diagnósticos – (Calejo,2001).

Convém salientar que, em Portugal, nas últimas décadas do séc. XX, verificou-se uma construção desmedida, o que associado à falta de uma construção sustentável acentuou o aumento da não qualidade e portanto o aumento de anomalias nas construções ditas recentes.

Dentro do sector da construção, a atividade tende a deslocar-se, cada vez mais, da construção nova para as operações de manutenção e reabilitação das construções existentes, o que poderá resultar em grandes vantagens para a sociedade e para o país, quer em termos económicos, quer sociais, ambientais e culturais (Cóias,2006). Em Portugal existe um vasto património edificado de interesse cultural e histórico, e desde há alguns anos a reabilitação tem sido um sector que, apesar de diversas vicissitudes, tem registado um franco desenvolvimento (Reis,2011).

Reabilitação é a área do conhecimento que se destina a reequacionar o desempenho do edifício (ou das suas soluções construtivas) definindo intervenções destinadas a incrementar o seu desempenho (Calejo,2001). Assim sendo, a reabilitação pode ser destinada não só a construções históricas ou a edifícios antigos, mas também àqueles que o tempo de utilização exige intervenções de adequação face às exigências atuais (Freitas,2006).

É importante frisar que, a definição de reabilitação, na sua essência, passa por preservar ao máximo os elementos existentes e em boas condições, devendo essas intervenções ser o menos intrusivas possível. Uma manutenção contínua é, por isso, essencial, para a conservação dos edifícios numa atitude de respeito pelo existente (Reis,2011).

Torna-se ainda necessário no presente capítulo distinguir edifícios antigos de edifícios recentes. De uma forma genérica, estes distinguem-se pela sua tecnologia de construção.

Entende-se por edifícios antigos todos aqueles que foram construídos antes da generalização da aplicação de betão armado. Inclui-se neste grupo de edifícios o património monumental, edifícios classificados e o património edificado corrente em que a pedra, a madeira, a cal e o vidro são materiais dominantes (Freitas,2012).

Os edifícios recentes surgiram por abandono ao nível tecnológico das alvenarias resistentes e pisos em madeira, para as atuais estruturas porticadas de betão armado. Estes, para além de utilizarem tecnologias construtivas em betão armado, incorporam em geral materiais considerados novos, produzidos industrialmente.

Dada a complexidade inerente ao processo de análise e compreensão das anomalias, torna-se essencial apoiar a investigação em metodologias, devidamente sustentadas por procedimentos científicos, de modo a estabelecer diagnósticos corretos e devidamente fundamentados (Calejo,2001).

Esta necessidade determina que se proceda a uma análise, mesmo que sucinta, dos métodos gerais de diagnóstico de anomalias em edifícios, como primeiro momento do trabalho a desenvolver.

2.2. MÉTODOS GERAIS DE DIAGNÓSTICO DE ANOMALIAS EM EDIFÍCIOS

2.2.1. GENERALIDADES

Como já foi referido anteriormente, um edifício é constituído por vários elementos construtivos, que se interligam entre si. Ora, quando existe uma anomalia, é importante que se proceda à sua correta intervenção, sem afetar o conjunto. Para tal, recorrer a uma metodologia de diagnóstico, facilita toda a realização do processo.

Nas últimas décadas, foi reunida uma inúmera quantidade de informação disponível sobre a patologia da construção. No entanto, essa informação encontrava-se desorganizada e dispersa. Foi, a partir de 1993, através dos encontros do CIB W086 Building Pathology, que surgiu a necessidade de se estabelecer uma metodologia de diagnóstico de anomalias, que catalogasse as falhas de construção mais frequentes, com vista à sua redução (Lima,2009).

As metodologias de diagnóstico de anomalias em edifícios têm como principal função agrupar, sistematizar, e divulgar a informação caraterizadora e corretiva relativamente às manifestações patológicas mais frequentes (Lima,2009).

A correção de uma patologia deve começar com um diagnóstico que caraterize a situação existente. Assim, uma metodologia de intervenção é fundamental para otimizar a explicação da anomalia (Calejo,2001).

A definição de uma estratégia de reabilitação é por vezes subjetiva, tendo em conta que existem diversas soluções para a correção de uma dada patologia, sendo que todas elas podem estar corretas. Note-se que para um adequado diagnóstico, se torna necessário identificar a solução mais adequada à situação concreta.

Assim, atualmente existem diversas metodologias de análise e diagnóstico de anomalias, como a base para propostas de reabilitação. Assim, expõem-se, por ordem cronológica, as mais relevantes:

- Defect Action Sheet – BRE (1982);
- Fichas de Reparação de Anomalias – LNEC (1985);
- Cases of Failure Information Sheet – CIB (1993);
- Metodologias de Quantificação Causa-Efeito – QCE (1994);
- Fiches Pathologie du Bâtiment – AQC (1995);
- Metodologia de Diagnóstico de Patologias em Edifícios – DPE (2001);
- Sistema Pericial de Apoio ao Diagnóstico de Patologias em Edifícios – DIAGNOSTICA (2003);
- Fichas de Diagnóstico e de Intervenção – FDI (2003);
- ConstruDoctor (2003);
- PATORREB (2004);
- Sistema de Apoio à Inspeção e Diagnóstico de Anomalias – IST (2005);
- Método Simplificado de Diagnóstico de Anomalias – SDA (2005);
- Método de Avaliação do Estado de Conservação de Imóveis – MAEC (2006).

Enunciadas as principais metodologias, irá de seguida proceder-se à sua breve exposição.

2.2.2. “DEFECT ACTION SHEET” – BRE (1982)

Entre 1982 e 1990, o Building Research Establishment (BRE), organização sediada no Reino Unido especializada na análise de métodos de construção de edifícios, divulgou um conjunto de fichas denominadas “Defect Action Sheet”, cujo objetivo consiste em disponibilizar a informação necessária aos profissionais da construção, de forma a prevenir e corrigir os possíveis erros e anomalias dos edifícios, registadas e estudadas pelos especialistas da BRE (Lima,2009).

A informação contida nas referidas fichas é apresentada nos seguintes campos:

- Descrição da patologia;
- Descrição das causas;
- Medidas de prevenção (Princípio e Prática);
- Referências e leituras complementares.

Relativamente à análise de patologia na construção, o BRE publicou ainda os “Good Repair Guides”, guias práticos cujo objetivo, como o próprio nome indica, é o de fornecer informação relativa às anomalias mais frequentes verificadas nos edifícios do Reino Unido, através da sua identificação, diagnóstico e reparação das mesmas (Lima,2009).



Figura 2.2 – Exemplo de uma “Defect Action Sheet” (Lima,2009).

2.2.3. “FICHAS DE REPARAÇÃO DE ANOMALIAS” – LNEC (1985)

No âmbito do 1º ENCORE (Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios de Habitação), realizado no LNEC em 1985, foi publicado um livro com um capítulo dedicado à Patologia na Construção (Abrantes,Silva,2012).

De notar, que até à data, toda a informação relativa às patologias existentes em edifícios estava desorganizada e dispersa. Assim, esse capítulo surgiu como necessidade de agrupar essa informação de forma concisa e estruturada, através da apresentação de um conjunto de “Fichas de Reparação de Anomalias”.

A listagem de fichas propostas apresenta-se agrupada em três categorias: Patologia Estrutural, Patologia Não Estrutural e Instalações (Lima,2009).

No cabeçalho de cada ficha, é definido o elemento construtivo em análise, a anomalia associada e a respetiva referência. A informação da mesma é constituída pelos seguintes campos (Abrantes,Silva,2012):

- Sintomas: descreve os sinais indicativos da ocorrência da anomalia em questão, de forma a facilitar a sua identificação;

- Exame: lista as diferentes técnicas de verificação de sinais, de forma a confirmar a suspeita de ocorrência da anomalia;
- Diagnóstico de Causas: expõe as possíveis razões que estão na origem do fenómeno patológico em estudo;
- Reparação: menciona os devidos cuidados a ter em conta e possíveis formas de intervenção, mediante a situação existente.

FICHA DE REPARAÇÃO DE ANOMALIA

ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO

DEFORMAÇÃO OU DEFORMABILIDADE EXCESSIVA DE LAJES MACIÇAS CORRENTES Ficha A4

1 - Sintomas

Fendilhação em elementos não estruturais de enchimento evidenciando tendência para a definição do seu contorno e ocorrendo num piso elevado ou possivelmente em situações homólogas de vários pisos. Maior importância de uma fenda horizontal a meio vão entre apoios estruturais na parte inferior da parede.

Existência de micro-fendilhação inclinada nos bordos verticais do pano de enchimento.

2 - Exame

Verificar se o pano de enchimento em causa ocorre em todos os pisos ou se é interrompido em algum nível. Verificar, nesse caso, se o pano imediatamente acima está mais danificado.

Procurar fendilhações na face inferior da laje de pavimento nessa zona.

3 - Diagnóstico das causas

Trata-se de uma flexibilidade excessiva da laje. Normalmente este efeito leva alguns meses ou mesmo mais de um ano a evidenciar-se, dada a deformação a longo prazo dos elementos de betão. Pode no entanto ser desencadeado pela aplicação de uma grande carga no pavimento que evidencie a grande deformabilidade da laje. O deslocamento vertical a meio vão sob uma parede origina uma redistribuição das tensões sob essa parede, "puxando"-a para a zona dos apoios estruturais mais rígidos e pondo a parede a funcionar em arco. Tal pode originar a fendilhação no interior do pano de alvenaria ou junto aos bordos verticais pelo desenvolvimento de tensões tangenciais importantes entre estes e os elementos de suporte.

4 - Reparação

Em primeiro lugar, torna-se necessário verificar a segurança estrutural da laje, dado que as deformações excessivas podem indicar falta de resistência adequada.

Nos casos em que não existam problemas de resistência, o tipo de intervenção pode depender do tipo de utilização do pavimento e da maior ou menor sensibilidade dos elementos que nele descarregam as deformações. Para pavimentos com grande variação de carga ao longo do tempo ou com elementos de caixilharia sensível, deve-se proceder à sua rigidificação.

Nos pavimentos com cargas mais constantes as deformações a longo prazo tendem para a estabilização, podendo-se proceder apenas à reparação dos danos verificados. É importante salientar que tal estabilização só se verificará ao fim de vários anos pelo que reparações deste tipo feitas prematuramente serão ineficazes.

Figura 2.3 – Exemplo de uma Ficha de Reparação de Anomalia proposta pelo LNEC (Lima, 2009).

2.2.4. “CASES OF FAILURE INFORMATION SHEET” – CIB (1993)

A comissão CIB W086 Building Pathology, organismo internacional responsável pela investigação, divulgação e estudo da patologia da construção, apresentou, em 1993, um modelo de Fichas de Patologias que se propunha elaborar, designadas por “Cases of Failure Information Sheet”, que se apresentam estruturadas segundo cinco campos (Sousa,2004):

- Identificação do componente afetado;
- Descrição das causas da anomalia;
- Descrição da patologia com recurso a ilustrações gráficas;
- Identificação dos agentes patológicos que originaram a anomalia;
- Indicação dos erros e da fase do processo construtivo em que ocorreram.

Dos encontros do CIB W086 Building Pathology surgiu a necessidade de se descobrir um modo eficaz para divulgar os conhecimentos relacionados com a construção e suas falhas mais frequentes, com vista à sua redução. Assim, surgiu a necessidade de cada país criar o seu próprio grupo de estudos relativo à patologia de edifícios – com o objetivo comum do estudo dos insucessos na construção e a sua prevenção – onde seria possível utilizar o W086 como um fórum de partilha e troca de conhecimentos.

2.2.5. “METODOLOGIA DE QUANTIFICAÇÃO CAUSA-EFEITO” QCE (1994)

No âmbito do 2º ENCORE (Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios de Habitação), Alfredo Soeiro e Rui Taborda apresentaram, em artigo técnico, um método de análise de patologias, denominado por Metodologia de Quantificação “Causa-Efeito” (Abrantes,Silva,2012).

O objetivo desta metodologia é o de analisar cientificamente um dado fenómeno, obtendo o máximo de informação possível sobre o número de casos relacionados, de modo a que, posteriormente seja possível determinar um conjunto de relações “causa-efeito” que justifique de forma racional, o fenómeno em estudo (Lima,2009).

Assim, os autores propuseram a resolução do problema através da formulação de matrizes inter-relacionáveis. As matrizes seriam constituídas pelas variáveis (parâmetros) quantificáveis mais relevantes, retiradas de informação de processos de diagnósticos reais (Abrantes,Silva,2012).

Os diversos conceitos relativos aos fenómenos patológicos devem ser tratados tendo em conta (Lima,2009):

- A descrição e qualificação de cada sintoma patológico;
- A localização da patologia no edifício;
- A referenciação do elemento detentor da patologia;
- A identificação do fenómeno físico ou químico que originou a patologia.

2.2.6. “FICHES PATHOLOGIE DU BÂTIMENT” – AQC (1995)

A AQC (Agence Qualité Construction), organismo francês responsável pela apreciação e implementação da qualidade na construção, em conjunto com a Fondation Excellence SMA (Grupo SMABTP), da sociedade de seguros mútuos líder no domínio da construção em França, criaram, em 1995, as “Fiches Pathologie du bâtiment” (Abrantes,Silva,2012).

Estas fichas foram elaboradas numa perspetiva de divulgação e de prevenção das principais patologias dos edifícios em França, com base nos resultados da análise dos sinistros declarados às companhias seguradoras (Sousa,2004), e encontram-se agrupadas em seis campos:

- Fundações e infraestruturas;
- Estrutura de suporte;
- Envolvente e revestimentos exteriores;
- Coberturas e estruturas de suporte;
- Acabamentos interiores;
- Equipamentos.

Cada ficha indica as manifestações e as causas da patologia, bem como as recomendações construtivas para evitar a sua ocorrência, sendo a informação dividida nos seguintes grupos: (Abrantes,Silva,2012)

- Identificação da patologia;
- Descrição da patologia;
- Diagnóstico das causas;
- Pontos “sensíveis”;
- Conselhos de prevenção;
- Informação adicional.



Agence Qualité Construction

Fiches réalisées en partenariat entre l'AQC et la Fondation d'entreprise Excellence SMA.

Fiches Pathologie

FONDATIONS ET INFRASTRUCTURES

Assainissement non collectif



Le constat

La Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) du 30 décembre 2006 instaure une obligation générale d'assainissement sur l'ensemble du territoire.

L'assainissement non collectif concerne en France environ 13 millions de personnes et on estime à environ 5 millions le nombre d'installations. Ce mode d'épuration à part entière désigne tout système d'assainissement effectuant la collecte, le prétraitement, le traitement, l'infiltration ou le rejet des eaux usées domestiques des habitations non raccordées au réseau public d'assainissement.

Il est particulièrement adapté dans les zones d'habitat dispersé où les investissements en matière de collecte des eaux usées peuvent être particulièrement élevés et non justifiés.

Les principaux désordres liés aux systèmes d'assainissement non collectif sont :

- le débordement de la fosse et les remontées d'effluents par les appareils sanitaires ;
- les problèmes de salubrité, de pollution des eaux de surface ou souterraines, qu'entraîne un engorgement du terrain par des eaux non ou insuffisamment traitées ;
- l'apparition d'odeurs nauséabondes ;
- la dégradation du béton des fosses septiques.

Mal conçues ou mal exploitées, les installations peuvent engendrer de graves nuisances environnementales et des risques sanitaires.

Le diagnostic

La mauvaise évacuation des eaux usées

- Elle est souvent le résultat d'une inadaptation de la solution retenue pour l'épandage, par rapport au sol. Les tranchées filtrantes à faible profondeur, habituellement employées, nécessitent un sol avec une perméabilité optimale afin d'épurer les eaux et les évacuer. Ces deux objectifs sont en fait antagonistes : pour être épurées, les eaux doivent être filtrées et donc ne pas s'infiltrer trop rapidement dans le sol, mais en même temps, l'évacuation des eaux doit être continue pour ne pas saturer le terrain. Si le sol n'est pas satisfaisant, il faut donc envisager l'épuration dans un terrain reconstruit, au travers d'un filtre à sable vertical ou un terre filtrant.
- Les autres causes de mauvaise évacuation des eaux :
 - colmatage du préfiltre dû à la saturation de la fosse ;
 - colmatage dans le regard dû aux dépôts (graisses, savon, corps étrangers, feuilles, sables...) ;
 - drains du plateau d'épandage bouchés par des boues, des racines... ;
 - défaut de pose de la fosse elle-même.

La mauvaise évacuation des eaux usées agit directement sur la pollution des sols.

Le défaut de ventilation

- Les odeurs nauséabondes sont la marque d'une insuffisance, voire d'une absence totale de ventilation de la fosse septique toutes eaux.

Elles proviennent de l'accumulation d'hydrogène sulfuré (H₂S), ce gaz à l'odeur caractéristique d'œuf pourri, généré lors de la fermentation liée au prétraitement des eaux usées.

- Ce défaut de ventilation est également à l'origine de dégradations du béton des fosses septiques. L'action de l'hydrogène sulfuré se traduit par une attaque du béton par l'acide sulfurique : dissolution de composés du ciment et formation de minéraux à caractère expansif.

Les bonnes pratiques

• Vérifier l'aptitude des sols à l'assainissement

Utiliser les services d'un bureau d'études spécialisé pour le choix et la bonne réalisation d'une filière efficace et respectueuse de l'environnement, et faire procéder à une analyse de sol par sondages pédologiques et à un test de percolation.

• Prévoir la ventilation de l'installation de prétraitement (fosse toutes eaux)

Le système de prétraitement génère des gaz qui doivent être évacués par une ventilation efficace. En la matière, il convient de respecter impérativement les directives du DTU 64.1 de ventilation de la fosse toutes eaux.

• Entretenir et maintenir les ouvrages d'assainissement non collectif

Il s'agit d'un élément prépondérant du bon fonctionnement de l'installation. Un dispositif de prétraitement insuffisamment entretenu risque en effet de porter préjudice au système épurateur situé en aval. Respecter l'arrêté du 6 mai 1996 fixant les modalités de contrôle technique exercé par les communes et, le cas échéant, confier à la commune l'entretien de l'installation contre paiement d'une redevance.

• Veiller à utiliser une fosse bénéficiant du marquage CE.

L'essentiel

- Faire vérifier par un bureau d'études spécialisé le choix de la filière et l'aptitude des sols à l'assainissement.
- Ventiler efficacement la fosse toutes eaux.
- Bien entretenir les ouvrages, se conformer notamment aux règles régissant les vidanges de la fosse.

A consulter

- Loi 2006-1772 du 30-12-2006 sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA).
- Arrêtés (3) du 7 septembre 2009 relatifs aux installations d'assainissement non collectif.
- DTU 64.1 : Mise en œuvre des dispositifs d'assainissement non collectif.

Fiche mise à jour : Avril 2012

© Copyright SMABTP, 2012 - Tous droits réservés
© Copyright Agence Qualité Construction, 2012 - Tous droits réservés



Figura 2.4 – Exemplo de uma “Fiches Pathologie du Bâtiment” proposta pela AQC (<http://www.qualiteconstruction.com/outils/fiches-pathologie/assainissement-non-collectif.html> 29/10/12).

2.2.7. “METODOLOGIA DE DIAGNÓSTICO DE PATOLOGIAS EM EDIFÍCIOS” – DPE (2001)

Rui Calejo apresentou um método de diagnóstico de patologias em edifícios na sua Tese de Doutorado em 2001, denominado por Metodologia de Diagnóstico de Patologias em Edifícios (DPE), segundo um conjunto de procedimentos com encadeamento lógico no sentido de convergir na obtenção da solução a adotar (Calejo, 2001).

O método propõe que a atuação possa ser executada segundo duas formas – Pontual e Global – sendo que, para cada uma delas, é sugerido um modelo de elaboração do diagnóstico. A intervenção pontual diz respeito a uma única patologia com extensão espacial limitada, enquanto que a intervenção global

abrange a totalidade de um edifício (ou grupos de edifícios), onde se manifeste uma situação de múltiplas patologias (Calejo,2001).

De notar que, por vezes, estes dois tipos de intervenção consideram-se, apesar de incidirem sobre duas formas distintas, semelhantes, pelo que nesses casos a intervenção pode ser considerada mista.

2.2.7.1. Diagnóstico de intervenções pontuais

A caraterização da patologia numa intervenção pontual é composta pelos seguintes procedimentos: (Calejo,2001)

- Descrição do local: breve identificação do local, elemento ou componente construtivo onde se manifesta a patologia, assim como o registo da data de construção e de eventuais intervenções posteriores no edifício.
- Descrição da manifestação: descrição objetiva e sumária, de preferência acompanhada por fotografia ou desenho esquemático representando a perspetiva do local.
- Lista de possíveis diagnósticos: listagem de todas as causas possíveis para justificar a manifestação. Este procedimento baseia-se em listas-tipo que abrangem os principais diagnósticos associados às principais manifestações patológicas.
- Exame: trata-se de um conjunto de procedimentos com o objetivo de apreender a totalidade do fenómeno e identificar o mecanismo “causa-efeito”. Nesta fase é procede-se à reconstituição construtiva, à observação visual da envolvente, à história, às manifestações afins, bem como a ensaios experimentais.
- Eliminação de diagnósticos: com base na análise efetuada no “exame”, procede-se à eliminação de diagnósticos, para que fiquem apenas aqueles para os quais seja possível evidenciar argumentos.
- Diagnóstico: descrição do mecanismo causa-efeito que explica a anomalia observada, identificando claramente a causa sobre a qual se deverá atuar. Por vezes não é possível a identificação de apenas uma única causa, pelo que, segundo o autor, nestas situações, “é sempre preferível assumir a incerteza que afeta a decisão do que fundamentá-la em suposições”.
- Forma de atuação: esta etapa deve incidir sobre as medidas a tomar para solucionar a manifestação patológica. Para tal, deve ser feita:
 - Caraterização geral (acerca do princípio de atuação);
 - Listagem de tarefas a executar.
- Medidas preventivas: conjunto de medidas que devem ser acauteladas pelo utilizador, que contribuam para uma melhor eficácia da solução e eventual prevenção de nova ocorrência.

Segue-se o fluxograma que sintetiza as várias etapas do processo relativo ao diagnóstico de uma intervenção pontual:

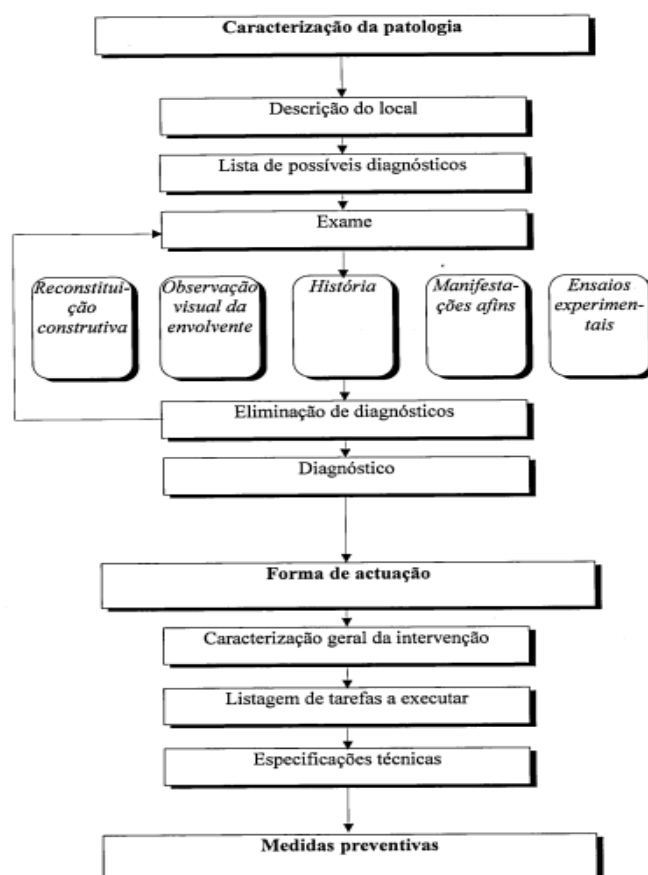


Figura 2.5 – Fluxograma do Diagnóstico de uma Intervenção Pontual (Calejo,2001).

2.2.7.2. Diagnóstico de intervenções globais

Esta abordagem deve ter como objetivo final a elaboração de um projeto de correção, e deve obedecer à seguinte metodologia: (Calejo,2001)

- Caraterização da situação:

- Sub-divisão do edifício (em zonas, elementos, componentes construtivos, ou recorrendo aos Elementos Fonte de Manutenção – EFM);
- Levantamento de manifestações (inspeção e/ou inquérito);
- Associação de manifestações patológicas (pretende-se agrupar todas as manifestações semelhantes, criando Grupo de Manifestações Afins – GMA);
- Exame, Listagem e Eliminação de diagnósticos (estas fases devem ser tratadas de forma análoga à intervenção pontual);
- Matriz de diagnósticos (Figura 2.6).

- Projeto experimental:

- Projeto de execução.

Tal como foi referido, a sistematização das anomalias verificadas pode ser analisada através de um quadro/tabela de dupla entrada, onde se associam o local e a manifestação.

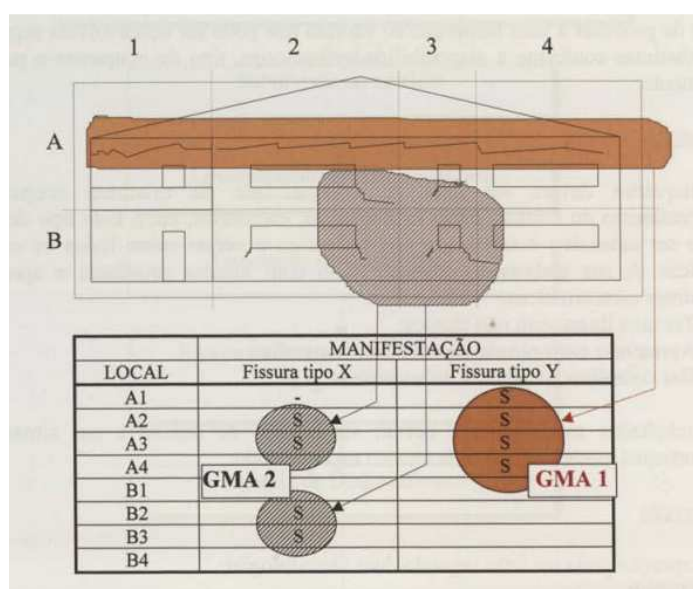


Figura 2.6 – Exemplo de identificação de GMA na análise de uma fachada (Calejo,2001).

O agrupamento da informação permite criar uma matriz de diagnóstico, cujo objetivo é reunir num único quadro a estrutura patológica do edifício, ou seja, para cada grupo de manifestações afins retirado da fase exame são estabelecidas de uma forma matricial as respetivas causas, sendo ainda indicado, de forma simples, a intensidade/fiabilidade do diagnóstico proposto (Calejo,2001).

2.2.8. “SISTEMA PERICIAL DE APOIO AO DIAGNÓSTICO DE PATOLOGIAS EM EDIFÍCIOS” – DIAGNOSTICA (2003)

Rui Calejo e Peter Westcot apresentaram, em artigo próprio do livro Patorreb 2003, um sistema de apoio à decisão denominado “Sistema Pericial de Apoio ao Diagnóstico de Patologias em Edifícios”.

O princípio do sistema é que a cada manifestação patológica, é possível associar um conjunto de possíveis diagnósticos, e portanto qualquer patologia está relacionada com uma Lista de Possíveis Diagnósticos (LPD) (Abrantes,Silva,2012).

Com base na teoria da probabilidade, considerou-se que, inicialmente, esta listagem assume que cada diagnóstico possui a mesma possibilidade de ocorrência. No entanto, nas fases posteriores e à medida que se desenvolve o processo, prevê-se o condicionamento progressivo dos diagnósticos anteriormente definidos, através da aplicação da Teoria da Probabilidade Condicionada, resultando no reforço de uns e eliminação de outros (Abrantes,Silva,2012).

Na fase posterior à definição da LPD, é considerada uma dada incerteza nas distribuições de probabilidade condicionada, devido à consideração de fatores específicos como os desvios de opinião ou as dúvidas sobre os fatores que afetam mais o diagnóstico. Os autores adotaram uma distribuição de incerteza com o recurso ao Método de Monte Carlo, de forma a permitir a utilização da Teoria da Probabilidade Condicionada (Abrantes,Silva,2012).

De forma resumida, para a obtenção do diagnóstico, torna-se necessária a recolha de dados sobre a patologia em estudo, incidindo sobre a descrição da manifestação, de uma LPD e o exame – à luz da metodologia DPE, da autoria de Rui Calejo, já descrita anteriormente (Lima,2009).

2.2.8.1. PROGRAMA “DIAGNOSTICA”

Com base na metodologia descrita, surge uma ferramenta informática designada por “DIAGNOSTICA”. Este software serve de apoio a diagnósticos de patologias, associadas apenas a manifestações de humidade no interior das habitações dos edifícios do Reino Unido (Lima,2009).

O sistema estabelece uma LPD a partir da descrição da anomalia feita pelo utilizador, sendo estabelecidos os diagnósticos mais prováveis, para posteriormente poder inquirir o utilizador nas várias fases do processo de diagnóstico (Lima,2009).

2.2.9. “FICHAS DE DIAGNÓSTICO E DE INTERVENÇÃO” – FDI (2003)

Vítor Abrantes, Rui Calejo e Helena Corvacho, no âmbito do Sistema Integrado de Manutenção em Edifícios de Habitação (SIMEH), propuseram as “Fichas de Diagnóstico e de Intervenção”, cujo principal objetivo passa pela gestão e manutenção de um extenso parque de habitação social (Abrantes,Silva,2012).

O sistema proposto fundamenta-se em procedimentos-tipo e no constante registo de todas as intervenções, sendo apoiado por uma ferramenta informática.

Esta metodologia pressupõe que, após a deteção da anomalia, se proceda a um “Diagnóstico Preliminar” (Figura 2.7), que se estrutura da seguinte forma (Abrantes,Silva,2012):

- Informação geral;
- Caracterização do local onde se manifesta a anomalia;
- Descrição da manifestação/Exame;
- Observações;
- Informação a preencher pelo técnico.

Este documento apresenta-se sob a forma de um formulário, cujo objetivo é a recolha de toda a informação relativa à patologia.

DIAGNÓSTICO PRELIMINAR

Nome: _____ Rua: _____

INFORMAÇÃO GERAL

- Empreendimento: _____

- Idade do edifício: _____ Habitação: _____

- Motivo da inspeção: Reclamação _____ Inspeção de rotina _____

- Inspeção feita por: _____ Hora: _____ Data: _____

CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL ONDE SE MANIFESTA A ANOMALIA

- Identificação do local: _____

- Sistema / Instalação / Componente: _____

- Intervenções anteriores: _____ Responsável: _____ Data: _____

DESCRIÇÃO DA MANIFESTAÇÃO / EXAME

- Aspecto da manifestação: _____

- Observação visual da instalação: _____

- Observação visual da anomalia: _____

- Prolonga-se para outros compartimentos? _____ Outra? _____

- História: _____

- Data em que surgiu: _____ Estado de tempo: _____

- Aparece e desaparece em ciclos? _____ Como evolui: _____

- Manifestações afins: _____

DIAGNÓSTICO PRELIMINAR

Nome: _____ Rua: _____

OBSERVAÇÕES

Deverão ser feitas, neste campo, todas as considerações que se afigurem relevantes para o caso em análise.

APREENDER PELO TÉCNICO

- Caracterização construtiva da zona afetada: _____

- Identificação da anomalia: _____

☐ **CASO PARTICULAR**

Necessário intervenção de um técnico especializado

Usar vapor: _____

☐ **CASO TÍPICO**

☐ Dar por concluído o diagnóstico Referência: _____

Função de intervenção a utilizar: _____

Observações: _____

☐ Prover o diagnóstico específico Referência: _____

Diagnóstico(es) específico(s) a utilizar: _____

Observações: _____

☐ **CASO DO AMBITO DA MANUTENÇÃO**

Procedimentos de manutenção: _____

Data: ____/____/____ Ocorrência: _____

Figura 2.7 – Exemplo de uma Ficha de Diagnóstico Preliminar (Lima,2009).

Se a informação recolhida no “Diagnóstico Preliminar” não for suficiente para identificar com exatidão a patologia existente, então será necessário fazer uma análise mais detalhada, nomeadamente, procedendo à realização dos “Diagnósticos Específicos”. Estas fichas, cujo objetivo é o levantamento de nova informação tendo por base as presumíveis patologias, são utilizadas individualmente para cada caso de patologia (Abrantes,Silva,2012), tal como se observa na figura seguinte.

Figura 2.8 –Exemplo de uma Ficha de Diagnóstico Específico (Lima,2009).

Nos casos abrangidos pelo sector da manutenção e que não necessitem de um estudo mais detalhado do que o já executado na fase de “Diagnóstico Preliminar”, é possível proceder-se à escolha das “Fichas de Intervenção” a adotar para a reparação da patologia em estudo (Figura 2.9) – As “Fichas de Intervenção” são organizadas de forma simples e tipificada, fornecendo indicações acerca do modo de atuação nas ações de reparação a executar, com o objetivo de impedir a evolução do fenómeno patológico em estudo – (Lima,2009).

FICHA DE INTERVENÇÃO		FICHA DE INTERVENÇÃO	
Ref. PT. SP. Ed. 10		Ref. PT. SP. Ed. 10	
ELEMENTOS PRINCIPAIS – Pacote de fechada Pacote exterior			
TRATAMENTO DE JUNTAS DE DILATAÇÃO			
D – INFORMAÇÃO GERAL			
1. Empreendimento: _____			
2. Habitação: _____ Topografia: _____			
3. Segmentos (Diagn. Preliminar/Diagn. Específico) Inspeção de _____ com a referência _____			
4. Intervenção elaborada por: _____ Data: _____			
I – ANOMALIA			
Tratamento de juntas de dilatação			
As anomalias em juntas podem ser diversas, dependendo do elemento construído, e/ou da terminologia empregada para descrever o tipo de anomalia. As juntas podem ser afetadas devido ao movimento das massas ou a utilização de materiais inadequados ou a falta de execução das juntas.			
Nesta ficha de intervenção, apresentamos o tratamento completo de uma junta de dilatação. Em função do estado de degradação da junta, podemos recomendar, ou não, a substituição total ou parcial das peças da junta.			
II – MATERIAIS E EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS			
Materiais: ☐ Fitas de papel adesivo (para proteção das juntas) ☐ Injetor à laser de poliestireno ☐ Borracha de 1" (espuma), espuma de blocos de 1" (espuma) – (Pneumático) ☐ Condutores de polietileno ☐ Colapso ☐ _____	Equipamentos: ☐ Escalador ☐ Escova ☐ Martelo ☐ Pistola para aplicação de resina ☐ _____		
III – INTERVENÇÃO			
Para o tratamento de juntas de dilatação o conjunto de operações a executar são as seguintes:			
I. Montar toda a estrutura de junta que se apresenta degradada.			
II. Remoção de todo o material não aderido à borda da junta por 10 cm.			
III. Execução de novo material na junta.			
Aplicação de um cordão de resina e de polietileno com diâmetro superior a 20% da largura da junta. O cordão não deve ser executado em uma única vez, mas em duas etapas, com uma profundidade de 10 cm.			
A largura da junta (L) e a profundidade (P) da junta devem ser sempre:			
12mm x L = 12mm → P = L			
12mm x L = 12mm → P = L/2 a 1/3			
IV. Proteção da junta com fita adesiva.			
V. Aplicação de resina na junta.			
Se a junta for de 10 cm, deve-se aplicar a resina em duas etapas, utilizando uma "pistola" adequada.			
Cronometragem das juntas: deve-se aplicar a resina em duas etapas, com uma profundidade de 10 cm.			
Após a aplicação da resina, deve-se aplicar a polietileno na junta.			
Após a aplicação da polietileno, deve-se aplicar a resina na junta.			

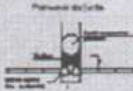
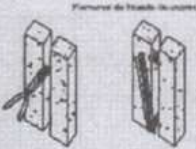
FICHA DE INTERVENÇÃO		
Ref. PT. SP. Ed. 10		
VI. Aplicação de resina na junta (descrição)		
De acordo com a aplicação da resina, deve-se aplicar a polietileno na junta.		
Equipamentos:		
Pistola de resina 	Pistola de resina de resina 	
Atenção:		
Para a aplicação da resina, a pistola deve ser usada para aplicar a resina na junta.		
A aplicação da resina é feita de acordo com a aplicação da resina na junta.		
IV – OBSERVAÇÕES		
Cuidados especiais para a intervenção em juntas		
Outras fichas de intervenção a utilizar		
Designação	Prestação	Data
V – A PREENCHER PELO RESPONSÁVEL PELA INTERVENÇÃO		
Observação sobre o resultado dos trabalhos		
Data: _____		
Assinatura: _____		

Figura 2.9 –Exemplo de uma Ficha de Intervenção (Lima,2009).

2.2.10. "CONSTRUDOCTOR" (2003)

A empresa OZ – Diagnóstico, Levantamento e Controlo de Qualidade em Estruturas e Fundações, Lda – desenvolveu um serviço de pré-diagnóstico expedito de anomalias em edifícios, designado “Construdoctor”.

Trata-se de um serviço “on-line”, onde os utilizadores respondem a um conjunto de perguntas simples acerca da anomalia. Por outro lado, o programa auxilia o utilizador (através de um dicionário) a familiarizar-se com certos termos utilizados na construção, para uma melhor compreensão aquando do preenchimento do formulário (Lima,2009).

As respostas a este formulário são devidamente analisadas e estudadas por uma equipa de engenheiros qualificados na área da reabilitação e patologia na construção. Posteriormente, é elaborado por estes técnicos um relatório “on-line”, com um diagnóstico preliminar com esclarecimentos básicos sobre as medidas corretivas a efetuar (Lima,2009).

A apresentação de um “Pré-Diagnóstico” (Figura 2.10) é feita mediante os seguintes campos:

- Designação da anomalia;
- Causas possíveis;
- Medidas corretivas;
- Técnicas de diagnóstico sugeridas para alcançar um diagnóstico mais conclusivo;
- Prognóstico;
- Prevenção possível.

III- Diagnostics
Anomaly designation
<i>Water leakage, efflorescence, coating and stucco detachment.</i>
Possible causes
Water leakage: water access through building envelope, namely via terrace waterproofing system. Possible causes of water leakage through the terrace: -Aging of waterproofing system (expected service life of 10 years) -Water accumulation due to inadequate slope of the terrace. Water accumulation caused by obstruction of the drainage system, leakage in the drainage piping.
Corrective measures
Water leakage: Terrace: Remove the waterproofing system, which has gone past its lifetime, apply a new waterproofing system, paying special attention to walls and drainage system junctions. Verify and correct if necessary the slope of the terrace in order to ensure correct water drainage.
Suggested Diagnostic techniques to reach a more conclusive diagnose
- <i>Humidity Evaluation in wall/ceiling surface:</i> Aiming at locating infiltration points. -Survey of visible anomalies: Aims at locating and quantifying building's anomalies in order to evaluate the various types of anomalies present, their preferential locations and affected areas size.
Prognosis
If anomaly causes are not eliminated, water leakage will lead to deterioration of the building's structural and non-structural material, causing changes in building's interior thermal behaviour, deterioration of plaster, stucco and coating, enabling the development of microorganisms.
Possible prevention
Not applicable

Figura 2.10 – Exemplo de um “Pré-Diagnóstico” de anomalia (Lima,2009).

2.2.11. PATORREB (2004)

O Grupo de Estudos da Patologia da Construção – PATORREB –, coordenado pelo Laboratório de Física das Construções (LFC) da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), cujo responsável é Vasco Freitas, disponibilizou “on-line” uma série de Fichas do Catálogo de Patologias, com base na tese de mestrado de Marília Sousa em 2004.

Estas fichas surgem agrupadas mediante o elemento construtivo em que se manifestou a anomalia, e cabe ao utilizador selecionar esse elemento construtivo para ter uma lista de fichas existentes relativas ao elemento em questão. De notar que a cada Ficha de Patologia, corresponde uma determinada anomalia que foi estudada (Abrantes,Silva,2012).

O principal objetivo deste Grupo de Estudos, e consequentemente do “site”, é o de identificação e difusão das patologias mais frequentes verificadas em edifícios, bem como a divulgação de soluções e medidas corretivas a adotar (Sousa,2004).

As Fichas de Patologia expostas no “site” apresentam-se nos seguintes campos:

- Identificação da Patologia: possui a informação geral sobre a respetiva ficha, em cabeçalho.
- Descrição da Patologia: apresentação, de forma sintética, da patologia em análise, sendo indicados os principais sinais observados e caracterizando-se sumariamente o elemento em que se manifestou o problema.
- Sondagens e Medidas: indicação das ações necessárias para um exame detalhado da patologia, tais como a realização de sondagens e de medidas em laboratório ou “in situ”.
- Causas da Patologia: descrição do fenómeno que esteve na origem da patologia, tendo como base o estudo de diagnóstico elaborado.
- Soluções Possíveis de Reparação: descrição sintética das possíveis soluções de reparação, propostas com base no estudo diagnóstico realizado e na definição das causas do problema.

De notar que as soluções-tipo de reparação apresentadas nas fichas podem ser diversas, e portanto as recomendações sugeridas não devem ser generalizadas, mesmo que se tratem de problemas análogos.

Estas fichas apresentam-se num documento único, juntamente com figuras e/ou esquemas-tipo, numa linguagem clara, o que permite ao utilizador uma leitura simples e fácil.

Apresenta-se de seguida, a título de exemplo, uma Ficha de Patologia.

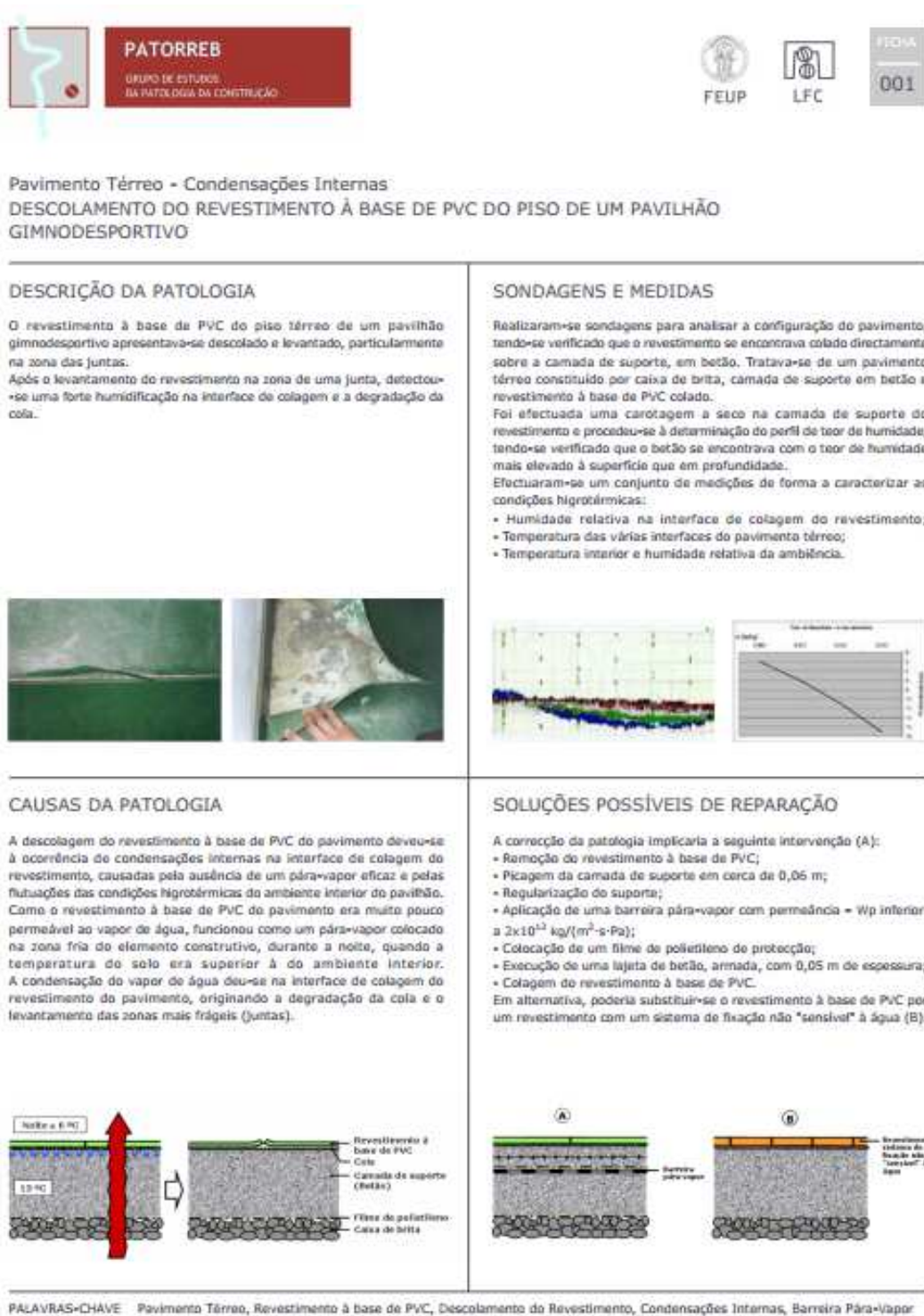


Figura 2.11 – Exemplo de uma Ficha de Patologia (PATORREB)
(<http://www.patorreb.com/pt/default.asp?op=201&ficha=001> 30/10/12).

2.2.12. “SISTEMA DE APOIO À INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO DE ANOMALIAS” – IST (2005)

O Instituto Superior Técnico (IST) tem vindo a investir no estudo de um Sistema de Apoio à Inspeção e Diagnóstico de Anomalias em edifícios, que assenta em três pilares essenciais (Silvestre,2005):

- uma base de dados informatizada que reúne a informação necessária;
- um sistema que faculte a normalização das atividades e relatórios relacionados com as ações de inspeção – Módulo de Apoio à Inspeção (MAI);
- um sistema de deliberação sobre a ação a realizar após a obtenção do diagnóstico – Módulo de Apoio à Decisão (MAD).

Inicialmente, estes sistemas têm a finalidade de reunir todas as anomalias passíveis de ocorrer em cada elemento construtivo, bem como as causas subjacentes. São ainda incluídos métodos de diagnóstico, com o propósito da caracterização das anomalias e da identificação da causa. Para complementar esta metodologia, são incluídas as técnicas de reparação cuja finalidade é a correção das anomalias e a eliminação das respetivas causas (Silvestre,2005).

O método tem por base a formação de matrizes de correlação:

- entre anomalias e causas possíveis;
- entre anomalias;
- entre anomalias e métodos de diagnóstico;
- entre anomalias e técnicas de reparação.

As matrizes, cujo objetivo é o de traduzir o grau de relação entre entidades (auxiliando desta forma o trabalho desenvolvido pelo inspetor, sobretudo na fase de diagnóstico), possibilitam a determinação dos índices de simultaneidade entre as anomalias, averiguando qual a contribuição de cada causa provável enunciada e certificando quais as técnicas de reparação mais adequadas a desenvolver (Silvestre,2005).

Após a análise do sistema, é possível sintetizar toda a informação numa Ficha de Anomalia (Figura 2.12), que se apresenta nos seguintes campos:

- Descrição;
- Causas prováveis;
- Consequências possíveis;
- Aspetos a inspecionar;
- Ensaios a realizar;
- Parâmetros de classificação;
- Nível de gravidade/urgência de reparação;
- Soluções de reparação.

FICHA DE ANOMALIA F.1 a	FENDILHACÃO NA CAMADA EXTERIOR DO RCA
DESCRIÇÃO: fendilhacão atravessando toda a espessura do ladrilho, fina e sem orientação bem definida	
CAUSAS PROVÁVEIS: - elevada absorção de água do RCA (C-A11, C-E3) - acções de choque mecânico (C-C1, C-C2, C-C4) - aplicação de cargas excessivas (C-F1, C-F2, C-F3) - corrosão de elementos metálicos encastrados nas juntas (C-B16, C-D7) - material de assentamento de retracção elevada (C-B6, C-B10)	
CONSEQUÊNCIAS POSSÍVEIS: - descolamento (D.1_a ou D.s) e queda dos ladrilhos (perigo de danos humanos e materiais) em fachadas, a partir do 2º piso - degradação do aspecto visual - entrada de água da chuva no RCA, degradação do material de assentamento e do suporte e aparecimento de eflorescências (Dt.I3, Dt.j1), em exteriores - infiltrações para o interior do edifício, em fachadas e terraços	
ASPECTOS A INSPECCIONAR: - ocorrência de descolamento (S/N) - altura a que ocorre a anomalia, em fachadas (...) m - área da anomalia em que ocorreu descolamento ou desprendimento: (...) m² - percentagem de área de RCA afectada: (...) %	
ENSAIOS A REALIZAR: - M-A1 fissurómetro - M-B1 choque de esfera em pavimentos - M-D1 percussão	
PARÂMETROS DE CLASSIFICAÇÃO: - largura média das fendas: (...) mm - ocorrência de infiltrações (S/N)	
NÍVEL DE GRAVIDADE / URGÊNCIA DE REPARAÇÃO: 1 - ocorrência de infiltrações ou fendas com largura > 0,5 mm 2 - restantes casos	
SOLUÇÕES DE REPARAÇÃO: - R-C1 aumento da espessura ou inserção de juntas (rp) - R-C2 remoção de elementos metálicos corroídos (rp) - R-D1 substituição de RCA (rc) - R-D3 aplicação de novo RCA sobre o existente (rc) - R-D4 protecção de cantos salientes (rp)	

Figura 2.12 – Exemplo de uma Ficha de Anomalia do IST (Silvestre,2005).

2.2.13. “MÉTODO SIMPLIFICADO DE DIAGNÓSTICO DE ANOMALIAS” – SDA (2005)

O método, sugerido por Vítor Abrantes, pressupõe uma metodologia específica e simples, onde a definição da anomalia passa pela seleção progressiva de opções existentes, reunidas em grupos, que se apresentam posicionados do geral para o particular, convergindo desta forma para a obtenção do diagnóstico (Abrantes,Silva,2012).

A informação obtida pelo levantamento das anomalias existentes num edifício encontra-se reunida de forma simples numa Matriz de Fichas de Reabilitação, que está organizada mediante a zona do edifício – que pode ser exterior, zona comum e interior – onde se manifesta a anomalia, e mediante os seguintes grupos (Abrantes,Silva,2012):

- Elemento – reconhecimento do elemento onde se localiza a anomalia;
- Componente – pormenorização/especificação dos componentes que constituem o elemento em estudo;
- Anomalia – reúne o conjunto de anomalias correntemente associadas ao componente em análise;
- Causa/Manifestação – reúne todas as origens possíveis da anomalia e/ou respectivas formas de se revelar.

A título de exemplo, a Figura 2.13, mostra a referida matriz apenas para o elemento “Instalação de Águas e Esgotos”.

ELEMENTO	COMPONENTE	ANOMALIA	CAUSA/MANIFESTAÇÃO	REF.ª FICHA
INSTALAÇÃO DE ÁGUAS E ESGOTOS	Tubo de queda	Deterioração	destacamento/escamação/delaminação	IA-06-DE-04
			quebra	IA-06-DE-05
			rotura/deficiência de vedação	IA-06-DE-06
			corrosão	IA-06-DE-08
	Rede	Erro	erro de execução	IA-06-ER-02
		Deterioração	rotura/deficiência de vedação	IA-01-DE-06
	Equipamento de cozinha	Deterioração	má utilização/falta de manutenção	IA-10-DE-10

Figura 2.13 – Matriz de Fichas de Reabilitação para o elemento “Instalação de Águas e Esgotos” (Abrantes,Silva,2012).

O método possui uma base de dados que reúne um conjunto de Fichas de Reabilitação em conexão com cada anomalia apresentada. Cada Ficha de Reabilitação reúne toda a informação necessária sobre determinada anomalia (Abrantes,Silva,2012).

A Ficha de Reabilitação, tal como se pode observar na Figura 2.14, tem um cabeçalho onde se indicam todos os parâmetros mencionados anteriormente, apresentando-se nos seguintes campos (Abrantes,Silva,2012):

- Descrição sumária da anomalia – resumo elucidativo da aparência e localização frequente da mesma;
- Causas possíveis – síntese dos possíveis fatores que originaram a anomalia;
- Consequências – apresentam-se os efeitos que a anomalia pode causar;
- Estratégias de reabilitação – sugestões de técnicas eficazes para a correção da anomalia e formas para atenuar a mesma.

	IA-01-DE-06	
	Elemento	INSTALAÇÃO DE ÁGUAS E ESGOTOS E COMBATE A INCÊNDIOS
	Componente	Rede
	Anomalia	Deterioração
	Causa/ Manifestação	Rotura/deficiência de vedação

Descrição sumária da anomalia
Fugas na rede de abastecimento de água. Degradação da tubagem da rede inicial. Roturas em ramais de descarga de águas residuais domésticas embebidos no pavimento, ou em tubagens da rede de alimentação de água aos aparelhos sanitários.

Causas possíveis
Fugas na canalização de abastecimento de água devido ao envelhecimento do material ou a erros de execução nas ligações
Outros equipamentos ou acessórios podem dar origem a fugas, sendo recorrente a falta de estanquidade de caixas de esgotos, ligação dos equipamentos sanitários às tubagens, falta de vedação periférica de banheiras, lava-loiças, etc.
Para além da inspeção visual criteriosa das instalações, o diagnóstico pode recorrer a testes de pressão da tubagem de abastecimento de água, à coloração de esgotos ou ao mapeamento do teor de humidade dos elementos construtivos, com recurso, por exemplo, a técnicas de termografia.

Consequências
Degradação do aspeto e das condições de conforto e salubridade. Degradação progressiva dos revestimentos e dos seus suportes. Frequente deterioração de instalações elétricas e equivalentes, quando embebidas nas paredes.

Estratégias de reabilitação
A estratégia de reabilitação assenta na reparação ou substituição dos equipamentos e canalizações com fugas, seguida da secagem, saneamento e reparação dos revestimentos afetados.

Figura 2.14 – Ficha de Reabilitação SDA (Abrantes,Silva,2012).

2.2.14. “MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE IMÓVEIS” – MAEC (2006)

No enquadramento legal do Regime de Arrendamento Urbano, e no sentido de determinar o coeficiente de conservação de imóveis, foi desenvolvido no LNEC o Método de Avaliação do Estado de Conservação de Imóveis (MAEC). O método foi publicado pela Portaria n.º 1192-B/2006 de 3 de Novembro (Pedro *et al.*,2009).

O Coeficiente de Conservação reflete o Estado de Conservação do locado.

A avaliação do estado de conservação de um locado tem por base o preenchimento de uma Ficha de Avaliação (Figura 2.15), que se encontra organizada nos seguintes campos:

- Identificação (geral do locado);
- Caraterização (morfológica do locado);
- Anomalias de elementos funcionais – onde é registado o nível de anomalia que afeta um dos 37 elementos funcionais em que foi subdividida a avaliação do edifício e do locado. Os elementos funcionais estão divididos em três grupos, nomeadamente, edifício (no seu conjunto), outras partes comuns (a preencher apenas em edifícios com mais do que um locado), e unidade;
- Determinação do índice de anomalias – calculado através do quociente entre o total das pontuações e o total das ponderações dos elementos funcionais aplicáveis;

- Descrição de sintomas que motivam a atribuição de níveis de anomalias “graves” e/ou “muito graves” – descrevem-se as razões que justificam o atribuição desses níveis de anomalia aos elementos funcionais, através de fotografias que datem a vistoria efetuada pelo técnico;
- Avaliação – indicação do estado de conservação do locado, com base no índice de anomalias calculado anteriormente;
- Observações – registo das informações decorrentes da vistoria;
- Identificação do técnico;
- Coeficiente de Conservação – esta secção, a ser preenchida pela Comissão Arbitral Municipal (CAM), deve indicar o valor do referido coeficiente e a data em que o mesmo foi determinado.

NRAU - NOVO REGIME DE ARRENDAMENTO URBANO
Ficha de avaliação do nível de conservação de edifícios
(Portaria nº 1182/2006, de 5 de Novembro)

Código de área: _____
Número de ficha: _____

A. IDENTIFICAÇÃO

Região (R): _____
Número: _____ Anexo: _____ Localidade: _____ Código postal: _____
Cidade: _____ Concelho: _____ Freguesia: _____
Anexo material: _____ Fração: _____ Código-99 (Reservado): _____

B. CARACTERIZAÇÃO

Nº de pisos do edifício: _____ Espaço de construção: _____ Tipo de estrutura: _____ Nº de classes do edifício: _____ Uso da unidade: _____

C. ANOMALIAS DE ELEMENTOS FUNCIONAIS

	Anomalias					Ponderação
	Muito graves	Graves	Muito graves	Não se aplica	Ponderação	
Edifício	(X)	(H)	(B)	(S)	(C)	
1. Estrutura	☐	☐	☐	☐	☐	x 6 = _____
2. Coberturas	☐	☐	☐	☐	☐	x 5 = _____
3. Elementos salientes	☐	☐	☐	☐	☐	x 3 = _____
Outros pontos comuns	☐	☐	☐	☐	☐	x 3 = _____
4. Paredes	☐	☐	☐	☐	☐	x 3 = _____
5. Revestimentos de pavimentos	☐	☐	☐	☐	☐	x 2 = _____
6. Tectos	☐	☐	☐	☐	☐	x 2 = _____
7. Escadas	☐	☐	☐	☐	☐	x 3 = _____
8. Casilhotos e portas	☐	☐	☐	☐	☐	x 2 = _____
9. Dispositivos de protecção contra queda	☐	☐	☐	☐	☐	x 3 = _____
10. Instalação de distribuição de água	☐	☐	☐	☐	☐	x 1 = _____
11. Instalação de drenagem de águas residuais	☐	☐	☐	☐	☐	x 1 = _____
12. Instalação de gás	☐	☐	☐	☐	☐	x 2 = _____
13. Instalação eléctrica e de iluminação	☐	☐	☐	☐	☐	x 1 = _____
14. Instalações de telecomunicações e contra a intrusão	☐	☐	☐	☐	☐	x 1 = _____
15. Instalação de segurança	☐	☐	☐	☐	☐	x 3 = _____
16. Instalação de segurança contra incêndio	☐	☐	☐	☐	☐	x 1 = _____
17. Instalação de evacuação de fumo	☐	☐	☐	☐	☐	x 1 = _____

Unidade

18. Paredes exteriores	☐	☐	☐	☐	☐	x 5 = _____
19. Paredes interiores	☐	☐	☐	☐	☐	x 3 = _____
20. Revestimentos de pavimentos exteriores	☐	☐	☐	☐	☐	x 2 = _____
21. Revestimentos de pavimentos interiores	☐	☐	☐	☐	☐	x 4 = _____
22. Tectos	☐	☐	☐	☐	☐	x 4 = _____
23. Escadas	☐	☐	☐	☐	☐	x 4 = _____
24. Casilhotos e portas exteriores	☐	☐	☐	☐	☐	x 3 = _____
25. Casilhotos e portas interiores	☐	☐	☐	☐	☐	x 3 = _____
26. Dispositivos de protecção de vidros	☐	☐	☐	☐	☐	x 2 = _____
27. Dispositivos de protecção contra queda	☐	☐	☐	☐	☐	x 4 = _____
28. Equipamento sanitário	☐	☐	☐	☐	☐	x 3 = _____
29. Equipamento de cozinha	☐	☐	☐	☐	☐	x 3 = _____
30. Instalação de distribuição de água	☐	☐	☐	☐	☐	x 3 = _____
31. Instalação de drenagem de águas residuais	☐	☐	☐	☐	☐	x 3 = _____
32. Instalação de gás	☐	☐	☐	☐	☐	x 3 = _____
33. Instalação eléctrica	☐	☐	☐	☐	☐	x 3 = _____
34. Instalações de telecomunicações e contra a intrusão	☐	☐	☐	☐	☐	x 1 = _____
35. Instalação de ventilação	☐	☐	☐	☐	☐	x 2 = _____
36. Instalação de climatização	☐	☐	☐	☐	☐	x 2 = _____
37. Instalação de segurança contra incêndio	☐	☐	☐	☐	☐	x 2 = _____

D. DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE ANOMALIAS

Total das pontuações: _____
Total das ponderações atribuídas aos elementos funcionais aplicáveis: _____
Índice de anomalias: _____

E. DESCRIÇÃO DE SINTOMAS QUE MOTIVAM A ATRIBUIÇÃO DE NÍVEIS DE ANOMALIAS "GRAVES" E/OU "MUITO GRAVES"

Número de sintomas: _____
Relato sintoma da anomalia: _____
Identificação das fotografias: _____
Assinatura: _____

F. AVALIAÇÃO

Com base na observação das condições presentes e visíveis no momento da visita e nos termos do artigo 6.º da Portaria nº 1182/2006, de 5 de Novembro, declaro que:

☐ O estado de conservação do imóvel é: _____
Faciente ☐ Sim ☐ Médio ☐ Mau ☐ Pessimo ☐
☐ O estado de conservação dos elementos funcionais 1 a 17 é: _____ (a preencher apenas quando tenha sido pedida a avaliação da totalidade do prédio)
☐ Existem situações que constituem grave risco para a segurança e saúde pública e/ou das pessoas residentes. Sim ☐ Não ☐

G. OBSERVAÇÕES

H. TÉCNICO

Nome do técnico: _____ Data da visita: _____

I. COEFICIENTE DE CONSERVAÇÃO (preench

Figura 2.15 – Ficha de Avaliação do MAEC (Pedro *et al.*, 2009).

Apesar de as instruções de aplicação incluírem critérios gerais de avaliação e exemplos de sintomas de anomalias frequentes, não existe informação acerca de como interpretar os sinais de anomalia e identificar as causas prováveis, bem como proceder à sua correção (Pedro *et al.*, 2009).

3

REDES PREDIAIS EVOLUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO

3.1. GENERALIDADES

A água desempenha um papel de extrema importância na vida humana e no equilíbrio do ecossistema.

Ao longo dos tempos, as necessidades físicas e os hábitos de higiene, contribuíram para que o abastecimento de água nos edifícios se tornasse indispensável. Assim, ao longo dos tempos, o homem encontrou e aperfeiçoou soluções engenhosas para levar água até aos locais de consumo e aos respetivos consumidores.

Atualmente, a água é um recurso cada vez mais escasso, porque ameaçado, devido ao crescimento acelerado da população mundial e do parque industrial, que contribuiu para um consumo excessivo deste recurso. Por essa razão que tem vindo a ser demonstrada uma preocupação crescente e generalizada em relação ao consumo e utilização da água, no sentido de se alcançar um consumo sustentável.

Tal como os sistemas de abastecimento, os sistemas de drenagem de águas residuais são atualmente imprescindíveis em qualquer edifício, nomeadamente por questões de salubridade e de saúde pública. Aliás, a preocupação com o saneamento básico, ao longo da história, esteve quase sempre relacionada com a transmissão de doenças. Assim, o sistema de esgotos existe para afastar a possibilidade de contato de dejetos humanos com a população e com as águas de abastecimento.

Desde já, interessa referir que o presente capítulo terá por base o Decreto Regulamentar nº 23/95 de 23 de Agosto – Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (RGSPPDADAR) –, cujo principal objetivo visa assegurar o bom funcionamento dos referidos sistemas (públicos e prediais), preservando a segurança, a saúde pública e o conforto dos utentes. Refira-se que este Regulamento Geral se encontra atualmente em processo de revisão.

O RGSPPDADAR prevê a existência de entidades gestoras responsáveis pela conceção, construção e exploração dos sistemas públicos. Essa responsabilidade cabe ao Estado, aos municípios e às associações de municípios, podendo ser atribuída a outras entidades, como as entidades empresariais locais ou a entidades em regime de concessão. Assim sendo, cabe a cada município prever regulamentos que se apoiem no Regulamento Geral, com as variantes, que melhor se adequem à atividade gestora e às características próprias de cada sistema, mas no respeito que resulta do enquadramento daquele Regulamento Geral.

No presente capítulo, serão caracterizados os sistemas hidráulicos prediais de abastecimento e de drenagem de águas residuais. Dessa caracterização fazem parte os seus objetivos e constituição, a instalação e o traçado, bem como o funcionamento de cada uma das redes. Serão ainda descritos os principais tipos de materiais que as constituem.

Contudo, antes, irá fazer-se uma breve descrição da sua evolução histórica.

3.2. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS SISTEMAS HIDRÁULICOS PREDIAIS

O abastecimento de água e a drenagem de águas residuais estão intrinsecamente ligados ao desenvolvimento da civilização urbana.

Os primeiros sistemas comunitários ou “públicos” tiveram origem na antiga civilização egípcia. A primeira barragem de que se conhece existência é a de “Saad-el-Kafara” no Egito (3000 a.C.), com 107m de comprimento (Afonso,2001).

Civilizações posteriores, como é o caso da civilização grega ou a romana realizaram também obras da mesma proporção. No auge da civilização grega, Atenas possuía 20 aquedutos, construídos em barro e chumbo, sendo que já havia legislação em vigor sobre o uso da água (Afonso,2001).

Ora, os romanos desenvolveram e aperfeiçoaram técnicas de outros povos, tendo dado especial importância a questões de ordem de saúde pública e saneamento básico, e por isso mesmo foram os grandes impulsionadores no que refere à evolução dos sistemas de abastecimento de água e de esgotos.

Em Roma, no séc. II, a adução de água teria o valor de cerca de 13 m³/s para uma população superior a um milhão de habitantes. Só para o abastecimento da capital do seu império, os romanos construíram 11 grandes aquedutos, totalizando 613Km, sabendo-se que pelo menos outras 40 cidades romanas eram abastecidas de forma semelhante. O aqueduto romano mais extenso – “Aqua Marcia” – apresentava um comprimento total de 90Km (Afonso,2001).

Foram ainda os inovadores relativamente aos sistemas de aquecimento de água, que começaram por ser usados nos seus famosos “banhos”. Criaram ainda sistemas de alimentação de água fria e quente, em alguns casos já com recurso a torneiras (Afonso,2001).

No que refere aos sistemas de esgotos, é no Paquistão (antiga civilização Hindu) que se têm os primeiros registos (2500 a.C.) – este sistema era constituído por tubagens de grés que conduziam as águas residuais por canais cobertos, que posteriormente desaguavam nos campos, regando e adubando as culturas – (Afonso,2001).

Novamente, os gregos e os romanos, construíram redes de drenagem em diversas cidades. Em Roma, nos finais do séc. VI a.C. foi construída a chamada “Cloaca Máxima”, uma das mais antigas redes de esgotos do mundo e uma obra pública de excelência do Império – trata-se de um coletor em tijolo, com 3,5 m de diâmetro, inicialmente com a função de canal e posteriormente coberto, que serviu a cidade como uma rede de esgotos, e ainda hoje se mantém em funcionamento – (Afonso,2001). Note-se que “Cloaca” é um termo latino que significa “condutor de drenagem urbana” (Matos,2003).

Na Idade Média, houve um enorme retrocesso nas condições de salubridade, o que acarretou uma série de epidemias na Europa, não se tendo verificado durante cerca de um milénio qualquer inovação ao nível da engenharia sanitária.

Só em meados do séc. XIX na Europa, se estrearam sistemas públicos de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais adequados, conseguindo apenas neste século igualar o nível alcançado pelos romanos na antiguidade. Por exemplo, em Portugal, o Aqueduto das águas livres, em Lisboa – que seguiu de perto o traçado do aqueduto romano – foi iniciado em 1732 e só foi concluído em pleno séc. XIX (Afonso,2001).

As primeiras redes públicas de drenagem ditas modernas, foram realizadas em 1843 em Hamburgo, e em 1850 em Chicago, enquanto que a primeira estação elevatória municipal dos EUA foi construída em 1954, na Pensilvânia, e a primeira ETAR biológica em 1914, na cidade de Manchester (Afonso,2001).

Ao nível dos sistemas de drenagem de águas residuais, houve uma evolução que se iniciou no final do séc. XIX e durou até ao 3º quartel do séc. XX. O sistema predial “separativo”, usado no princípio do séc. XX, que consiste na drenagem das águas negras em separado das águas de sabão, foi sido progressivamente substituído pelo sistema “unitário”, constituído por uma única rede de coletores onde são admitidas as águas residuais domésticas, pluviais e industriais (Sousa,2001).

3.2.1. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS APARELHOS E DISPOSITIVOS DE UTILIZAÇÃO

A primeira bacia de retrete com descarga foi criada por Sir John Harington em 1585, enquanto que as primeiras referências ao bidé surgem por volta do ano de 1739 em Paris (Afonso,2001).

A primeira banheira individual com água quente e fria só veio a ser divulgada na segunda metade do séc. XIX, e é da autoria dos americanos Adam Thompson e Benjamim Franklin (Afonso,2001).

Em Portugal, há exemplos de banheiras metálicas no Palácio da Ajuda e no Palácio da Pena (séc. XIX).

O termoacumulador foi criado como apoio aos trabalhos laboratoriais de Sir James Dewar, em 1892, tendo sido ajustado para uso doméstico em 1904, ano esse, em que se iniciou a prática de desinfecção com recurso à cloração, em Inglaterra (Afonso,2001).

O primeiro sistema de aquecimento solar de água surge em Israel no ano de 1955.

Nos finais do séc. XIX, foram adotadas nas redes hidráulicas prediais, alguns métodos que ainda perduram nos nossos dias, como por exemplo a adoção de sifões, cujo objetivo é o de evitar a passagem de cheiros para o interior das habitações.

3.3. SISTEMAS PREDIAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

3.3.1. GENERALIDADES

As instalações de abastecimento de água devem ser projetadas de modo a garantir um nível de desempenho satisfatório dos seus sistemas, especialmente tendo em conta a segurança e o conforto dos utentes, assegurando a potabilidade da água, bem como o seu fornecimento de modo contínuo e seguro (Medeiros,2005).

Nos edifícios destinados à habitação, e aquando do dimensionamento das redes, é essencial definir determinados limites de consumo, mediante as necessidades dos seus ocupantes. O regulamento geral, no seu art.º 13.º, prevê consumos mínimos que dependem do uso do edifício, e das necessidades de consumo dos utilizadores e que estão interligadas à dimensão do agregado populacional.

De forma breve, e como se pode observar na Figura 3.1., uma rede predial de distribuição de água é constituída pelo conjunto de vários sub-sistemas, tais como (Medeiros,2012):

- Ramal de ligação: canalização compreendida entre a rede pública e o limite da propriedade;
- Ramal de introdução coletivo: canalização compreendida entre o limite da propriedade e os ramais de introdução individuais dos utentes, em edifícios com mais de um consumidor/utente;
- Ramal de introdução individual: canalização compreendida entre o ramal de introdução coletivo e os contadores de água dos utentes, ou entre o limite predial e o contador, no caso de se destinar à alimentação de um só consumidor/utente;
- Ramal de distribuição: canalização compreendida entre os contadores individuais e os ramais de alimentação;
- Coluna: parte da canalização que apresenta um desenvolvimento vertical ou de prumada de um ramal de introdução ou de um ramal de distribuição;
- Ramal de alimentação: canalização destinada a alimentar os diferentes dispositivos de utilização instalados.

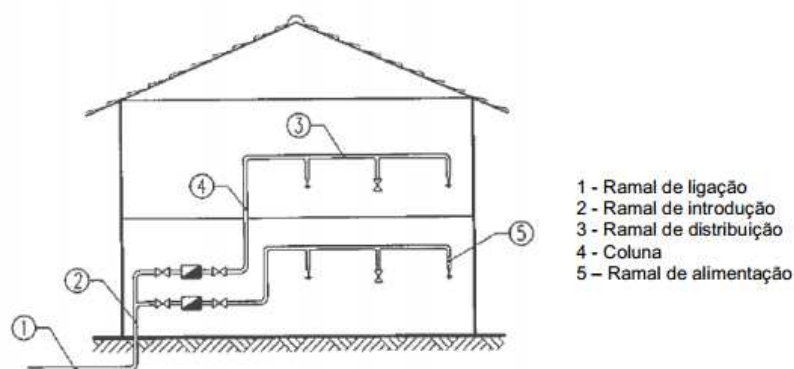


Figura 3.1 – Rede de distribuição de água (Pedroso,2000).

Numa primeira abordagem, antes de se dar início ao projeto, deve-se considerar a existência da rede pública e respetiva localização, bem como os seus níveis de pressão máxima e mínima (que devem ser solicitados e fornecidos pela entidade gestora), conforme art.º 92.º do regulamento geral. Por outro lado, deve avaliar-se se o fornecimento de água é o ideal, isto é, se existem ou não cortes no seu fornecimento e se sim, com que frequência ocorrem. Esta avaliação poderá determinar a necessidade de prever sistemas de compensação que evitem o desconforto resultante da descontinuidade de resposta da rede pública.

A conceção de sistemas prediais de distribuição de água deve ter como principal objetivo a resolução de problemas numa perspetiva global, coordenada com a arquitetura e as restantes instalações especiais do edifício (Pedroso,2000).

Os projetos referentes à distribuição predial de água devem conter nas peças desenhadas os tipos de dispositivos de utilização e respetiva localização, bem como os aparelhos alimentados, tudo conforme art.º 89.º do regulamento geral.

3.3.2. TIPIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO PREDIAL DE ÁGUA

Na conceção de novos sistemas, de acordo com o art.º 87.º do regulamento geral, há que atender:

- À pressão disponível na rede geral de alimentação e à necessidade nos dispositivos de utilização;
- Ao tipo e número de dispositivos de utilização;
- Ao grau de conforto pretendido;
- À minimização de tempos de retenção da água nas canalizações.

Por vezes não é possível proceder à alimentação diretamente da rede, por não cumprir algumas das condições previstas e já anteriormente referidas. Neste contexto, o regulamento prevê que a pressão de serviço em qualquer dispositivo de utilização predial para o caudal de ponta não deve ser, em regra, inferior a 100 KPa o que, na rede pública e ao nível do arruamento, corresponde aproximadamente a:

$$H=100+40n$$

Em que, H , é a pressão mínima em KPa e, n , o número de pisos acima do solo incluindo o piso térreo, conforme art.º 21.º do regulamento geral.

Por outro lado, as pressões de serviço nos dispositivos de utilização devem situar-se entre os 50 KPa e 600 KPa, sendo recomendável, por razões de conforto e durabilidade dos materiais, que se mantenham entre 150 KPa e 300 KPa, segundo o disposto no n.º 2 do art.º 87.º do regulamento geral.

Assim, podem-se apontar dois tipos de abastecimento: o Direto e o Indireto, que se descrevem de seguida.

O abastecimento direto (Figura 3.2) é efetuado sempre que as condições de abastecimento público apresentem níveis de pressão e caudal que satisfaçam a regulamentação em vigor e garantam as condições de segurança e conforto definidas em projeto, trata-se portanto trata-se de um sistema cujos dispositivos de utilização são abastecidos diretamente da rede (Medeiros,2005).

Este sistema de distribuição garante, normalmente uma melhor qualidade da água, devido ao fato que a água não tem de permanecer um período mais ou menos longo num reservatório e na ausência deste, traduz-se num sistema mais económico. A principal desvantagem deste sistema, é no entanto, a que resulta da probabilidade de se verificar uma grande variação da pressão na rede pública capaz de provocar um mau funcionamento dos dispositivos, bem como de não garantir a continuidade de abastecimento sempre que ocorram interrupções de fornecimento e/ou diminuição de caudal e/ou pressão na rede pública.



Figura 3.2 – Sistema direto (Medeiros,2005).

O sistema indireto, sem ou com um ou mais reservatórios, é usado, sempre que não seja possível utilizar o sistema direto. Este tipo de sistema deve ser apenas adotado quando o sistema anterior não conseguir satisfazer, com segurança, as necessidades de abastecimento, pois o armazenamento de água em reservatórios requer cuidados aquando da sua conceção e manutenção, de modo a garantir a preservação da qualidade da água.

Caso os níveis de pressão e/ou caudal não cumpram a regulamentação em vigor, opta-se então pelo sistema de abastecimento indireto, em que a água, que vem diretamente da rede pública, é armazenada em reservatório(s) e a partir dele(s) é distribuída aos diversos dispositivos de utilização ou é, sem previsão de reservatório(s) diretamente elevada da rede pública para a rede predial por interposição de sistema elevatório.

Sempre que a pressão disponível na rede seja suficiente para elevar a água ao reservatório e/ou possibilite em certos períodos diários a reposição da reserva necessária, deve optar-se pelo sistema indireto com reservatório elevado, como se observa na Figura 3.3 (Medeiros,2005).

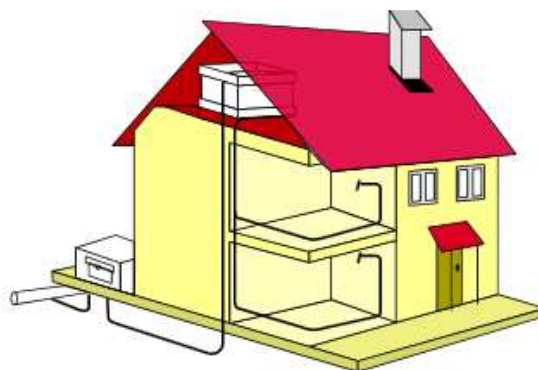


Figura 3.3 – Sistema indireto com reserva superior (Medeiros,2005).

Por outro lado, quando a pressão vinda da rede é insuficiente para elevar a água ao reservatório superior, deve optar-se pelo sistema elevatório com reservatório inferior, que se resume ao uso de um reservatório inferior com um sistema de bombeamento capaz de elevar a água (Figura 3.4). Por outro lado, pode ser ainda ser usado este tipo de abastecimento sem reservatório inferior, ou seja, a água é elevada diretamente aos dispositivos de utilização (Figura 3.5).

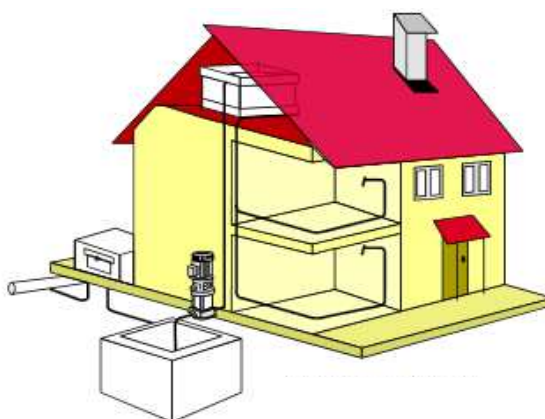


Figura 3.4 – Sistema indireto com bombeamento e reservatório inferior (Medeiros,2005).



Figura 3.5 – Sistema indireto com bombeamento direto (Medeiros,2012).

Outra solução passa pela escolha de uma sistema de alimentação misto, isto é, sempre que a rede pública não puder assegurar as pressões necessárias, deverá ser prevista uma instalação sobrepressora com tanque de compensação (Medeiros,2005).

Num sistema de distribuição misto há dispositivos de utilização que são abastecidos diretamente da rede pública e outros são abastecidos a partir de um reservatório (Figura 3.6).

Este sistema é muito utilizado por exemplo em edifícios multifamiliares com comércio no rés-do-chão, uma vez que estes devem possuir um ramal de introdução individual e a pressão da rede é suficiente para o abastecimento dos equipamentos de utilização presentes nos comércios.

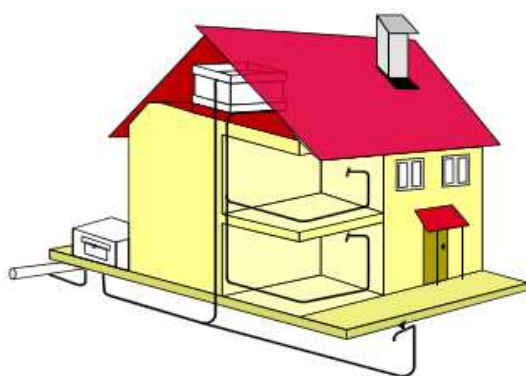


Figura 3.6 – Sistema misto (Medeiros,2005).

3.3.3. SISTEMAS PREDIAIS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA FRIA

Entende-se por água fria a água fornecida aos dispositivos de utilização nas condições de temperatura ambientais. O principal objetivo destas redes é a de assegurar uma distribuição adequada e contínua a todos os dispositivos de utilização instalados.

No dimensionamento hidráulico das redes prediais, para além do conhecimento dos valores das pressões máxima e mínima da rede pública já referidos, interessa ainda o conhecimento técnico e de sistema que lhe é inerente, bem como algumas considerações impostas pelo regulamento, segundo o art.º 94.º, tais como:

- os caudais de cálculo;
- as velocidades regulamentares;
- a rugosidade dos materiais.

Os caudais de cálculo nestas redes têm por base os caudais instantâneos atribuídos aos dispositivos, e os coeficientes de simultaneidade, como disposto no art.º 93.º do regulamento geral.

Os caudais instantâneos a atribuir aos dispositivos de utilização, segundo o art.º 90.º do regulamento geral, devem estar de acordo com o fim específico a que se destinam, sendo que os valores mínimos a considerar são os que se encontram no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 – Caudais mínimos nos dispositivos de utilização (Anexo IV do RGSPDADAR).

Dispositivos de utilização para:	Caudais mínimos (l/s)
Lavatório individual	0,10
Lavatório coletivo (por bica)	0,05
Bidé	0,10
Banheira	0,25
Chuveiro individual	0,15
Pia de despejo com torneira de diâmetro de 15mm	0,15
Autoclismo de bacia de retrete	0,10
Mictório com torneira individual	0,15
Pia lava-louça	0,20
Bebedouro	0,10
Máquina de lavar louça	0,15
Máquina ou tanque de lavar roupa	0,20
Tanque de lavar roupa	0,20
Bacia de retrete com fluxómetro	1,50
Mictório com fluxómetro	0,50
Boca de rega ou de lavagem de diâmetro de 15mm	0,30
Boca de rega ou de lavagem de diâmetro de 20mm	0,45
Máquinas industriais e outros aparelhos não especificados.	Em conformidade com as indicações dos fabricantes.

Na determinação dos caudais de cálculo, deve-se ter em atenção a possibilidade do funcionamento não simultâneo da totalidade dos dispositivos de utilização, considerando, para o efeito, o coeficiente de simultaneidade mais adequado numa dada secção. O coeficiente de simultaneidade é a relação entre o caudal simultâneo máximo previsível (caudal de cálculo) e o caudal acumulado de todos os dispositivos de utilização alimentados através dessa secção (somatório dos caudais instantâneos), segundo o exposto no art.º 91.º.

A probabilidade de vários dispositivos de utilização funcionarem em simultâneo varia com o número de utilizadores e o número de dispositivos de utilização a funcionar paralelamente. O coeficiente de simultaneidade tem em conta essa probabilidade, e depende do caudal acumulado, bem como do nível de conforto pretendido (Figura 3.7).

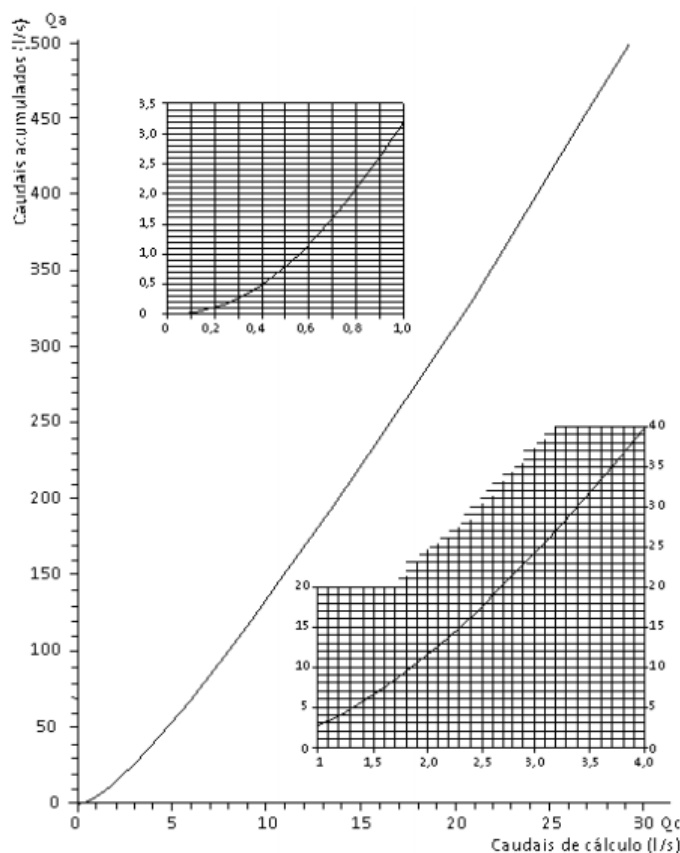


Figura 3.7 – Caudais de cálculo em função dos caudais acumulados (Anexo V do regulamento geral).

O valor do caudal de cálculo será, então, o utilizado para o dimensionamento das redes prediais. Interessa, ainda, conhecer o valor da velocidade de escoamento. Os valores que a limitam variam entre os 0,5 m/s a 2,0 m/s, e são válidos para toda a rede predial, desde o ramal de distribuição, até aos ramais de alimentação.

Finalmente, e ainda no dimensionamento dos sistemas, é necessário considerar a rugosidade do material, da qual dependem as perdas de carga (localizadas ou contínuas).

3.3.3.1. Reserva predial de água para abastecimento doméstico

Os reservatórios de água destinada ao consumo humano, devem ser previstos de forma a que a sua localização permita uma fácil inspeção e conservação. Devem, ainda, ter proteção térmica e estar afastados de locais sujeitos a temperaturas extremas (Medeiros,2005).

Como características construtivas dos reservatórios, salientam-se as seguintes (Medeiros,2005):

- devem ser impermeáveis e dotados de dispositivos de fecho estanques e resistentes;
- as arestas interiores devem ser boleadas e a soleira ter a inclinação mínima de 1% para a caixa de limpeza, a fim de facilitar o esvaziamento;

- nos reservatórios com água destinada a consumo humano e com capacidade útil igual ou superior a $2,0 \text{ m}^3$ devem ser constituídos, pelo menos, por duas células, preparadas para funcionar separadamente mas que, em funcionamento normal, se intercomunicuem;
- sistema de ventilação, convenientemente protegido com rede de malha fina, tipo mosquiteiro, de material não corrosivo, que deve impedir a entrada de luz direta e assegurar a renovação frequente do ar em contacto com a água;
- a soleira e as superfícies interiores das paredes devem ser tratadas com revestimentos adequados que permitam uma limpeza eficaz, a conservação dos elementos resistentes e a manutenção da qualidade da água; a entrada e saída da água nos reservatórios devem estar posicionadas de modo a facilitar a circulação de toda a massa de água armazenada;
- o fundo e a cobertura dos reservatórios não devem ser comuns aos elementos estruturais do edifício, nem as paredes comuns a paredes de edificações vizinhas.

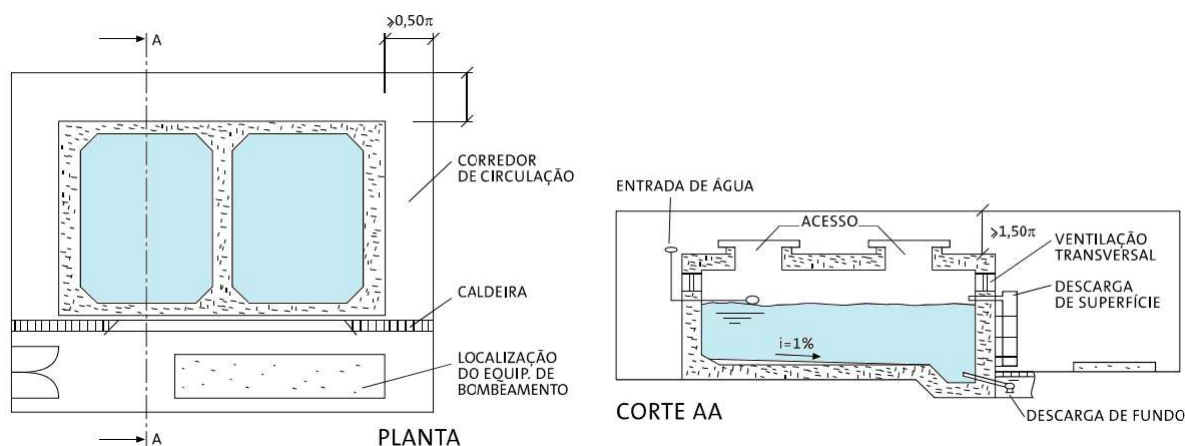


Figura 3.8 – Esquema-tipo de um reservatório de água potável (Medeiros,2005).

Os reservatórios podem ser de betão, alvenaria de tijolo ou de blocos de cimento, aço ou outros materiais que se mostrem adequados a manter a qualidade da água armazenada e os materiais e revestimentos usados na sua construção não devem alterar a qualidade da água afetando a saúde pública (Medeiros,2005).

Finalmente, importa referir que os reservatórios de água para consumo humano devem ser sujeitos a operações de inspeção e limpeza periódica.

3.3.4. SISTEMAS PREDIAIS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA QUENTE

Estes sistemas têm como objetivo assegurar a distribuição de água quente nas condições de temperatura, quantidade e qualidade adequadas ao uso sanitário. Visto a água quente ser destinada ao contacto com o corpo humano, a sua temperatura não deve exceder os 60°C , segundo o art.º 97.º.

O dimensionamento hidráulico da rede predial de água quente tem como base o dimensionamento efetuado para o abastecimento predial de água fria, considerando igualmente os limites de pressão, os

caudais instantâneos, os caudais de cálculo, as velocidades regulamentares, bem como a rugosidade dos materiais – de notar que, devido ao aumento de temperatura nas tubagens e à sua dilatação diametral, o coeficiente de rugosidade será menor e consequentemente menor será a perda de carga unitária, logo, o material e a sua rugosidade, devem ser pensados de modo a suportar tais temperaturas – (Medeiros,2012).

No que refere aos equipamentos, importa essencialmente a sua adequabilidade e capacidade para realizar as funções previstas, de modo a que não sejam causa de perturbações no sistema, e que não prejudiquem o seu desempenho a nível global (Medeiros,2005).

Para além dos aparelhos, existem condicionantes técnicas a ter em conta nestes sistemas, nomeadamente a importância do isolamento térmico das tubagens, e a possível vantagem de previsão do circuito de recirculação ou retorno, como se explica a seguir.

3.3.4.1. Isolamento das tubagens

O isolamento térmico das tubagens assume especial importância nas canalizações de água quente. Estas devem ser isoladas com produtos adequados, não corrosivos, incombustíveis e resistentes à humidade e protegidos sempre que haja risco de condensação de vapor de água, de infiltrações ou de choques mecânicos (Figura 3.9).



Figura 3.9 – Isolamento para tubagens de água quente (<http://www.isoline.com.br/produtos/isolamento-termico> 13/11/12).

Esta opção técnica deve ser sempre contemplada, para reduzir o gradiente entre a temperatura da água à saída do equipamento de aquecimento e à sua chegada ao dispositivo de utilização. Por outro lado, influencia a temperatura ambiente dos compartimentos por onde passam estas tubagens, se embutidas em elementos construtivos. No caso de estarem instaladas à vista, reduz o risco de eventuais queimaduras por contacto com as tubagens (Pedroso,2000).

Segundo o art.º 98.º, não se torna necessário isolar estas canalizações quando as derivações para os dispositivos de utilização são de pequeno comprimento.

3.3.4.2. Circuito de recirculação (circulação forçada) ou de retorno

Os sistemas de produção e distribuição de água quente devem garantir as temperaturas mínimas de utilização necessárias nos dispositivos de utilização em função das exigências de desempenho e economia desejadas, recorrendo, se necessário, à circulação forçada ou retorno (Medeiros,2005).

A temperatura da água quente quando em repouso nas tubagens, ou seja, quando esta não está a ser utilizada, acaba por dissipar-se nas tubagens e no meio envolvente até ser atingido o equilíbrio térmico. Consequentemente, o utente ao abrir a água quente num determinado dispositivo, necessita de esperar alguns minutos pela mesma. Esse tempo de espera depende do comprimento da instalação, da temperatura que a água sai do sistema de aquecimento e do adequado isolamento das tubagens. Quanto maior for a distancia do sistema utilizado ao equipamento de aquecimento, maior é o desperdício da água fria, mas também da energia gasta para a aquecer (Medeiros,2005).

A recirculação evita esse desperdício ao reduzir o tempo de espera até à chegada da água quente, como aliás se observa na Figura 3.10. Para que este sistema se mostre vantajoso, o isolamento das tubagens é essencial, bem como o comprimento do sistema.

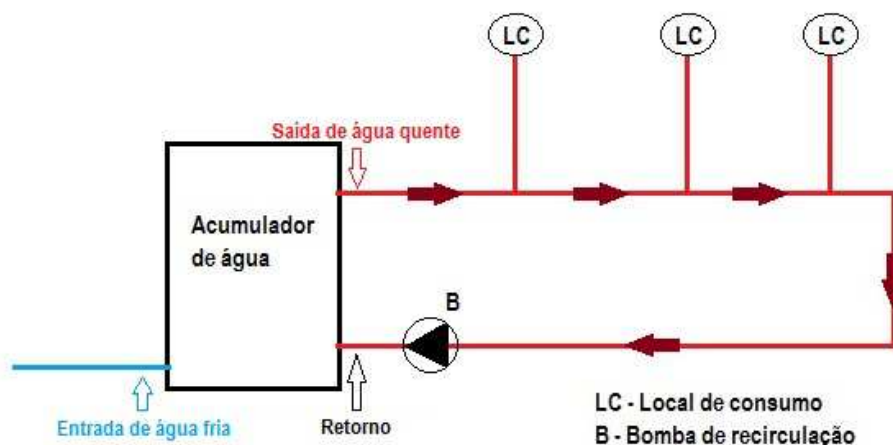


Figura 3.10 – Esquema de um sistema de recirculação.

Na prática, quando o comprimento das canalizações excede sensivelmente os 30 m, mostra-se vantajoso prever o circuito de retorno, visto ser mais económico (Medeiros,2005). Assim, é mais frequente existir o sistema de recirculação em edifícios não familiares, uma vez que são, em geral, edifícios com traçados extensos e exigências de conforto mais elevadas, como por exemplo as unidades hoteleiras.

3.3.4.3. Aparelhos produtores de água quente

O fornecimento de água quente é atualmente fundamental no que refere às necessidades de conforto e de higiene dos utilizadores, pelo que progressivamente se foram incentivando a utilização de equipamentos ou aparelhos de produção de água quente sanitária.

As instalações prediais de água quente são o conjunto de equipamentos, fontes energéticas e materiais que permitem aos utilizadores dos edifícios a obtenção da água aquecida artificialmente, visando a sua distribuição em boas condições, respeitando sempre a quantidade e qualidade da mesma (Ramos,2010).

Há que ter em conta que a produção de água quente pode ser necessária para outros fins que não os sanitários, como por exemplo para aquecimento central ou climatização.

A escolha dos aparelhos de produção de água quente deve ser considerada ainda na fase de projeto, de acordo com os requisitos regulamentares aplicáveis, visto que existem condicionantes específicas na instalação dos mesmos, designadamente os que utilizam gás como fonte energética.

Os sistemas de aquecimento podem ser individuais ou coletivos. Um sistema de aquecimento individual fornece água quente apenas a uma unidade de utilização, sendo que a nível económico a instalação deste sistema torna-se mais dispendiosa, visto ser necessário um equipamento de aquecimento de água por fogo/utilizador. Já um sistema de aquecimento coletivo alimenta várias unidades, sendo que é maioritariamente utilizado em edifícios não habitacionais, como hospitais, hotéis, etc. Este sistema abastece um maior número de dispositivos de utilização, tornando a utilização em simultâneo menos provável, sendo possível reduzir os volumes de armazenamento e baixar a potência dos equipamentos, permitindo assim custos de produção menores.

A escolha do sistema depende do tipo de energia que será utilizado: aquecimento elétrico, a gás, solar, com outros combustíveis ou misto. A partir daí, é definido o sistema de alimentação dos equipamentos, o qual pode ser (Medeiros,2005):

- Instantâneo ou de passagem, em que a água é aquecida de forma gradual, à medida que circula pelo aparelho (esquentadores);
- Por acumulação, em que a água aquecida fica armazenada em acumuladores (termoacumuladores elétricos e a gás, depósitos de água quente com circuito primário de aquecimento).

Estes sistemas de aquecimento dependem antes de mais do tipo de utilização do edifício, bem como das necessidades instantâneas e horárias de água quente e da análise técnico-económica das várias alternativas existentes, o que pressupõe o conhecimento das características térmicas dos aparelhos (Medeiros,2005).

Os equipamentos instantâneos a gás são vulgarmente conhecidos por esquentadores. Os elétricos, devido ao elevado custo da energia utilizada (elétrica), são cada vez menos utilizados em instalações prediais. Por outro lado, a caldeira mural surge cada vez mais como a solução ideal por muitas vezes ser utilizado como um sistema misto, ou seja, combina a produção de água quente para aquecimento do ambiente, com a produção instantânea de água quente sanitária. Pode ainda, através de um circuito primário de aquecimento, promover a acumulação de água quente em depósitos de água (Medeiros,2005).

A água aquecida nos aparelhos por acumulação, nomeadamente nos termoacumuladores elétricos ou a gás, fica armazenada de forma a poder ser utilizada quando necessário. Têm um aspeto de reservatório isolado termicamente no qual a temperatura é controlada por um termostato e o seu aquecimento ocorre automaticamente quando necessário.

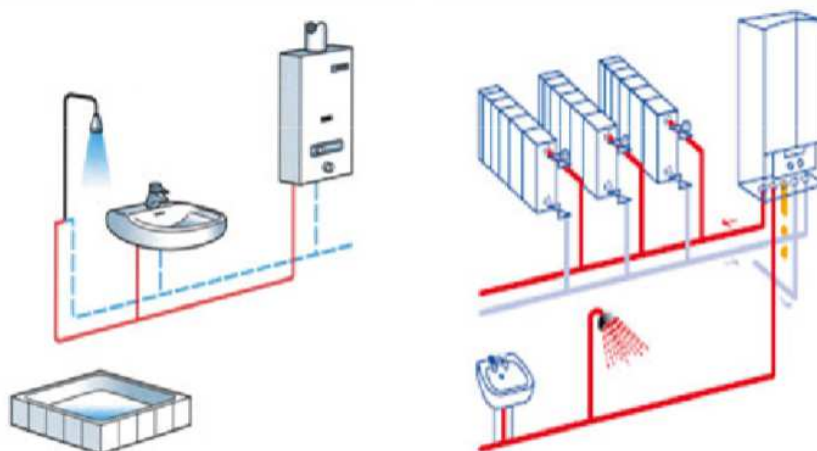


Figura 3.11 – Aparelhos de produção de água quente. Esquentador (à esquerda) e Caldeira Mural (à direita) [Vulcano].

Por razões de segurança é interdita a instalação de aparelhos produtores de água quente a gás nas instalações sanitárias ou em locais que se não situem junto da envolvente exterior do edifício, para que se possa garantir uma fácil tiragem dos gases de combustão para o exterior dos espaços habitados ou utilizados.

3.3.5. TRAÇADO E INSTALAÇÃO

Segundo o art.º 95.º do regulamento geral, num projeto de distribuição predial de água, o traçado das canalizações deve ser constituído por troços retos, horizontais e verticais, ligados entre si por acessórios apropriados, devendo os primeiros possuir ligeira inclinação para favorecer a saída do ar, considerando-se recomendável 0,5% como valor mínimo orientativo, como se observa a seguir.

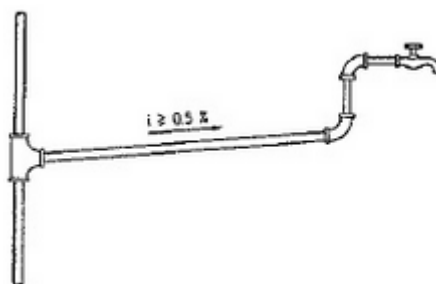


Figura 3.12 – Declive das tubagens (Pedroso,2000).

A exigência de acessórios pode ser dispensada nos casos em que se utilizem canalizações flexíveis. Nestas tubagens, a instalação deve ser efetuada a profundidades tais, no elemento de suporte, que possibilitem a execução de raios de curvatura adequados na transição de parede para parede (Figura 3.13) (Pedroso,2000).

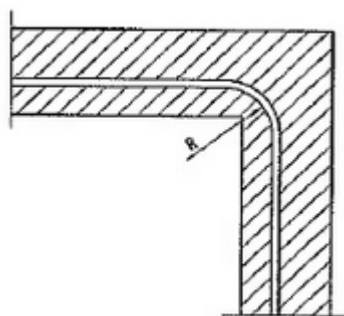


Figura 3.13 – Instalação de tubagens sem acessórios (Pedroso,2000).

As canalizações de água quente devem ser colocadas, sempre que possível, paralelamente às canalizações de água fria e acima destas ou, quando se desenvolvam na vertical, à sua esquerda, sendo que a distância mínima entre canalizações de água fria e quente é de 5cm (Figura 3.14).

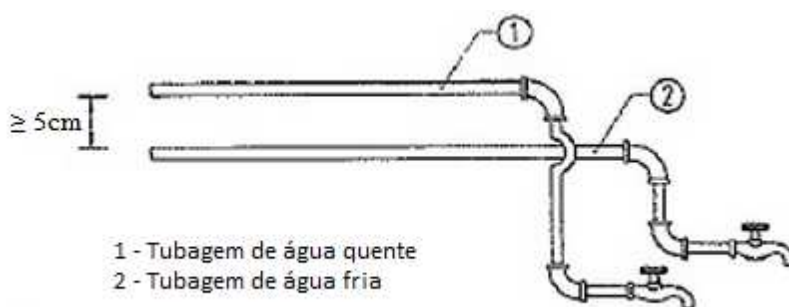


Figura 3.14 – Instalação de tubagens de água quente e fria (Pedroso,2000).

O art.º 96.º do regulamento geral, por sua vez, descreve como se deve proceder à instalação destas redes. As canalizações interiores da rede predial de água fria e quente podem ser instaladas à vista, em galerias, caleiras, tetos falsos, embainhadas ou embutidas, sendo que as canalizações não embutidas são fixadas por braçadeiras, espaçadas em conformidade com as características de material.

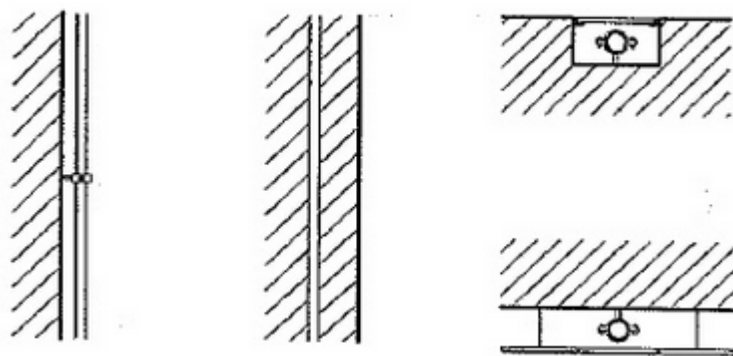


Figura 3.15 – Instalação das tubagens (Pedroso,2000).

Segundo o mesmo artigo, na instalação de juntas e no tipo de abraçadeiras a utilizar, deverão ser considerados os problemas de dilatação e contração da tubagem.

As canalizações exteriores da rede predial de água fria podem ser enterradas em valas, colocadas em paredes ou instaladas em caleiras, devendo ser sempre protegidas de ações mecânicas e isoladas termicamente quando necessário.

De notar que as canalizações não devem ficar: sob elemento de fundação; embutidas em elementos estruturais; embutidas em pavimentos, exceto quando flexíveis e embainhadas; em local de difícil acesso; em espaços pertencentes a chaminés e a sistemas de ventilação.

Finalmente importa frisar que, as canalizações instaladas à vista ou visitáveis devem ser identificadas consoante a natureza da água transportada e de acordo com o sistema de normalização vigente (geralmente azul para a água destinada ao consumo humano e de cor vermelha para águas destinadas ao combate a incêndios) (art.º 84.º do regulamento geral).

3.3.6. ELEMENTOS ACESSÓRIOS DA REDE

3.3.6.1. Torneiras e Fluxómetros

As torneiras e fluxómetros devem ser colocados em locais acessíveis, de forma a permitir a sua fácil manobra e manutenção. Podem ser de latão, com ou sem revestimento cromado, ou de outros materiais que reúnam as necessárias condições de utilização (Medeiros,2005).

3.3.6.2. Válvulas

As válvulas devem ser colocadas em locais acessíveis de forma a permitir a sua fácil manobra e manutenção. Nas redes de abastecimento de água, são usuais as válvulas de seccionamento, de retenção, de segurança, redutoras de pressão e de regularização. As válvulas podem ser de material de nobreza igual ou tão próxima quanto possível do material das tubagens em que se inserem, quando as tubagens o forem de material metálico, tendo em vista evitar a corrosão galvânica (Medeiros,2005).

As válvulas de seccionamento visam impedir ou estabelecer a passagem de água em qualquer dos sentidos, sendo obrigatória a sua instalação à entrada dos ramais de introdução individuais e dos ramais de distribuição das instalações sanitárias e das cozinhas. Por outro lado, devem ser instaladas a montante de autoclismos, fluxómetros, máquinas lavar roupa e louça, dos equipamentos produtores de água quente e dos purgadores de água. São ainda obrigatórias a montante e a jusante dos contadores (Medeiros,2005).

As válvulas de retenção impedem a passagem de água num dos sentidos, e são obrigatórias a montante dos aparelhos produtores, dos acumuladores de água quente e de qualquer rede não destinada a fins alimentares e sanitários (Medeiros,2005).

As válvulas segurança, cuja função passa por manter a pressão abaixo de determinado valor, devem ser colocadas na alimentação de aparelhos produtores, nomeadamente de acumuladores de água quente (Medeiros,2005).

As válvulas redutoras de pressão, visam manter a pressão abaixo de determinado valor com a introdução de uma perda de carga, sendo a sua instalação obrigatória nos ramais de introdução sempre que a pressão seja superior a 600 KPa e/ou as necessidades específicas do equipamento assim o exijam (Medeiros,2005).

Finalmente, as válvulas de regulação permitem a regularização do caudal (Medeiros,2005).

3.3.6.3. Contadores

Compete à entidade gestora a definição do tipo, calibre e classe metrológica do contador a instalar, segundo art.º 105.º do regulamento geral.

Segundo o art.º106.º do mesmo regulamento, é obrigatório instalar um contador por cada consumidor, garantindo a medição de todos os consumos, sendo que estes podem ser colocados de forma isolada, ou em conjunto (bateria de contadores).

O espaço destinado aos contadores e respetivos acessórios deve ser definido pela entidade gestora.

3.4. SISTEMAS PREDIAIS DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS

3.4.1. GENERALIDADES

As águas residuais são águas resultantes de atividades humanas com origem na necessidade de transportar resíduos domésticos, comerciais e industriais e outros, e na utilização da água para fins higiénicos, recreativos e outros ou resultantes de ocorrências de precipitação. (Medeiros,2012)

A água que chega aos edifícios é utilizada para diversos fins, conforme o tipo de edifício. À medida que esta vai sendo usada, as suas características químicas, biológicas e físicas modificam-se, pelo que a mesma se transforma num produto residual impróprio para o uso. Assim, torna-se indispensável a sua drenagem e tratamento, de forma a evitar problemas relacionados com a saúde pública e a salubridade ambiental (Sousa,2001).

Os sistemas de drenagem pública de águas residuais englobam as águas residuais domésticas, industriais e pluviais, pelo que são essencialmente constituídos por redes de coletores, instalações de tratamento e dispositivos de descarga final, segundo disposto no n.º1 do art.º 115.º do regulamento geral. Tal como é referido no art.º 116.º mesmo do regulamento, estes sistemas podem ser do tipo:

- Separativos: constituídos por duas redes de coletores distintas, uma destinada às águas residuais domésticas e industriais e outra à drenagem das águas pluviais ou similares;
- Unitários: constituídos por uma única rede de coletores onde são admitidas conjuntamente as águas residuais domésticas, industriais e pluviais;
- Mistos: constituídos pela conjugação dos dois anteriores, em que parte da rede funciona como sistema unitário e a restante como sistema separativo;
- Pseudo-separativos: em que se admite em condições excecionais, a ligação de águas pluviais de pátios interiores, ao coletor de águas residuais domésticas.

Na concepção dos sistemas prediais de drenagem de águas residuais é importante obedecer às exigências funcionais, à compatibilização entre os demais projetos envolvidos, e também devem ser tidos em conta outros aspetos gerais, tais como (Medeiros,2012):

- a montante das câmaras de ramal de ligação, é obrigatória a separação dos sistemas de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais;
- existência da rede pública, nomeadamente, conhecer as características dos coletores públicos;
- evitar a acumulação de água em zonas de circulação e na cobertura;
- manter uma distância superior a um metro entre a rede de abastecimento e a rede de esgotos;
- garantir o conforto dos utentes e a qualidade das instalações hidráulicas (evitar ruído, entupimentos, desforragem – perda do fecho hídrico – dos sifões, etc.);
- necessidade de prever condutas de serviço – para instalação de tubagens verticais – bem como tetos falsos ou pisos técnicos e falsos – para instalação de tubagens horizontais – de fácil acesso para futuras manutenções;
- localização de aparelhos e equipamentos;
- instalações complementares, como instalações elevatórias e câmaras retentoras de sólidos e gorduras;
- estudo da recolha das águas pluviais.

O projeto da rede de drenagem de águas residuais, deve ser desenvolvido de forma a garantir a captação e condução das águas prediais aos coletores e posteriormente às redes de tratamento das águas.

3.4.2. DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS

As águas residuais domésticas provêm de instalações sanitárias, cozinhas, e zonas de lavagem de roupas e caracterizam-se por conterem quantidades apreciáveis de matéria orgânica, serem facilmente biodegradáveis e manterem relativa constância das suas características no tempo, como referido no art.º 115.º do regulamento geral.

Importa referir que a drenagem predial pode ser feita por gravidade e/ou por elevação, em função dos níveis altimétricos de recolha das águas residuais domésticas relativamente ao nível do arruamento em que o coletor público de drenagem está instalado. Isto é, a drenagem de águas residuais domésticas deve efetuar-se de preferência por gravidade, para todos os pisos que se situem acima da cota do arruamento onde se situa o coletor público. Quando isso não acontece, as águas devem ser elevadas acima do arruamento, de modo a evitar o funcionamento em carga e inundação das caves (como previsto no art.º 205.º do regulamento geral), e tal como se observa na figura seguinte.

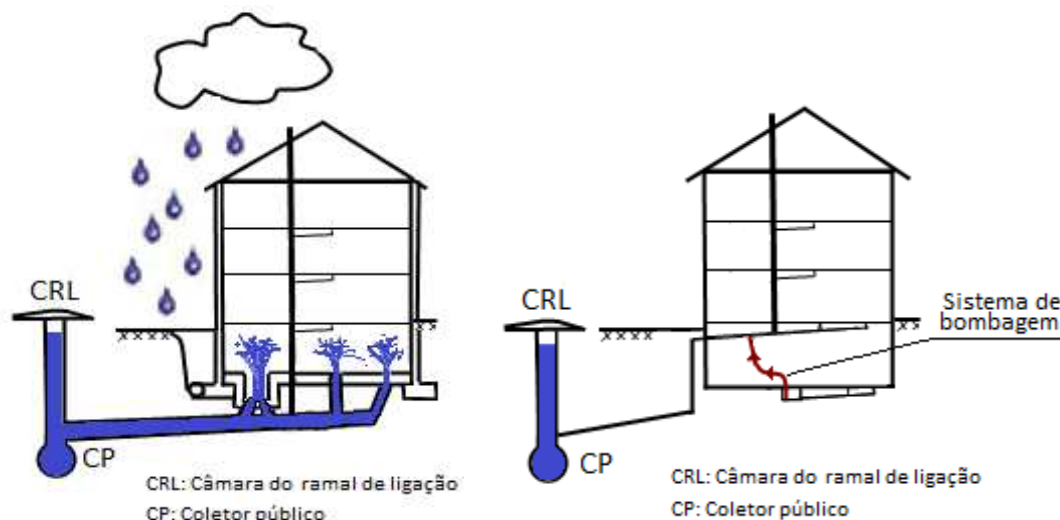


Figura 3.16 – Inundação de cave (à esquerda); possível sistema elevatório (à direita).

Antes de se proceder ao dimensionamento destas redes, é importante ter em conta a existência da rede pública, ou seja, é importante considerar o sentido do escoamento e a topografia do local, nomeadamente do arruamento. O ponto de ligação à rede pública é também um fator condicionante na conceção da rede predial, sendo muitas vezes um dado imposto pela entidade gestora da rede pública (Medeiros,2012).

De uma forma geral, e tal como se observa na Figura 3.17, os sistemas de drenagem de águas residuais domésticas são constituídos pelos seguintes elementos (Medeiros,2012):

- Ramal de descarga – canalização de fraca pendente que conduz as águas dos aparelhos sanitários ou ralos, para o tubo de queda ou coletor;
- Ramal de ventilação – canalização que liga o ramal de descarga à coluna de ventilação e destina-se a assegurar a manutenção do fecho hídrico nos sifões, sempre que não sejam asseguradas as restantes condições regulamentares;
- Tubo de queda – canalização vertical que soma as descargas provenientes dos pisos mais elevados para transporte ao coletor predial e a ventilar a rede predial e pública;
- Colunas de ventilação – canalização vertical à qual se ligam os ramaís de ventilação, e cuja finalidade é complementar a ventilação efetuada através dos tubos de queda;
- Coletor predial – canalização de fraca pendente onde afluem as águas residuais provenientes de tubos de queda, de ramaís de descarga e de condutas elevatórias existentes;
- Ramal de ligação – canalização de fraca pendente privativa, que conduz as águas residuais prediais, desde as câmaras de ramal de ligação até à rede pública;
- Coletor público – conduz as águas residuais provenientes das edificações ou da via pública, a destino final adequado;
- Acessórios – dispositivos a intercalar nos sistemas, no sentido de facilitar as operações de determinadas matérias, e de garantir as condições de habitabilidade dos espaços ocupados.

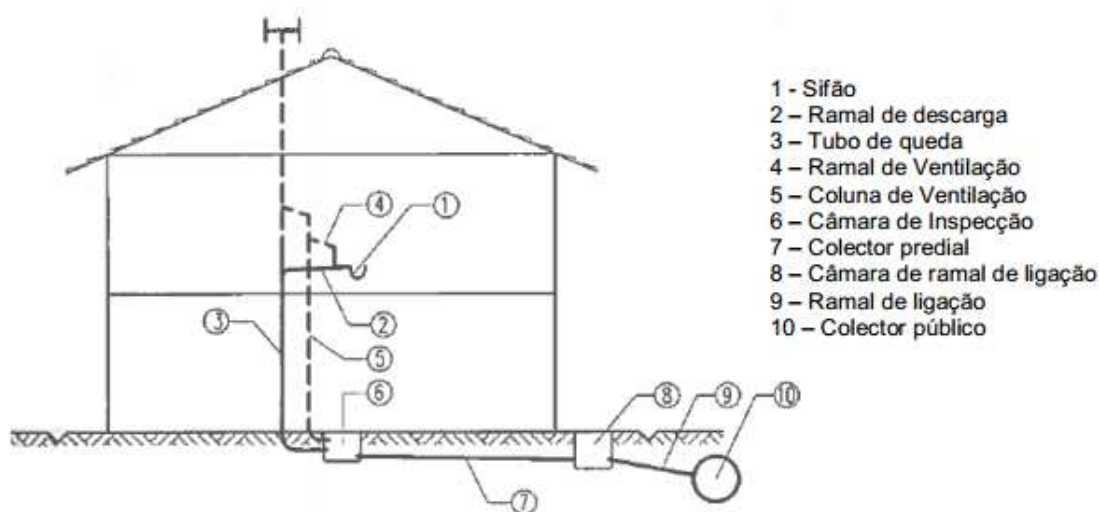


Figura 3.17– Sistema de drenagem de águas residuais domésticas (Pedroso,2000).

Importa referir que, caso não exista drenagem pública, se deve cumprir o regulamento até à câmara do ramal de ligação, como é descrito no art.º 207.º do regulamento geral.

No dimensionamento da rede predial de drenagem de águas residuais domésticas é necessário contabilizar os caudais de descarga a atribuir aos aparelhos e equipamentos sanitários, que devem estar de acordo com o fim a que se destinam, e cujos valores constam em anexo do regulamento geral (art.º 208.º). Contudo, há que contar com a possibilidade do funcionamento não simultâneo da totalidade dos aparelhos, considerando nos caudais de descarga o coeficiente de simultaneidade (art.º 209.º).

No dimensionamento hidráulico dos tubos de queda, é importante contabilizar os caudais de cálculo, bem como a taxa de ocupação, t_s , que é dada pela razão entre a área ocupada pela massa líquida e a área da secção interior do tubo. Quando (Medeiros,2012):

- $t_s < 1/3$, deve-se optar apenas pela ventilação primária;
- $t_s \geq 1/3$, deve-se optar-se pela ventilação secundária.

Na descarga dos aparelhos sanitários, desenvolvem-se no interior das tubagens pressões que, dependendo da amplitude alcançada, podem reduzir ou destruir o fecho hídrico dos sifões, levando ao aparecimento de odores desagradáveis no interior das edificações.

Para equilibrar as pressões internas das tubagens, estas devem ser ventiladas, possibilitando a entrada de ar necessário para equilibrar as variações de pressão e impedir a destruição do fecho hídrico dos sifões.

Nos sistemas de drenagem de águas residuais domésticas é obrigatória a ventilação primária, que é obtida pelo prolongamento dos tubos de queda até à sua abertura na atmosfera (Figura 3.18). Para que tal se verifique é necessário que o escoamento no tubo de queda se processe de forma anelar, assegurando assim no seu interior uma coluna destinada ao escoamento do caudal de ar de ventilação (Pedroso,2000).

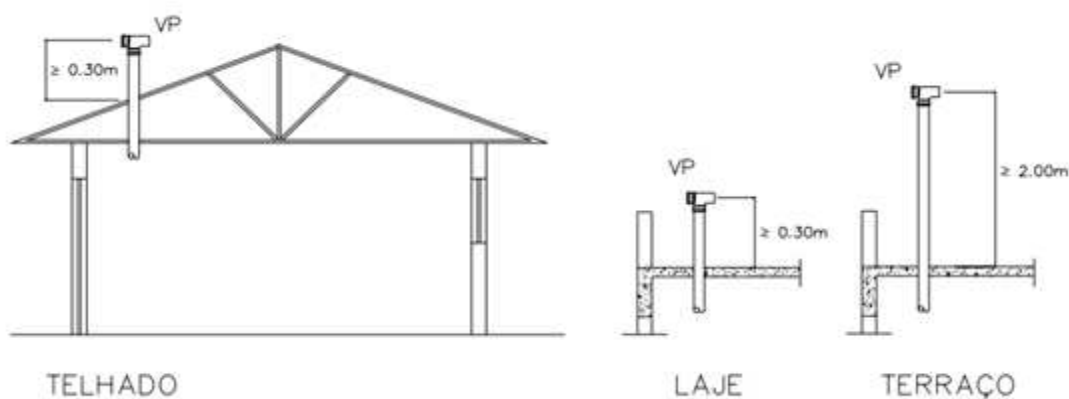


Figura 3.18 – Valores mínimos do prolongamento do tubo de queda acima da cobertura (<http://eec-ufg.tripod.com/IHSP/SPES.pdf> 10/02/13)

Se necessário, os sistemas devem dispor, de ventilação secundária (parcial ou total), realizada através de colunas ou de ramais de ventilação (Figura 3.19).

A ventilação secundária é obrigatória sempre que (Medeiros,2012):

- o tubo de queda tenha altura superior a 35 m;
- o caudal de cálculo, usado no seu dimensionamento, seja superior a 700 l/min.

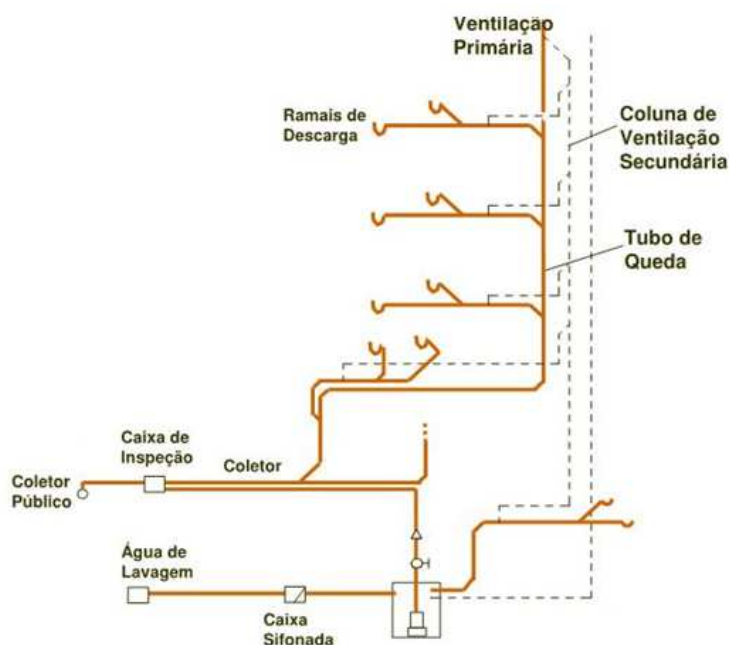


Figura 3.19 – Sistema de drenagem de águas residuais domésticas com ventilação secundária (<http://pcc2465.pcc.usp.br/Apostilas/Esgoto%20sanit%C3%A1rio%202007.pdf> 10/02/13).

Note-se que a rede de ventilação de águas residuais domésticas deve ser independente de qualquer outro sistema de ventilação do edifício (Artigo 203.º).

Relativamente às instalações elevatórias, estas devem ser inseridas em local de fácil acesso, que permita uma fácil manutenção e inspeção, e onde se minimizem o ruído, vibrações ou cheiros e a sua localização deve respeitar o disposto no art.º 74.º do regulamento geral. O nível máximo da superfície livre no interior da câmara de bombagem não deve ultrapassar a cota de soleira da mais baixa canalização afluyente, sendo que o caudal a elevar corresponde ao caudal efluente, com margem de segurança. Deve ser ainda considerada, como consta no art.º 262.º do mesmo regulamento, a necessidade de dispor de ventilação secundária.

Para garantir os níveis de conforto e qualidade das instalações de drenagem de águas residuais domésticas, para além de adequada funcionalidade salvaguardando a saúde dos utentes, os fatores predominantes a considerar no dimensionamento são o coeficiente de simultaneidade, o ruído, a acessibilidade aos sistemas e os odores (Pedroso,2000).

3.4.3. DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

Refira-se que este tema não vai ser abordado nesta dissertação, pelo que apenas se faz uma caracterização de forma genérica, no presente sub-capítulo.

As águas residuais pluviais, ou simplesmente águas pluviais, resultam essencialmente da precipitação atmosférica, e apresentam em geral menores quantidades de matéria poluente, particularmente de origem orgânica. Equiparam-se a águas pluviais as águas provenientes de regas de jardins e espaços verdes, de lavagem de arruamentos, e todas as outras recolhidas por sarjetas e sumidouros (art.º 115.º do regulamento geral).

Na conceção de sistemas de drenagem de águas pluviais, a ligação à rede pública pode ser feita diretamente, ou então através de valetas de arruamentos, sendo que as águas pluviais recolhidas ao nível do arruamento devem ser elevadas para um nível igual ou superior ao do arruamento (art.º 206.º).

Se estes sistemas forem bem concebidos, então é possível obter um bom escoamento das águas da chuva, e consequentemente evitar fenómenos patológicos, associados a humidades por infiltrações, no interior das edificações.

As instalações prediais de águas pluviais devem ser estanques, resistentes a condições climáticas adversas, e devem apresentar fácil desobstrução e limpeza (Medeiros,2012). De forma sintética, e como se observa na Figura 3.20, estes sistemas são constituídos por:

- Caleiras e algerozes: dispositivos de recolha destinados a conduzir as águas aos ramais de descarga ou aos tubos de queda;
- Tubos de queda: canalização que aglutina em si as águas pluviais provenientes das caleiras e as transporta para o coletor predial ou valeta;
- Ramal de ventilação: canalização destinada a assegurar o fecho hídrico dos sifões;
- Colunas de ventilação: canalização destinada a ventilar poços de bombagem;

- Coletor predial: canalização que recolhe as águas provenientes do tubo de queda e as conduz à câmara de ramal de ligação;
- Ramal de ligação: canalização compreendida entre coletor e a câmara de ramal de ligação que drenam as águas para a rede pública;

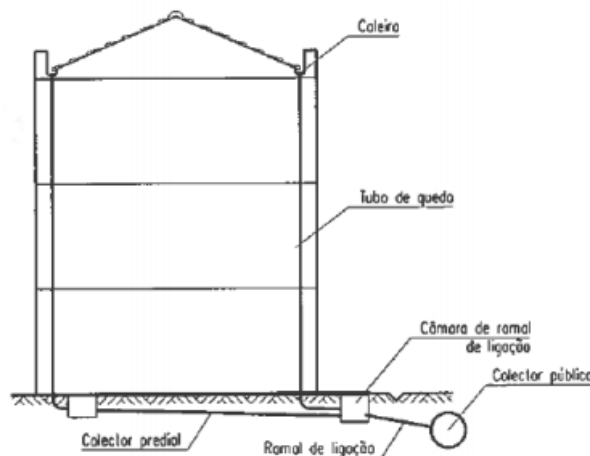


Figura 3.20 – Sistema de drenagem de águas pluviais (Pedroso,2000).

No dimensionamento destes sistemas, é importante contabilizar as áreas da cobertura que drenam as águas pluviais às caleiras, o coeficiente de escoamento, bem como a intensidade de precipitação.

O coeficiente de escoamento é determinado com base numa curva que consta no anexo X do regulamento geral (art.º 211.º).

Na determinação da precipitação a adotar, deve-se recorrer às curvas de intensidade/duração/frequência, que fornecem os valores das intensidades médias máximas de precipitação para várias durações e para períodos de retorno diferentes, sendo que o período de retorno a considerar no dimensionamento de uma rede predial de drenagem pluvial deve ser, no mínimo, de cinco anos, para uma duração de precipitação de cinco minutos, como consta no art.º 210.º do regulamento geral.

3.4.4. TRAÇADO E INSTALAÇÃO

3.4.4.1. Ramais de descarga

Os ramais de descarga podem ser instalados à vista, embutidos, enterrados, em galerias ou tetos falsos. Devem ainda ser instalados a profundidades razoáveis, de forma a atenuar a transmissão de ruídos para o interior das zonas habitadas, segundo o art.º219.º do regulamento geral.

O traçado dos ramais de descarga, segundo o art.º 217.º do mesmo regulamento, deve ser feito por troços retilíneos. A ligação simultânea de vários aparelhos sanitários a um mesmo ramal de descarga (ramal de descarga não individual) deve ser feita através de caixas de reunião, ou curvas de

concordância (Figura 3.21), sendo que os troços dos ramais de descarga nunca deverão exceder os 2 m de altura.

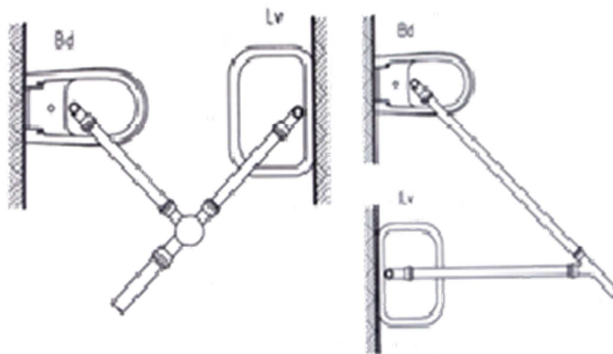


Figura 3.21 – Ligação de vários aparelhos a um único ramal de descarga através de caixas de reunião (à esquerda) ou curva de concordância (à direita) (Pedroso,2000).

Note-se que os ramais de descarga individuais de outros aparelhos, só podem ser ligados a ramais de descarga de bacias de retrete, quando estão dotados de ventilação secundária

A ligação dos ramais de descarga ao tubo de queda deve ser feita por meio de forquilhas, enquanto que ao coletor predial pode ser feita por meio de forquilhas ou câmaras de inspeção (Figura 3.22). Não é permitida a ligação de ramais de descarga de bacias de retrete e de águas de sabão (art.º 218.º do regulamento geral).

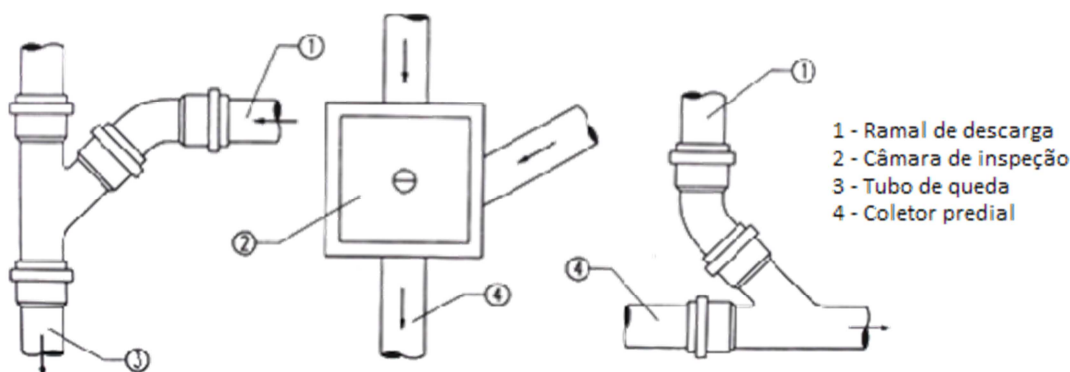


Figura 3.22 – Ligação dos ramais de descarga a tubos de queda e a coletores prediais (Pedroso,2000).

3.4.4.2. Ramais de ventilação

Os ramais de ventilação, segundo consta no art.º 223.º do dito regulamento, podem ser embutidos, colocados à vista ou visitáveis em tetos falsos e galerias, ou enterrados.

Segundo o art.º 222.º do regulamento geral, os ramais de ventilação devem ser constituídos por troços retilíneos, ligados entre si por curvas de concordância. Os troços verticais deverão prolongar-se de modo a atingirem uma altura não inferior a 0,15m acima do nível superior do aparelho sanitário que ventilam. Por outro lado, os troços horizontais, para ligação à coluna de ventilação, devem ter

inclinação ascendente no mínimo de 2%, de forma a facilitar o escoamento da água condensada para o ramal de descarga (Figura 3.23).

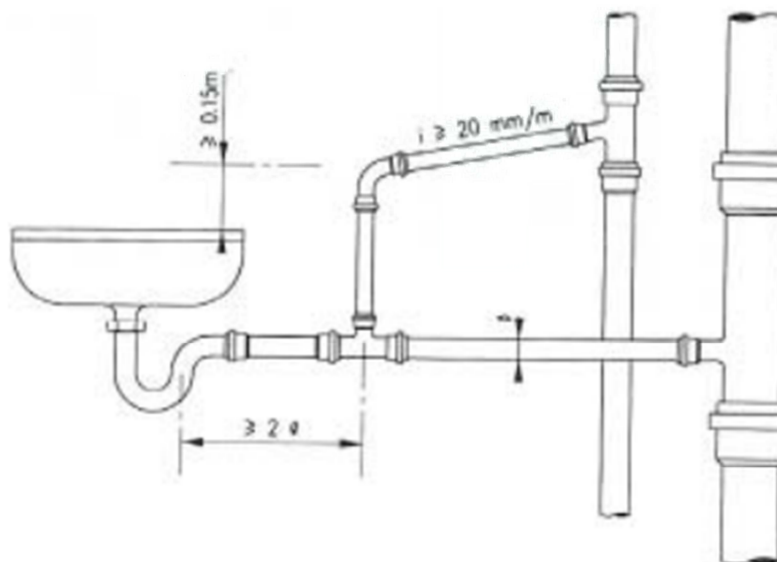


Figura 3.23 – Ligação do ramal de ventilação ao de descarga (Pedroso,2000).

A inserção do ramal de ventilação no ramal de descarga deve fazer-se a uma distância não inferior a duas vezes o diâmetro do ramal, nem superior aos valores referenciados apresentados no ábaco que consta no anexo XVI do regulamento geral.

Importa ainda referir que nos aparelhos em bateria, à exceção de bacias de retrete e similares, caso não se faça ventilação secundária individual, os ramaís de ventilação coletivos devem ter ligação ao ramal de descarga, no máximo de três em três aparelhos (Pedroso,2000).

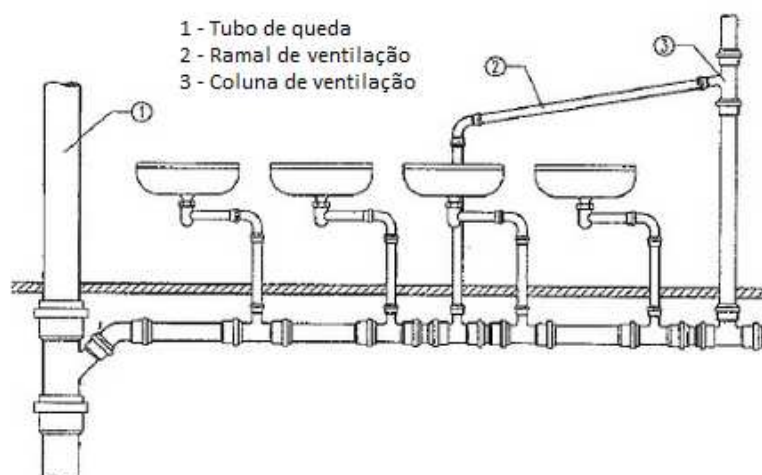


Figura 3.24 – Aparelhos instalados em bateria (que não bacias de retrete e similares) (Pedroso,2000).

3.4.4.3. Tubos de queda

Os tubos de queda de águas residuais domésticas devem ser localizados, de preferência, em condutas de serviço verticais facilmente acessíveis, segundo art.º 234.º do regulamento geral.

Nos tubos de queda, o traçado deve ser vertical, e de preferência deve formar um único alinhamento reto. Se existirem mudanças de direção, estas devem ser efetuadas por curvas de concordância, sendo que o seu valor não deve exceder dez vezes o diâmetro do tubo de queda. Caso isso não aconteça, então o troço intermédio de fraca pendente deve ser tratado como um coletor predial, como se refere no art.º 233.º do regulamento geral.

A concordância entre os tubos de queda de águas residuais domésticas e as tubagens de fraca pendente deve fazer-se por curvas de transição de raio maior ou igual ao triplo do seu diâmetro, tomando como referência o eixo do tubo, ou por duas curvas de 45º eventualmente ligadas por um troço reto.

Os tubos de queda devem ser dotados de bocas de limpeza (de diâmetro não inferior ao seu), posicionadas de modo a garantir a sua acessibilidade em todas as mudanças de direção, próximo das curvas de concordância, próximo da mais elevada inserção dos ramais de descarga e no mínimo de três em três pisos próximo da inserção dos ramais (art.º 235.º do regulamento geral).

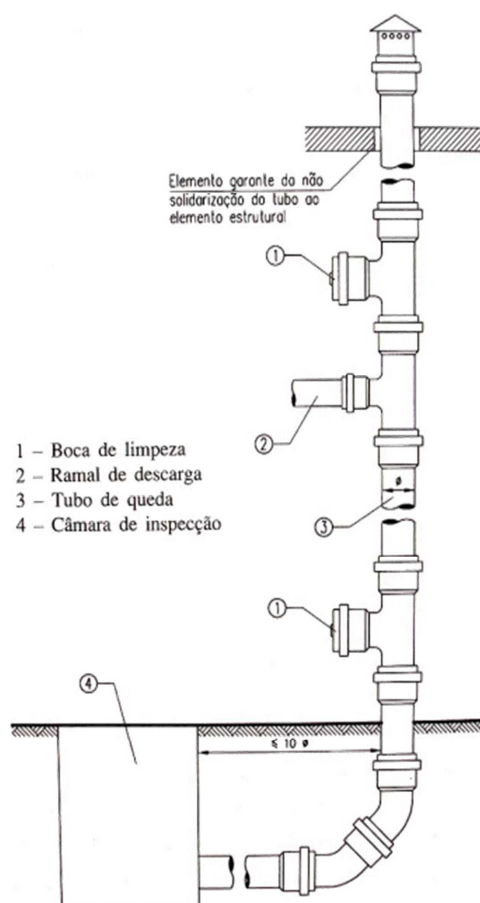


Figura 3.25 – Ligação do tubo de queda à câmara de inspeção (Pedroso,2000).

A inserção dos tubos de queda nos coletores prediais deve ser efetuada através de forquilhas ou câmaras de inspeção, sendo que o afastamento entre o tubo de queda e o coletor ou câmara de inspeção não deve exceder dez vezes o seu diâmetro. Caso tal não se verifique deverá dotar-se o sistema de ventilação secundária, como é referido no art.º 236.º do regulamento geral.

No atravessamento de elementos estruturais, deve ficar garantida a ligação não rígida dos elementos, através da inserção de material próprio.

Refira-se ainda que para acautelar os inconvenientes das compressões na base dos tubos de queda, deve-se evitar a ligação aos mesmos no piso inferior (Pedroso,2000).

3.4.4.4. Colunas de ventilação

As colunas de ventilação podem ser instaladas, de preferência, em galerias verticais facilmente acessíveis, segundo exposto no art.º 242.º do regulamento geral.

O traçado das colunas de ventilação deve ser vertical e as mudanças de direção constituídas por troços retilíneos ascendentes ligados por curvas de concordância (art.º 241.º do regulamento).

Devem ter origem no coletor predial ou na câmara de inspeção. Caso a origem seja no coletor predial, a sua inserção neste deverá ser a uma distância não superior do tubo de queda de dez vezes o seu diâmetro. Devem terminar superiormente nos tubos de queda, pelo menos 1 m acima da inserção mais elevada de qualquer ramal de descarga, ou abrir diretamente na atmosfera, mediante os valores mínimos regulamentares que constam na Figura 3.18. Por outro lado, devem ser ligadas ao tubo de queda de três em três pisos, no mínimo.

Nas situações de edificações não dotadas de tubos de queda, as colunas de ventilação devem ter origem nas extremidades a montante dos coletores prediais ou das câmaras de inspeção.

A figura apresentada a seguir, mostra como deve ser efetuada a ligação da coluna de ventilação ao coletor e ao tubo de queda.

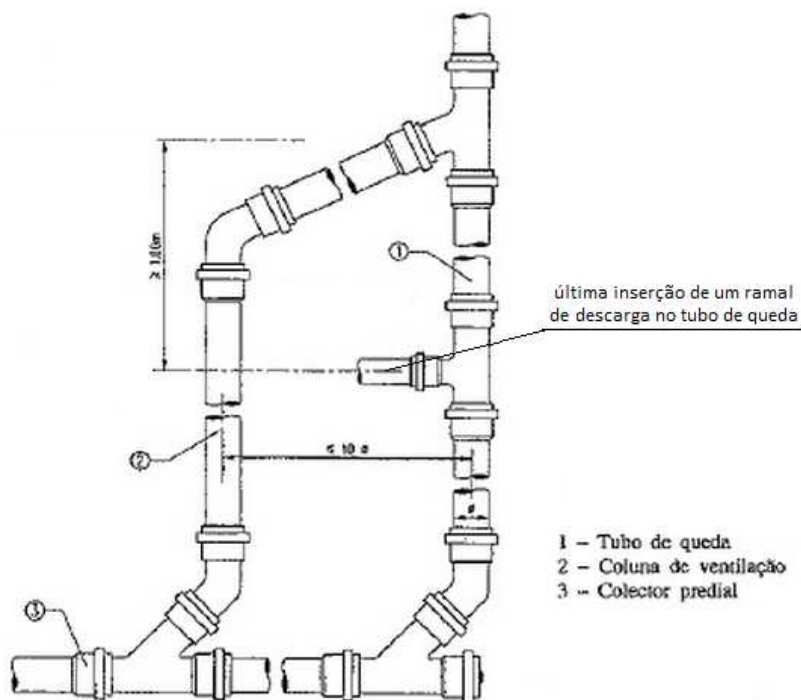


Figura 3.26 – Ligação da coluna de ventilação ao coletor e tubo de queda (Pedroso,2000).

3.4.4.5. Coletores prediais

Os coletores prediais podem ser instalados à vista, enterrados, em caleiras, em galerias ou tetos falsos e o seu traçado deve ser retilíneo quer em planta, quer em perfil.

Nos coletores prediais enterrados, devem ser implantadas câmaras de inspeção no seu início, em mudanças de direção, de inclinação, de diâmetro e nas confluências. Caso estejam instalados à vista ou em locais facilmente visitáveis, as câmaras de inspeção devem ser substituídas por curvas de transição, reduções, forquilhas e por bocas de limpeza localizadas em pontos apropriados ou em número suficiente, de modo a permitir uma fácil manutenção (art.º 249.º do regulamento geral).

Note-se que, segundo o mesmo artigo, as câmaras ou bocas de limpeza consecutivas não devem distar mais de 15 m entre si.

3.4.4.6. Ramais de ligação

O traçado dos ramais de ligação deve ser efetuado por troços retilíneos, quer em planta quer em perfil.

Os ramais de ligação podem ser ligados à rede pública por inserção, quer em câmaras de visita, quer diretamente ou não nos coletores públicos (Pedroso,2000).

De salientar que os ramais de ligação são da responsabilidade da entidade gestora, quer no seu estabelecimento (localização e características hidráulicas) bem como na sua construção.

3.5. MATERIAIS

No que refere aos sistemas de abastecimento de água e drenagem de águas residuais, existe, atualmente, uma vasta gama de tubagens, equipamentos e respetivos acessórios no mercado.

Na seleção do material há que ter em conta fatores de ordem económica, das condições de aplicação, bem como a composição química da água distribuída ou drenada e respetiva temperatura, já que o comportamento dos materiais é diferente mediante a composição e temperatura da água.

Uma não adequada seleção dos materiais e equipamentos conduzirá inevitavelmente a prazo a encargos económicos com obras de reabilitação. Assim, e para garantir a qualidade das instalações, só devem ser utilizadas as tubagens portadoras de certificado de conformidade ou documento de homologação, emitidos por uma entidade acreditada, devendo ainda ser indicada a sua classe de pressão (Freitas *et al.*,2012).

Quando as tubagens das instalações prediais de distribuição de água e drenagem de águas residuais não se encontram embutidas, devem ser fixadas através de abraçadeiras, de modo a assegurar a sua correta fixação e adequada resistência mecânica, permitindo que se deem livremente eventuais contrações ou dilatações e devem ser em quantidade que assegure a correta fixação das tubagens (Pedroso,2000).

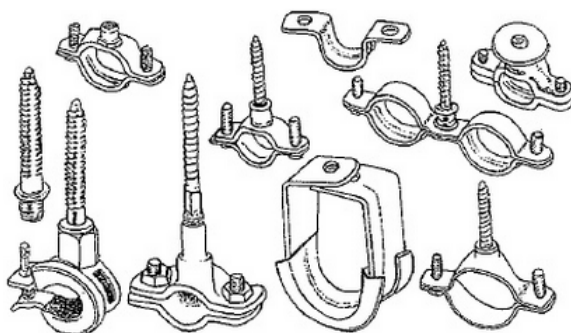


Figura 3.27 – Exemplos de alguns tipos de abraçadeiras (Pedroso,2000).

Seguidamente serão apresentados os materiais das tubagens mais utilizados, nomeadamente, os materiais metálicos, os materiais termoplásticos e outros materiais.

3.5.1. TUBAGENS METÁLICAS

As tubagens metálicas continuam a ter grande utilização nos sistemas de abastecimento de água fria e quente, sendo que os materiais mais utilizados são o aço galvanizado, o cobre e o aço inox. Por outro lado as tubagens de ferro fundido são muito usuais no que refere aos sistemas de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais (Pedroso,2000).

Estas tubagens podem ser instaladas à vista, embutidas, em caleiras, galerias ou tetos falsos. Nas situações de não-embutimento, devem ser fixadas através de elementos de suporte ou amarração (abraçadeiras), desde que essa fixação possibilite que ocorram livremente contrações ou dilatações.

Os acessórios devem ser de preferência do mesmo material das tubagens, de modo a evitar a eclosão de fenómenos de corrosão provocados pelo contacto entre metais de nobreza diferentes. Se isso acontecer, então deve ser prevista uma junta dielétrica entre ambos, de modo a evitar o seu contacto direto (Pedroso,2000).

3.5.1.1. Aço (Ferro Preto)

Os tubos de aço (ferro preto) constituem alternativa, em geral, apenas para circuitos fechados de sistemas de aquecimento central. Estas tubagens são normalmente comercializadas em varas de 6 m, com diâmetros nominais que geralmente oscilam entre 8 e 150 mm.

Deverá ter-se em atenção, que a montante deste sistema, não devem existir tubagens ou sistemas de cobre, mesmo que não estejam em contacto direto, pois os iões de cobre que se dissolvem na água podem causar problemas de corrosão nas tubagens onde ela passa (Pedroso,2000).

As ligações entre a tubagem e acessórios devem ser de preferência do mesmo material. O elemento de vedação utilizado é normalmente a fita vedante ou a estopa de linho.

Como principais características, este material possui rigidez, elevada densidade, baixo coeficiente de dilatação, boa condutibilidade térmica, rugosidade de valor médio e elevada resistência ao desgaste (Medeiros,2012).



Figura 3.28 – Tubagens e acessórios de aço (ferro preto) (<http://portuguese.alibaba.com/product-gs/steel-tube-fittings-434778210.html> 15/01/12)

3.5.1.2. Aço Galvanizado

Os tubos de aço galvanizado continuam a formar grande parte dos sistemas de distribuição de água em Portugal, quer na água fria quer na água quente. Estas tubagens são normalmente comercializadas em varas de 6 metros com diâmetros nominais compreendidos entre os 8 e os 150 mm. Por outro lado, não suportam água com temperatura superior a 60°C (Pedroso,2000).

A ligação entre diferentes troços deverá ser executada preferencialmente com acessórios do mesmo material, sendo que o elemento de vedação normalmente utilizado é a fita vedante ou a estopa de linho.

Como principais características, este material apresenta rigidez, elevada densidade, baixo coeficiente de dilatação, boa condutibilidade térmica, elevada resistência ao desgaste e rugosidade média. No sentido de evitar fenômenos de corrosão, devem-se evitar velocidades de escoamento quer muito altas quer muito baixas (Medeiros,2012).



Figura 3.29 – Tubagens e acessórios de aço galvanizado (Russo,2009).

3.5.1.3. Aço Inox

As tubagens de aço inox são também muito usuais no abastecimento de água fria e quente. Estas tubagens são normalmente comercializadas em varas de 4 a 7m, com diâmetros que geralmente oscilam entre os 10 e 54 mm, sendo que não suporta água a temperaturas superiores a 50°C.

A ligação entre diferentes troços de tubagem deverá ser executada com recurso a acessórios de liga de cobre ou de aço inox.

Como principais características, este material apresenta rigidez, elevada densidade, baixo coeficiente de dilatação, boa condutibilidade térmica, elevada resistência ao desgaste, baixa rugosidade e elevada durabilidade. Por ter maior percentagem de cromo, este material não enferruja (Medeiros,2012).



Figura 3.30 – Tubagens e acessórios de aço inox (Russo,2009).

3.5.1.4. Cobre

O cobre é também um material usado nos sistemas de abastecimento de água fria e quente, apesar de ter um custo superior aos tubos de aço galvanizado, constitui um material competitivo, devido às suas características. Estas tubagens, comercializadas em varas de 5m ou em rolos de 25m ou 50m, têm diâmetros que variam entre os 8 e 54mm.

Na ligação entre os diversos troços, devem ser usados acessórios de cobre, latão ou bronze. Esses acessórios podem ser ligados por tubos de pressão, com recurso a anéis de pressão, ou através de soldadura capilar, sendo que nessas situações o material de adição deve ser isento de chumbo.

Estas tubagens rígidas caracterizam-se por uma grande durabilidade ao uso, elevada densidade, elevada condutibilidade térmica, baixo coeficiente de dilatação, baixa rugosidade, elevada resistência ao desgaste e grande facilidade de instalação em obra (Medeiros,2012).



Figura 3.31 – Tubagens e acessórios de cobre (Russo,2009).

3.5.1.5. Ferro Fundido

Estas tubagens são genericamente usadas nos sistemas de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais. São comercializadas normalmente em varas de 0,5 a 3 m, quando possuem abocardamento, e em varas de 3m quando não possuem abocardamento, sendo que os diâmetros nominais das mesmas geralmente oscilam entre os 50 e 300 mm.

Nas situações de não-embutimento, devem ser fixadas novamente com o auxílio de abraçadeiras. Como número mínimo de pontos de suporte/amarração deve-se aplicar um elemento junto da extremidade superior de cada tubo em tubagens verticais, enquanto que em tubagens horizontais se deve aplicar um elemento a montante e outro a jusante das uniões (Pedroso,2000).

Nas ligações entre os diferentes troços de tubagem deve-se recorrer a acessórios, preferencialmente, do mesmo material, tendo em conta o tipo de sistema de tubagem, ou seja, se contem ou não abocardamento.

Estas tubagens possuem uma proteção feita através da deposição de revestimentos betuminosos, tintas asfálticas, tintas de zinco, tintas epóxicas, etc., o que lhes confere uma maior resistência contra a erosão (Medeiros,2012).



Figura 3.32 – Tubagens e acessórios em ferro fundido

(http://images04.olx.com.br/ui/11/65/88/1311944643_233685788_1-TUBOS-E-CONEXoES-EM-FERRO-FUNDIDO-RJ-0.jpg 15/01/12).

3.5.2. TUBAGENS TERMOPLÁSTICAS

As tubagens termoplásticas têm sido cada vez mais utilizadas nos últimos anos, quer nos sistemas de abastecimento de água fria e quente, quer nos sistemas de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais.

Os materiais termoplásticos mais utilizados no fabrico de tubagens e acessórios são o policloreto de vinilo (PVC), o polietileno reticulado (PEX), o polietileno de alta densidade (PEAD) e o polipropileno (PP).

Nestes sistemas, os acessórios de ligação destas tubagens nem sempre são do mesmo material, sendo que muitas vezes recorre-se a acessórios de liga de cobre (Medeiros,2012).

Estas tubagens podem ser instaladas à vista, embutidas, em caleiras, galerias ou tetos falsos. Em situações de não-embutimento, devem ser fixadas, com recurso a abraçadeiras, de modo a que a fixação seja correta e permita em simultâneo que ocorram eventuais contrações ou dilatações livremente. Quando sujeitas à ação dos raios ultravioleta devem ter um revestimento que as proteja, como por exemplo, uma pintura adequada (Pedroso,2000).

3.5.2.1. Polietileno de alta densidade (PEAD)

Os tubos de PEAD só devem ser utilizados em redes de abastecimento de água fria, visto que é um material que apenas suporta temperaturas na ordem dos 20°C, em condições de funcionamento contínuo e são normalmente comercializados em varas ou rolos com diâmetros nominais que geralmente oscilam entre 20 e 160 mm.

A ligação entre os diferentes troços de tubagem pode ser obtida através das seguintes formas: soldadura topo a topo com e sem material de adição, soldadura por eletrofusão, soldadura com manga auxiliar e ligação com acessórios que podem ser metálicos ou plásticos (Pedroso,2000).

O PEAD apresenta flexibilidade, baixa densidade, elevado coeficiente de dilatação, muito baixa rugosidade, baixa condutibilidade térmica e elevada resistência ao desgaste (Medeiros,2012).



Figura 3.33 – Tubagens e acessórios em PEAD (<http://www.centralplast.pt/images/Foto%20tubo%20PEAD.jpg>; http://www.centralplast.pt/images/Fotos%20PEAD%20press%C3%A3o/grupo_topo.jpg 15/01/12)

3.5.2.2. Polietileno reticulado (PEX)

Os tubos de PEX podem ser utilizados no abastecimento de água quente e água fria, visto que suportam altas temperaturas (até 95°C em condições de funcionamento contínuo). Estas tubagens são normalmente comercializadas em varas ou rolos com diâmetros nominais que geralmente oscilam entre 10 e 110 mm.

Quando embutidas, e devido ao seu elevado coeficiente de dilatação térmica, quando transportam água quente e se o comprimento for superior a 2 m devem ser instalados em mangas de proteção de polietileno termoestabilizado, que vão possibilitar, devido à forma existente entre si e o tubo, a absorção axial das dilatações térmicas (Pedroso,2000).

A ligação entre os diferentes troços de tubagem é feita através acessórios de compressão metálicos, geralmente em ligas de cobre, sendo que a vedação é obtida de anéis de vedação ou luvas de compressão.

Devido á sua constituição e respetiva flexibilidade, estas tubagens podem ser dobradas a frio ou a quente, sendo que no caso de dobragem a quente deve ser utilizada uma pistola de ar quente.

De salientar ainda que este material é de grande flexibilidade (o que permite que os tubos possam ser dobrados a quente ou a frio), baixa densidade, elevado coeficiente de dilatação, muito baixa rugosidade, baixa condutibilidade térmica e elevada resistência ao desgaste (Medeiros,2012).



Figura 3.34 – Tubagens e acessórios em PEX (http://img1.mlstatic.com/tubo-pex-polietret-20-mm-ppiso-rad-12-cuotas-sinteres_MLA-O-2724305798_052012.jpg; http://www.ovicor.pt/images/acess_pex.jpg 15/01/12)

3.5.2.3. Policloreto de Vinilo (PVC)

Este tipo de material também é usualmente designado por policloreto de vinilo rígido (ou seja sem plastificante), podendo a sua sigla apresentar-se da forma PVC-U.

Os tubos de PVC estão dimensionados para suportar temperaturas que rondam os 20°C em funcionamento contínuo, pelo que só devem ser usados em redes de distribuição de água fria. Estas tubagens são normalmente comercializadas em varas de 6 m, com diâmetros nominais que geralmente oscilam entre 16 e 400 mm.

A ligação entre os diferentes troços de tubagens, ou entre as tubagens e os acessórios, deve ser do mesmo material dos tubos, sendo que essa ligação é feita por colagem, sendo que os processos utilizados deverão ser a colagem (Pedroso,2000).

Devido ao elevado coeficiente de dilatação térmica linear destas tubagens, quando estas assumem comprimentos significativos estão sujeitas a uma grande variação do seu comprimento, pelo que se torna necessária a utilização de juntas de união por anilhas de estanqueidade. Para além disso, o PVC é um material que apresenta rigidez, baixa densidade, elevado coeficiente de dilatação, muito baixa rugosidade, baixa condutibilidade térmica e boa resistência ao desgaste (Medeiros,2012).



Figura 3.35 – Tubagens e acessórios de PVC-U

(<http://www.abwplastics.co.uk/ekmps/shops/abwplastics/images/pvc-u-pipe-class-7-6-metres-length-3301-p.jpg>; http://www.pipekit.co.uk/assets/Astore/Astore_PVC_U/Images/astorepvc-u2.jpg 15/01/12).

3.5.2.4. Polipropileno (PP)

Os tubos de polipropileno são uma tubagem muito requisitada para distribuição de água quente e fria uma vez que suportam temperaturas de água até 100°C, em funcionamento contínuo. Estas tubagens são normalmente comercializadas em varas com diâmetros nominais que geralmente oscilam entre 16 e 90 mm.

Quando embutidas e destinadas ao transporte de água quente, sempre que tenham um comprimento superior a 2 metros, devem ser envolvidas por material isolante, caso contrário deve-se aplicar nas mudanças de direção espuma flexível de polietileno para absorção das dilatações. No caso de não estarem embutidas, as tubagens devem ser dotadas de curvas ou braços e dilatação, com o intuito de possibilitar as variações lineares causadas pela temperatura ocorram livremente (Pedroso,2000).

A ligação entre os diferentes troços de tubagem pode ser efetuada através de acessórios de compressão metálicos, sendo a vedação obtida através de anéis de vedação em borracha, através de acessórios do mesmo material ligados por soldadura por polifusão.

Os tubos de polipropileno apresentam rigidez, baixa densidade, elevado coeficiente de dilatação, muito baixa rugosidade, baixa condutibilidade térmica e boa resistência ao desgaste (Medeiros,2012).



Figura 3.36 – Tubagens e acessórios em PP (Russo,2009).

3.5.3. TUBAGENS DE OUTROS MATERIAIS

Para além dos materiais metálicos e termoplásticos, existem tubagens de outros tipos de materiais. Os materiais descritos a seguir são utilizados para as redes de drenagem de águas residuais. Aliás, estes materiais surgem devido à necessidade de se proceder à drenagem de produtos de origem industrial ou laboratorial, o que significa que estas tubagens têm que possuir características adequadas à drenagem desses efluentes.

3.5.3.1. Tubagens de Grés Cerâmico

As tubagens de Grés Cerâmico estão praticamente restringidas à construção de coletores prediais e ramais de ligação e apenas quando estes estão enterrados, com um recobrimento superior a 0,5m. Salienta-se, no entanto, que em edificações antigas o seu uso era frequente.

Estas tubagens devem ser assentes sob um leito perfeitamente regularizado de modo a garantir um apoio contínuo. Após colocação do tubo no leito, a vala deve ser cheia de areia, até ao nível do plano axial horizontal, sendo que a mesma deve ser compactada. Após o preenchimento da vala, deverá ser colocada e compactada uma camada de material de escavação.

A ligação entre os diferentes troços de tubagem e respetivos acessórios, os quais devem ser do mesmo material, deve ser executada através de sistemas que assegurem a estanqueidade, recorrendo a anéis, normalmente de poliuretano, integrados nas tubagens ou separados das mesmas.

3.5.3.2. Tubagens de Betão

As tubagens de betão são praticamente delimitadas à constituição das redes de drenagem de águas pluviais. Devem ser utilizadas em redes enterradas com recobrimento não muito reduzidos e nunca devem ser utilizadas à vista.

A estanqueidade entre os diversos troços da tubagem deve ser assegurada através de elementos em borracha, que podem estar integrados ou separados da tubagem.

Em termos de instalação, esta tubagem é feita segundo os mesmos princípios referidos para as tubagens de grés cerâmico.

Mostra-se de seguida um quadro-síntese que reúne a informação relativa às vantagens e desvantagens dos materiais apresentados, e respetiva aplicação.

Quadro 3.2 – Tubagens Metálicas e Outras mais usadas nas redes prediais (Paiva *et al.*,2006) (Baptista,2011) (Carvalho,2010).

Tubagem		Abastecimento		Drenagem	Vantagens	Desvantagens
		Fria	Quente	Domésticas		
Metálica	Aço (ferro preto)	✓	✓		Solução económica para circuitos fechados de aquecimento; boa resistência a produtos químicos, ao choque e a temperaturas elevadas; elevada durabilidade; dilatação insignificante.	Baixa resistência à corrosão (se existir estagnação de água e contacto com elementos metálicos de nobreza superior); elevada significância das perdas de carga localizadas; alguma significância das perdas de carga contínuas.
	Aço Galvanizado	✓	✓		Económico; boa resistência à corrosão; grande durabilidade; boa resistência a produtos químicos, ao choque e a temperaturas elevadas; muito utilizado.	Tendência para encrustamentos; possibilidade de descamação da proteção em zinco na dobragem; perdas de carga localizadas significativas; incompatibilidade com outros metais (principalmente acessórios).
	Aço Inox	✓	✓		Grande durabilidade; boa resistência à tração e à corrosão generalizada; boa resistência a produtos químicos, ao choque e a temperaturas elevadas; baixo valor de perdas de carga contínuas.	Sensibilidade aos iões de cloreto da água; baixa resistência à corrosão localizada; elevada significância das perdas de carga localizadas; incompatibilidade com outros metais (principalmente ao nível dos acessórios).
	Cobre	✓	✓		Grande durabilidade; instalação relativamente simples; tendência reduzida para encrustamentos;	Elevada significância das perdas de carga localizadas; baixa capacidade de retenção do calor; sensibilidade a água ácida; dureza muito baixa.
	Ferro Fundido			✓	Boa resistência mecânica a elevadas pressões; grande durabilidade; boa resistência à corrosão; facilidade de instalação de equipamentos.	Baixa resistência à corrosão por ácidos sulfúricos e outros ácidos; material pesado; economicamente dispendioso em relação a outros.
Outras	Grés Cerâmico			✓	Boa resistência a ataques químicos; baixo coeficiente de rugosidade (superfície lisa das tubagens, permitindo um escoamento do líquido com menor atrito no interior)	Baixa resistência à presença de sais orgânicos; material pesado; comportamento frágil; material de manuseamento e aplicação difícil; economicamente dispendioso em relação a outros.

Quadro 3.3 – Tubagens termoplásticas mais usadas nas redes prediais (Paiva *et al.*,2006) (Baptista,2011).

Tubagem		Abastecimento		Drenagem	Vantagens	Desvantagens
		Fria	Quente	Domésticas		
Termoplástica	PEAD	✓		✓	Boa resistência ao choque, a vibrações e a produtos químicos; baixas perda de carga contínua e localizada; facilidade de reparação; elevada resistência à oxidação; boa capacidade de retenção do calor; facilidade de união por soldadura.	Baixa resistência a temperaturas elevadas; grandes dilatações térmicas; pouco resistente a pressões muito elevadas; vulnerabilidade aos raios ultravioletas; grande exigência de mão-de-obra e equipamentos especializados na execução de soldaduras; difícil detecção de fugas; necessidade de utilização de caixa de derivação e de recorrer a outro material para dar continuidade à rede.
	PEX	✓	✓		Boa resistência ao choque, a vibrações e a produtos químicos; baixa perda de carga contínua e localizada; elevada resistência à oxidação; boa resistência à temperatura; boa resistência à rotura frágil; boa capacidade de retenção do calor; facilidade de instalação no interior de mangas corrugadas.	Coefficiente de dilatação térmica elevado; pouco resistente a pressões muito elevadas; vulnerabilidade aos raios ultravioletas; grande exigência na qualidade de instalação; necessidade de utilização de caixa de derivação e de recorrer a outro material para dar continuação à rede.
	PP	✓	✓	✓	Facilidade de instalação; boa resistência a produtos químicos e a temperaturas elevadas; elevada resistência à oxidação; baixo valor de perdas de carga contínuas; boa capacidade de retenção do calor.	Baixa resistência ao choque e aos raios ultravioletas; coeficiente de dilatação térmica elevado; significativas perdas de carga localizadas; exigência de equipamento e mão-de-obra especializada para execução das uniões por soldadura; rigidez que impossibilita mudanças de direção sem utilização de acessórios.
	PVC	✓		✓	Leveza; técnicas de união de fácil execução; facilidade de instalação e de execução das ligações; boa resistência a produtos químicos; elevada resistência à oxidação; baixo valor de perdas de carga contínuas; boa capacidade de retenção do calor.	Baixa resistência a temperaturas elevadas, ao choque e aos raios ultravioletas; grande dilatação; significância das perdas de carga localizadas.

4

A QUALIDADE NAS
INSTALAÇÕES PREDIAIS

4.1. GENERALIDADES

A “International Standardization Organization” (ISO) define “qualidade” como a adequação ao uso e conformidade com as exigências. Ora, com o aumento do nível de vida, aumentam também as exigências dos consumidores, o que tornou este conceito cada vez mais amplo e corrente.

Atualmente, a perda de qualidade na construção deve-se muito à multiplicidade de novos materiais e tecnologias que surgem continuamente e cuja evolução é tão rápida que se torna impossível o seu estudo apropriado no sector. Desta forma, atendendo a que os defeitos na construção são o resultado de falta de qualidade da mesma, também se pode afirmar que a “patologia da construção” estuda o nível de qualidade das edificações (Giocoechea, Monjín, 2006).

O gráfico que se segue foi apresentado por Calejo (2001) e relaciona a qualidade e o desempenho em edifícios, em função das manifestações patológicas existentes (que não passam de disfunções de desempenho), e em função da evolução temporal. Trata-se de uma curva teórica que procura mostrar o conceito de decaimento de desempenho.

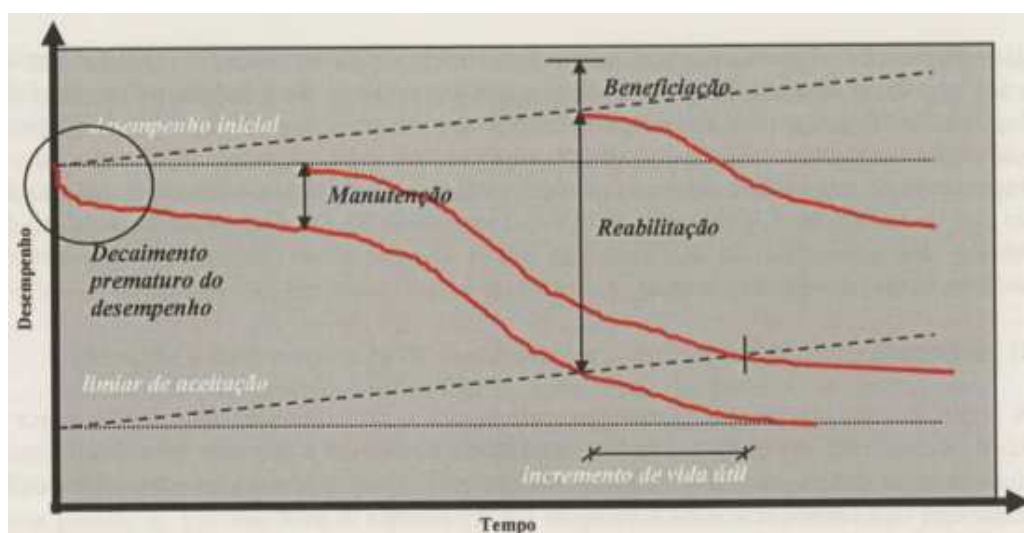


Figura 4.1 – Evolução no tempo do nível de desempenho de um edifício (Calejo, 2001).

É perceptível, pela análise do gráfico, verificar que o normal decaimento de desempenho de um edifício se pode relacionar com a incidência de manifestações patológicas, e portanto, com o nível de qualidade desse edifício. Note-se que esta evolução exigencial é motivada, entre outros aspetos, por novas exigências normativas e regulamentares (Calejo,2001).

O decaimento prematuro do desempenho evidencia o forte ritmo de degradação a que o edifício está sujeito quando se inicia a fase de utilização. Esta degradação de “juventude” é originada muitas vezes por erros de construção ou de projeto, notórios nos primeiros anos de utilização. O motor deste decaimento representa o nível de patologias que o edifício manifesta. Efetivamente uma manifestação patológica, ou uma anomalia, é apenas a parte detetável de uma patologia (Calejo,2001).

Por outro lado a manutenção, como se observa na Figura 4.1, traduz-se num aumento imediato de qualidade, apenas igualando o desempenho inicial. De qualquer forma, com uma adequada manutenção verifica-se um incremento da vida útil dos sistemas.

Note-se ainda, no mesmo gráfico, que quando o edifício não apresenta o desempenho mínimo de condições de aceitação para uma determinada função (limiar de aceitação), surge a necessidade de reabilitar mediante uma análise técnico-económica fundamentada (Calejo,2001). Esta intervenção de fundo, confere ao edifício um nível de exigência superior ao inicial, respondendo portanto às exigências do momento.

De forma genérica, mostra-se que se não houver uma manutenção constante e cuidada ao longo da vida útil do edifício, o desempenho do edifício decai ou torna-se disfuncional, pelo que se terão de proceder a operações de reabilitação, de forma responder às exigências modernas.

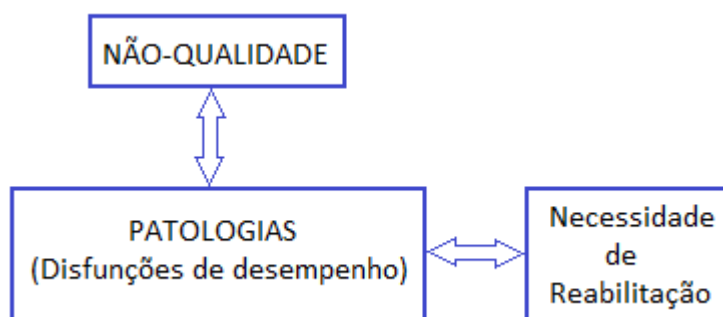


Figura 4.2 – Esquema que ilustra o conceito de falta de qualidade associado à necessidade de reabilitação em edifícios.

Em Junho de 2007 foi criada a Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais (ANQIP). Esta organização não-governamental e sem fins lucrativos tem como objetivos gerais a promoção e a garantia da qualidade e da eficiência nas instalações prediais, com particular ênfase nas instalações de águas e esgotos, pela importância que têm no contexto da qualidade e conforto na habitação e pela dimensão dos problemas que geralmente lhes estão associados.

As instalações de águas e esgotos constituem uma das principais origens de problemas em edifícios, mesmo nas construções mais recentes. Segundo a ANQIP, a distribuição de água e drenagem de esgotos na base de mais de 50% dos problemas detetados em edifícios. Estes problemas, decorrentes de erros e defeitos nas fases de projeto e de construção, traduzem-se geralmente em significativos

fatores de desconforto (ruídos, odores, etc.), em durabilidades reduzidas (roturas, avarias frequentes, etc.) e em problemas de humidades, forçando a intervenções que são, em geral, de custo significativo e de elevada incomodidade.

Segundo Afonso (2009), as instalações prediais de águas e esgotos raramente ultrapassam o valor de 3 a 6% do custo total da obra, o que significa que uma melhoria geral da qualidade pode contribuir para uma redução muito significativa no número de patologias atualmente detetadas, sem um acréscimo sensível do custo final do edifício.

Finalmente importa reforçar a ideia de que a qualidade das instalações hidráulicas deve ser uma permanente preocupação ao longo de todas as etapas – Planeamento, Projeto, Execução e Manutenção – e que para alcançar os níveis de qualidade desejados, cabe aos responsáveis o cumprimento das normas de projeto e de execução, assim como a utilização de boa técnica e de mão-de-obra qualificada (Ramos,2010).

4.2. DESEMPENHO DAS INSTALAÇÕES

O desempenho pode ser entendido como um conjunto de características referentes ao comportamento ou atuação de um sistema. Para o ambiente construído, o desempenho é dado por inúmeros fatores que interferem na qualidade do mesmo e na satisfação dos seus usuários (Castro,2008).

O conceito de qualidade nas instalações sanitárias prediais está intimamente ligado ao desempenho dessas instalações, o qual pode ser avaliado em relação a diferentes categorias: Técnica; Ambiental; Humana e Económica (Afonso,Rodrigues,2007), como se mostra no esquema seguinte.

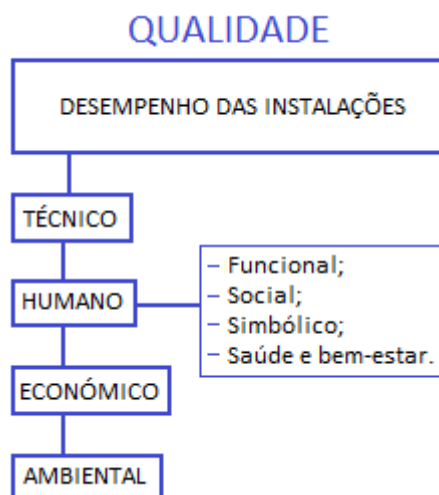


Figura 4.3 – Desempenho nas instalações prediais.

4.2.1. DESEMPENHO TÉCNICO

O desempenho técnico pode ser avaliado a partir de dois comportamentos: o construtivo e o físico-ambiental (Afonso,Rodrigues,2007).

O comportamento construtivo incide sobretudo nas propriedades dos materiais, acessórios, equipamentos e dispositivos de utilização, nomeadamente no que refere à resistência química, mecânica e térmica dos mesmos, em prol das características do fluido a transportar e das condições de assentamento (Afonso,Rodrigues,2007).

O comportamento físico-ambiental revela-se ao nível do conforto da instalação, nomeadamente do ponto de vista do ruído, da temperatura e da pressão (Afonso,Rodrigues,2007). Esse comportamento físico-ambiental, unido à "carga cultural" humana, determina o bem-estar e o conforto ambiental do indivíduo (Castro,2008).

4.2.2. DESEMPENHO HUMANO

O meio cultural é fulcral para a expectativa de um determinado ambiente, sendo que este deve ser concebido para determinadas tarefas e funções importantes para um determinado grupo social. Assim, para grupos sociais com diferentes culturas, as expectativas quanto ao ambiente são também distintas (Castro,2008).

O desempenho humano pode-se dividir em quatro subcategorias: desempenho funcional, desempenho social, desempenho simbólico e desempenho em termos de saúde e bem-estar (Afonso,Rodrigues,2007).

4.2.2.1. Desempenho funcional

A funcionalidade dos espaços é muito importante para a realização de determinadas tarefas, sendo por isso importante no conforto a proporcionar aos utentes. O desempenho funcional relaciona-se com a composição espacial do ambiente, dada pelos elementos tridimensionais, equipamentos e objetos, mas também a partir das condições e cultura humana. Desta forma o tipo de instalação sanitária deverá ser adequado ao tipo de usuário (Castro,2008).

Por outro lado, nas instalações, o desempenho funcional pode ser avaliado pela ergonomia e pelo conforto na utilização dos seus aparelhos e dispositivos. Ao nível dos dispositivos de utilização, não se tem verificado uma evolução no sentido de um melhor desempenho funcional, isto é, atingiu-se um estado tal de ergonomia, que atualmente, as propostas cingem-se a aspetos arquitetónicos ou decorativos. Quanto aos aparelhos sanitários, existe atualmente uma maior oferta ligada ao conforto, que se traduz num avanço significativo ao nível da ergonomia (Afonso,Rodrigues,2007).

4.2.2.2. Desempenho simbólico e social

O desempenho simbólico, estando associado aos gostos e tradições dos utentes, reflete-se no mobiliário e no equipamento sanitário escolhidos para decoração (Afonso,Rodrigues,2007).

O conceito do desempenho social, que se reflete na conceção arquitetónica das instalações, está associado a questões de privacidade e interação social (Afonso,Rodrigues,2007).

4.2.2.3. Desempenho de saúde e bem-estar

Relativamente à saúde e bem-estar, há que referir que existe probabilidade da existência de aspetos microbiológicos nas redes prediais, nomeadamente relacionados com a *escherichia coli* e com a *legionella*, sendo que esta última apresenta perigo à saúde humana. Ambas necessitam de determinadas condições específicas para se formarem, sendo que existe probabilidade de existir *legionella* em redes de água quente, mediante determinadas temperaturas e condições atmosféricas propícias.

Dado que existem padrões para a formação destas bactérias, cabe ao projetista ter em consideração determinados parâmetros que garantam a salubridade da água (Afonso,Rodrigues,2007).

4.2.3. DESEMPENHO ECONÓMICO

O desempenho económico traduz-se na relação entre os custos (de investimento e de manutenção) e a satisfação (benefício) alcançada (Afonso,Rodrigues,2007).

Na fase de projeto são tomadas decisões relativamente à tipologia da rede, da técnica construtiva e materiais a serem empregues. São ainda contabilizados, direta ou indiretamente, gastos na manutenção, no abastecimento de água, no tratamento de efluentes, nas taxas e demais impostos urbanos, etc.. Assim, é nesta fase que são tomadas decisões que comprometem a qualidade, a durabilidade, o conforto e o desempenho técnico da instalação hidráulica (Castro,2008).

4.2.2. DESEMPENHO AMBIENTAL

O desempenho ambiental pode-se caraterizar através da integração e da convivência entre o ambiente construído e a envolvente ambiental, isto é, do conforto ambiental, ou por outro lado, o impacte ambiental (Afonso,Rodrigues,2007).

Este desempenho pode ser avaliado pela forma como as instalações hidráulicas prediais asseguram o transporte de água potável do exterior até às instalações, ou por outro lado, como é assegurada a rejeição de efluentes domésticos para o meio ambiente (Castro,2008).

5

PATOLOGIAS NAS REDES PREDIAIS

5.1. GENERALIDADES

Tal como já foi referido, as instalações prediais de águas e esgotos constituem, em Portugal, uma das principais causas de patologias em edifícios, mesmo quando se trata de construção recente. As patologias nestes sistemas surgem com alguma frequência, quer em edifícios antigos, quer em edifícios recentes, sendo que o envelhecimento natural dos materiais, a inadequação face às novas exigências, e a ausência de manutenção adequada durante a vida útil dos sistemas, serão os fatores que mais contribuem para que as mesmas ocorram (Pedroso,1997).

O desapontar de formas mais ou menos aceleradas de manifestações patológicas nestas instalações, deve-se a vários fatores, que serão descritos mais à frente.

Estas manifestações patológicas poderão pôr em causa os níveis de desempenho funcionais desejados, tornando muitas vezes estes sistemas inoperacionais. (Pedroso,1997).

Convém salientar que, nas redes prediais, este tipo de situações é agravado pelo facto de a maioria das tubagens serem embutidas, pelo que se torna difícil avaliar o seu estado de conservação e identificar com rigor as anomalias existentes.

As causas destas anomalias podem-se encontrar em erros e defeitos, quer na fase de projeto quer na fase de construção nos sistemas de águas e esgotos.

Antes de se proceder ao estudo, propriamente dito, das patologias nas redes prediais, acha-se relevante fazer o enquadramento destas, relativamente às patologias na construção em geral.

A AQC (“Agence Qualité Construction”), organismo francês responsável pela apreciação e implementação da qualidade na construção, criou um mecanismo de recolha e análise dos sinistros declarados às companhias seguradoras – sistema SYCODÉS (“Système de Collecte des Désordres”), no âmbito da garantia decenal e dos seguros, obrigatórios desde a entrada em vigor da “Lei Spinetta” em França, em 1978 –. Estes dados, fornecidos de forma anónima, constituem um elemento fundamental na avaliação da importância da patologia da construção em geral.

Na análise efetuada pelo SYCODÉS, além da descrição da patologia, é identificado o elemento construtivo e a causa que esteve na origem do problema, bem como o custo de reparação dos danos, com base nos registos efetuados pelos peritos que avaliaram os sinistros (Sousa,2004).

Na análise efetuada pelo SYCODÉS (2012), foram apresentadas as principais anomalias verificadas no período entre 1995 e 2011, qualquer que tenha sido o período de construção do edifício no qual foi assinalado o dano. No gráfico seguinte (Figura 5.1), mostra-se a distribuição de anomalias por elemento afetado. Para tal, foram analisados doze elementos de construção, cujas anomalias se

mostram de forma hierarquizada em % de elemento afetado. As repartições foram comparadas com o conjunto e detalhadas segundo a tipologia de construção: habitações unifamiliares (difusas e em grupo), habitações coletivas, espaços de serviço ou comércio e outras utilizações.

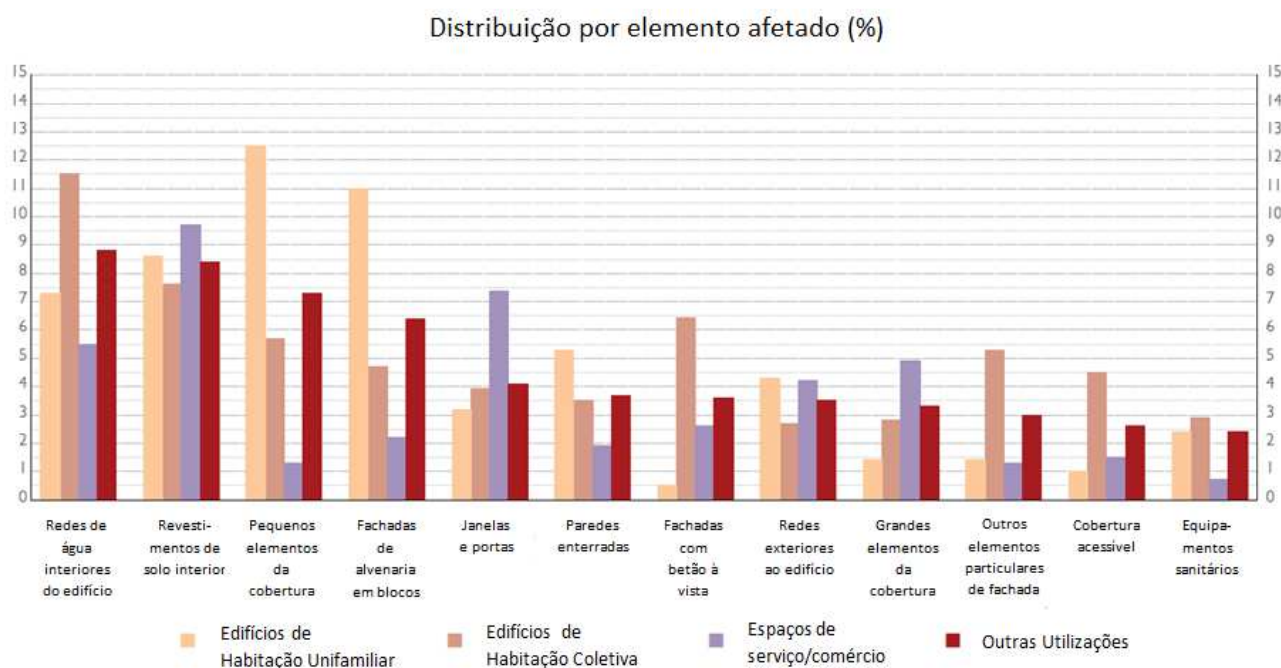


Figura 5.1 – Distribuição por elemento afetado (Adaptado de Sycodés,2012).

Observa-se que nos edifícios de habitação coletiva, as anomalias declaradas à AQC incidem principalmente nas redes prediais interiores do edifício, nos revestimentos de solo interior, nas fachadas com betão à vista e noutros elementos particulares de fachada (não impermeabilizados), assim como em pequenos elementos da cobertura.

Por outro lado, e como se observa a seguir, os custos de reparação, em edifícios de habitação coletiva, encontram-se fortemente associados às redes prediais de água e aos revestimentos do solo interior.

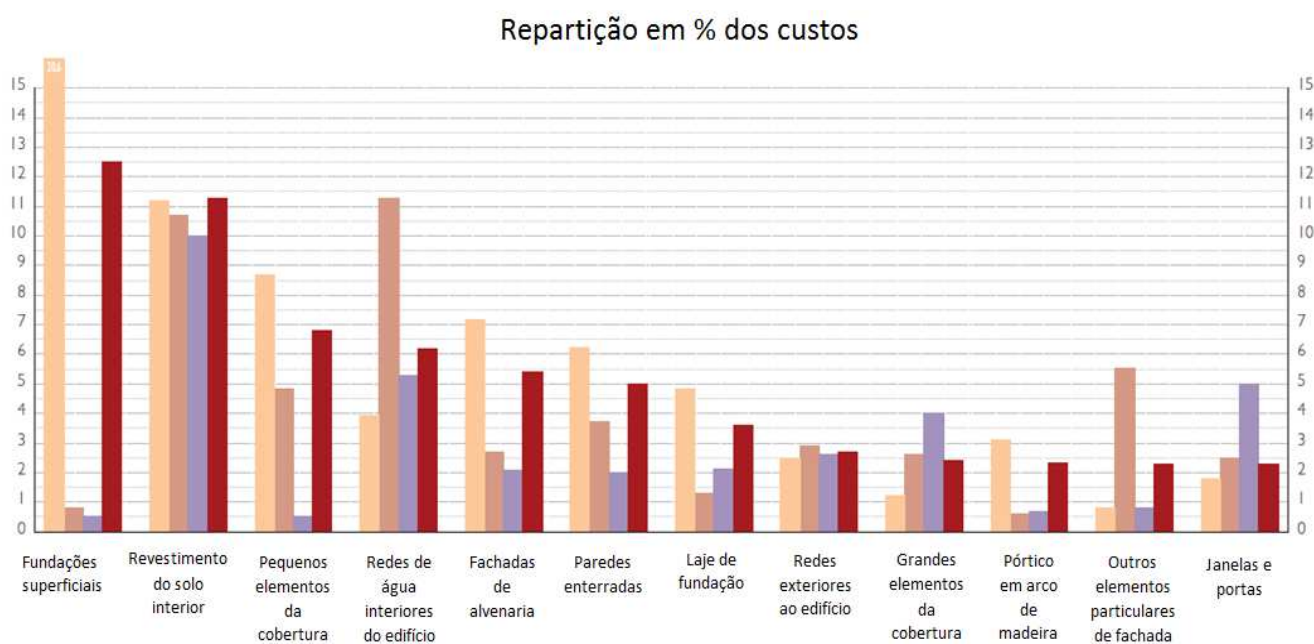


Figura 5.2 – Repartição em % dos custos de reparação das anomalias (Adaptado de Sycodés,2012).

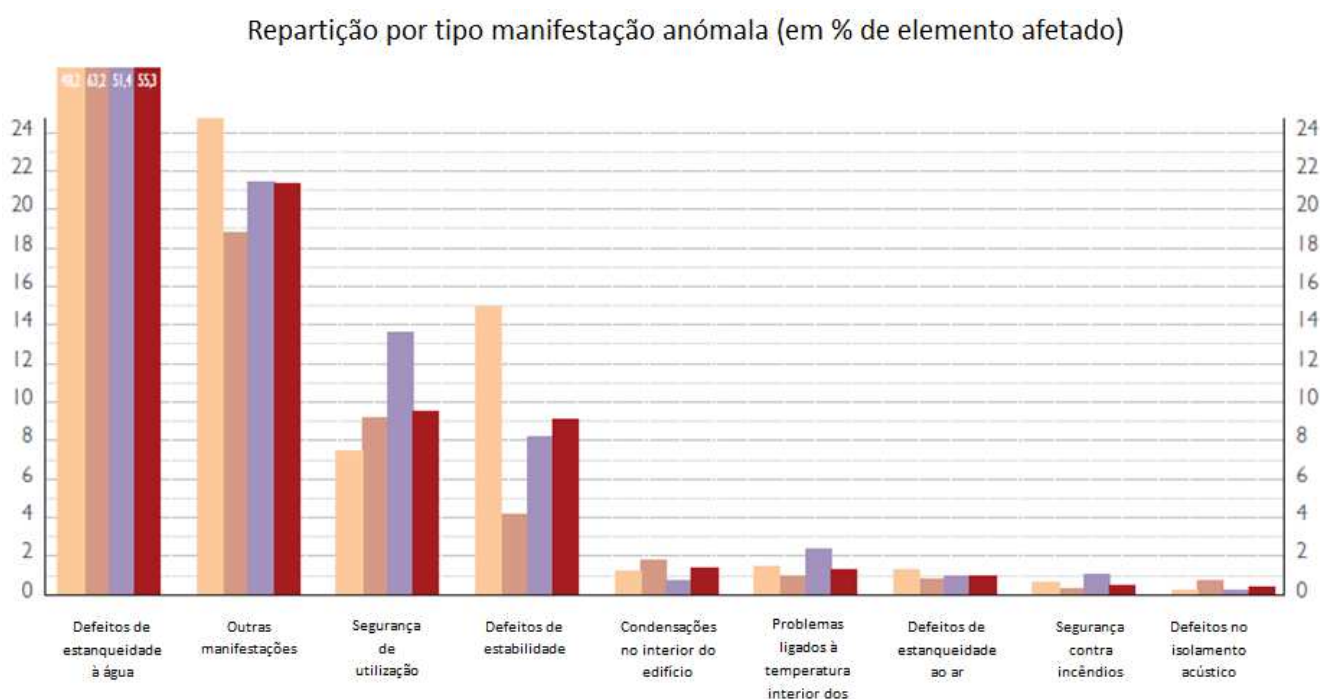


Figura 5.3 – Repartição por tipo de manifestação anómala (em % de elemento afetado) (Adaptado de Sycodés,2012).

5.2. TIPOS DE PATOLOGIAS NAS REDES PEDIAIS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Aquando da concepção, a preocupação do projetista deverá incidir na garantia de um nível satisfatório de desempenho funcional dos sistemas, da preservação da salubridade, do conforto e da segurança dos utilizadores.

Muitos estudos referem que cerca de 50% das anomalias verificadas em edifícios se devem ao projeto, pelo que se torna essencial que o projetista cumpra determinados requisitos. Caso contrário, o projeto traduzir-se-á, necessariamente, numa menor qualidade de desempenho do sistema, e provavelmente em encargos económicos adicionais devido a obras de reabilitação a incrementar a prazo (Pedroso,2006).

Na fase de construção, ou seja, na montagem e preparação das redes prediais de distribuição de água antes da sua entrada em serviço, existem várias fontes de erro, que mais tarde poderão originar patologias. Todos os tubos, acessórios, equipamentos e dispositivos de utilização a utilizar em obra devem apresentar os níveis de qualidade desejados, devendo ser portadores de certificado de conformidade. Por outro lado, o projeto deve ser respeitado nesta fase (Afonso,2004).

Nos edifícios antigos, as anomalias mais significativas nestas redes são, por um lado muito rudimentares face às exigências atuais, e por outro as que resultam da existência de numerosas instalações de distribuição de água com tubagens em chumbo – material que foi abandonado por representar riscos de contaminação de água potável – (Appleton,2003).

Os tipos de patologias que surgem com maior frequência nas redes prediais de abastecimento de água são os que se apresentam de seguida.

5.2.1. DEFICIENTES NÍVEIS DE PRESSÃO E CAUDAL

Tal como foi referido anteriormente, os valores das pressões máxima e mínima da rede pública estão a cargo da entidade gestora. Ora, muitas vezes a concepção destas redes é feita sem o correto conhecimento destes valores devido à indisponibilidade da entidade gestora na cedência desses dados ou até mesmo à sua desatualização. Esta entidade deve fornecer dados fiáveis e atualizados para um correto dimensionamento das redes. Por outro lado, mesmo quando esses dados são fornecidos corretamente, muitas vezes não são devidamente tratados pelo projetista, concebendo utilizações sem conforto e problemas de funcionamento de alguns dispositivos (Afonso,2004).

O projetista deverá, então, ter em conta as condições de pressão adequadas ao funcionamento do equipamento instalado. Deverá ainda optar por um sistema de alimentação adequado às características de fornecimento do sistema público e do edifício.

Sendo que a probabilidade do funcionamento em simultâneo de todos os dispositivos de utilização instalados não é significativa, o dimensionamento dos diversos troços da rede é determinado com base num caudal de cálculo, que é naturalmente inferior ao somatório dos caudais instantâneos nos diversos dispositivos instalados a jusante da secção em estudo. Segundo Afonso (2004), nestas condições, o caudal de cálculo pode representar a origem de diversos problemas.

Por vezes, nos pisos mais elevados das edificações, surgem deficiências no abastecimento em termos de pressão e caudal, as quais geralmente estão relacionadas com a incorreta determinação no projeto

das características de desempenho dos elementos elevatórios e/ou sobrepessores, bem como por alteração das condições iniciais de fornecimento por parte da entidade gestora (Pedroso,1997).

Importa, ainda, frisar que, quer devido a incrustações calcárias quer devido a corrosão no interior das tubagens, quando assume proporções significativas, podem conduzir à redução nas secções de passagem, o que implica muitas vezes deficientes níveis de fornecimento, nomeadamente, com redução no caudal e na pressão (Pedroso,1997).

5.2.2. ROTURA NAS TUBAGENS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

A ocorrência de roturas nas tubagens de distribuição predial de água deve-se a perfurações acidentais, não reparadas ou deficientemente corrigidas, ou a fenómenos de corrosão e/ou a uma inadequada ligação entre elementos da instalação (contacto entre materiais metálicos de diferentes nobrezas). Por outro lado, estas roturas também se podem dever à introdução de tensões excessivas nas tubagens, provocadas por variações das suas dimensões lineares associadas a variações de temperatura, ou por movimentos diferenciais dos elementos de construção (Appleton,2003).

As roturas nas tubagens e a consequente perda de estanqueidade manifestam-se, no caso de tubagens embutidas através de manchas nas paredes por onde ocorrem, e no caso de tubagens instaladas à vista, através de exsudações e derrames para os pavimentos (Pedroso,1997).

No que diz respeito à corrosão, os materiais mais propícios a este malefício são as tubagens metálicas.

As roturas nas tubagens metálicas estão associadas a diversos tipos de corrosão – esta surge quando estes materiais entram em contacto com diversos meios, tais como a atmosfera, a água, a argamassas e o solo –, com origem quer pelo interior quer pelo exterior, em função do tipo de material que as constitui, das características químicas da água distribuída e da sua temperatura. Por outro lado, a falta de limpeza e do acompanhamento das tubagens metálicas é outro fator agravante na rotura das mesmas (Fontinha,Salta,2007).

Existem vários tipos de corrosão, sendo que os mais frequentes que afetam as tubagens metálicas são (Fontinha,Salta,2007):

- Corrosão uniforme: corrosão uniforme em toda a superfície exposta, resultando na diminuição gradual da espessura da secção;
- Corrosão por picadas: corrosão localizada em pequenos pontos da superfície do metal, escavando-a, eventualmente até à perfuração completa. Este tipo de corrosão está muito associada à presença de cloretos ou de micro-organismos no meio;
- Corrosão intersticial: corrosão localizada que se desenvolve em interstícios onde se podem formar pequenos volumes de água estagnada (fendas, uniões de peças, sob depósitos de partículas), no interior dos quais se dá corrosão por arejamento diferencial.



Figura 5.4 – Diferentes tipos de corrosão em tubagens metálicas: corrosão pelo interior (à esquerda); corrosão pelo exterior (ao centro); corrosão intersticial (à direita:) (Pedroso,2006).

Estas roturas são ainda mais vulgares nas juntas entre tubagens, derivadas de erros de projeto ou de montagem, bem como a movimentos estruturais, ou quando sujeitas a variações de dimensão provocadas por variações de temperatura, como no caso das tubagens de água quente (Appleton,2003).

Relativamente aos materiais termoplásticos, as roturas nestes estão por vezes associadas a fenómenos de envelhecimento prematuro e redução das suas características iniciais de resistência mecânica, com a consequente perda de estanqueidade pela inadequação do polímero que as integra e que permite que as mesmas operem a determinadas temperaturas (Pedroso,1997).

Por outro lado, a exposição das tubagens termoplásticas à ação dos raios ultravioletas, sem que estejam protegidas com um revestimento de proteção, e/ou o aquecimento dos tubos para obter a sua deformação usando maçaricos de chama, leva a que a estrutura molecular da maioria dos polímeros seja fragilizada, manifestando-se posteriormente a perda de estanquidade das tubagens (Russo,2009).



Figura 5.5 – Exemplo de rotura em tubagem termoplástica, por excesso de pressão (imagem obtida nos laboratórios da Geberit, na Suíça) (Russo,2009).

5.2.3. RUÍDOS NAS INSTALAÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Antes de mais, interessa referir que os sons que se fazem sentir com maior frequência nas tubagens das redes prediais (tanto de abastecimento de água, como de drenagem de águas residuais), devem-se fundamentalmente aos sons aéreos e aos sons de percussão, conforme ilustra a figura seguinte.



Figura 5.6 – Ruídos aéreos (à esquerda) e ruídos de percussão (à direita) [Geberit].

As instalações prediais de distribuição de água não devem ser fonte de ruídos que possam pôr em causa o conforto dos utentes. As principais causas da produção de ruídos provocados nestas instalações, estão geralmente associadas a (Pedroso,1997):

- A excessiva velocidade de escoamento da água, que constitui vibrações que se propagam pelas tubagens, daí que se limite o valor da velocidade;
- No caso de dispositivos de utilização de fecho brusco (como por exemplo o fluxómetro), ou quando se dá a paragem de um elemento de bombagem, se a tubagem horizontal de alimentação for de pequeno diâmetro, isso fará aumentar a velocidade de escoamento da água, podendo ocorrer o fenómeno de choque hidráulico (golpe de aríete);
- Na interrupção do fluxo da água numa tubagem vertical (sendo que quando ocorre, esta pára quase instantaneamente devido ao efeito da força da gravidade) verifica-se em simultâneo na tubagem horizontal uma paragem mais gradual do fluxo de água. Ora, esta redução da velocidade da água na tubagem horizontal provoca o seu retrocesso devido ao vácuo criado na tubagem vertical, dando-se desta forma o fenómeno de choque hidráulico no momento em que a água que adquire velocidade se junta com a água que se encontra parada, originando ruídos;
- As mudanças bruscas de diâmetro, bem como a existência de singularidades nas redes, são causadoras de turbulências no escoamento e de fenómenos de cavitação – fenómeno de formação de bolhas ou cavidades num líquido submetido a mudanças bruscas de pressão –, o que origina ruídos;
- As tubagens sujeitas a vibrações, quando não sejam tomadas medidas de precaução, são também fonte de produção de ruídos;
- As tubagens destinadas à água quente, por estarem sujeitas a significativas variações de temperatura, originam variações lineares nas suas dimensões, pelo que conduzem por vezes a reajustes no seu posicionamento, acompanhados da produção de ruídos;
- O ar arrastado no interior das canalizações acumula-se nos pontos altos da rede, provocando perturbações no escoamento, devido à sua compressibilidade, dando origem a ruídos;

- As instalações elevatórias e sobrepessoras sempre que entram em funcionamento transmitem vibrações, e conseqüentemente geram a produção de ruídos.

5.2.4. DEFICIÊNCIAS NO FORNECIMENTO DE ÁGUA QUENTE

O deficiente fornecimento de água quente aos dispositivos de utilização deve-se geralmente a uma incorreta conceção e dimensionamento destes sistemas. Para evitar estas situações, aquando do dimensionamento deverão ser contabilizadas as necessidades previsíveis dos utentes, nomeadamente no que concerne à temperatura da água distribuída, dos caudais instantâneos e do volume de água quente disponibilizado. Um adequado isolamento térmico, que otimize o rendimento térmico, e a minimização dos consumos energéticos, pode contrariar esta tendência (Pedroso,1997).

Estas deficiências são normalmente materializadas por acentuadas variações de caudal e temperatura nos pontos de consumo, o que origina desconforto aos utilizadores dos sistemas (Pedroso,1997).

Os equipamentos de aquecimento e os equipamentos de tratamento de água apresentam em geral perdas de carga relativamente elevadas, que nem sempre são devidamente ponderadas nos cálculos hidráulicos. Essa avaliação incorreta das perdas de carga localizadas é outro fator que pode levar a um inadequado dimensionamento da instalação (Afonso,2004).

Na fase de construção, mesmo com uma correta seleção e ligação de tubos e acessórios, a falta de atenção em relação ao elevado coeficiente de dilatação de alguns materiais termoplásticos que transportam água quente, originando tensões excessivas no material, ou a incorreta colocação de suportes em tubagens suspensas, provocando deformações e perdas de linearidade, são também situações recorrentes (Afonso,Rodrigues,2007).

Por outro lado, a perda de eficácia nas redes de distribuição de água quente, deve-se também à produção de depósitos calcários, que depende principalmente das características da água, e cuja probabilidade de ocorrência é tanto maior, quanto maior for a temperatura do fluido (Appleton,2003).

5.2.5. DEFICIENTE DESEMPENHO DOS MATERIAIS, ACESSÓRIOS, EQUIPAMENTOS E DISPOSITIVOS DE UTILIZAÇÃO

Os dispositivos de utilização por possuírem níveis de menor qualidade, ou por efeito do uso, evidenciam por vezes desgastes nos elementos de obturação (no caso de autoclismos, a deficiente vedação das válvulas de descarga ou das válvulas de enchimento com bóia flutuante, conduzem à impossibilidade de fecho nesses elementos), o que provoca também ruídos aquando das operações de abertura e fecho dos mesmos (Pedroso,1997).

Quanto às instalações elevatórias e/ou sobrepessoras, as deficiências resultam em geral de erros de projeto na seleção dos elementos de bombagem (principalmente na determinação do caudal e da altura manométrica de elevação), o que implica deficientes caudal e pressão da água distribuída no fornecimento (Pedroso,1997).

Finalmente, a degradação de alguns componentes das instalações, nomeadamente torneiras e válvulas, pelo envelhecimento de alguns materiais, serão as situações menos graves das já descritas (Appleton,2003).

5.3 TIPOS DE PATOLOGIAS NAS REDES PREDIAIS DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS

Nos edifícios antigos, estas redes caracterizam-se por serem muito primitivas e incipientes, sendo que nestes, a rede de drenagem de águas residuais se resume a uma pia de despejos, na cozinha. Assim, a principal deficiência nos edifícios antigos caracteriza-se pela ineficácia, devido à escassez de elementos existentes (Appleton,2003).

Quanto aos edifícios recentes, os principais problemas devem-se, sobretudo, a fenómenos de sifonagem e/ou a erros resultantes das fases de projeto e de montagem.

A consequência dos inúmeros erros e defeitos que se observam no traçado, resulta num tremendo desconforto para os utentes. É, por isso, importante perceber o modo como se desenvolve o escoamento ao longo das redes, nomeadamente das pressões positivas e negativas originadas, e das zonas críticas, permitindo desta forma que se proceda a um traçado satisfatório para o sistema (Afonso,2004).

Quanto aos erros de construção, e à semelhança das redes de distribuição de água, estes passam pela incorreta montagem e instalação dos dispositivos de utilização, equipamentos e acessórios.

Segundo Afonso (2004), a tendência para um dimensionamento “folgado” da instalação para otimizar os riscos de perda no fecho hídrico, nem sempre é um procedimento correto, dado que pode originar problemas de transporte sólido (deposições, etc.).

Assim, as deficiências nas redes de águas residuais domésticas traduzem-se então em refluxos dos efluentes nos sifões de pavimento ou nos próprios aparelhos sanitários, ou em perdas de estanqueidade com derrame dos efluentes através das tubagens. Esta situação considera-se muito grave quando as redes, como aliás acontece na maior parte dos casos, são embebidas nos pavimentos e paredes, traduzindo-se em manchas de humidade, com cor e cheiros característicos, pondo por isso em risco a salubridade das habitações (Paiva *et al.*,2006).

5.3.1. ODORES

Os maus odores devem-se fundamentalmente a problemas de sifonagem, assim como à falta de ventilação. O incumprimento do afastamento máximo entre o sifão e a secção ventilada é também propício à formação de odores (Pedroso,2006).

No que diz respeito aos problemas de sifonagem, quando se verifica a descarga de um aparelho sanitário ocorre a formação de um tampão no respetivo ramal de descarga, o qual provoca uma aspiração, ocasionando uma redução da altura do fecho hídrico do sifão (o qual deverá ser no mínimo de 50 mm e não superior a 75 mm). Este fenómeno designa-se por auto-sifonagem, e quanto menor for

a secção do ramal e maiores forem a sua dimensão linear e a sua inclinação, mais intenso este fenómeno será – na descarga dos aparelhos sanitários cuja secção é vertical e côncava o escoamento dos aparelhos cessa abruptamente, ao contrário dos aparelhos sanitários de base plana, onde a descarga se processa lentamente – (Paiva *et al.*,2006).

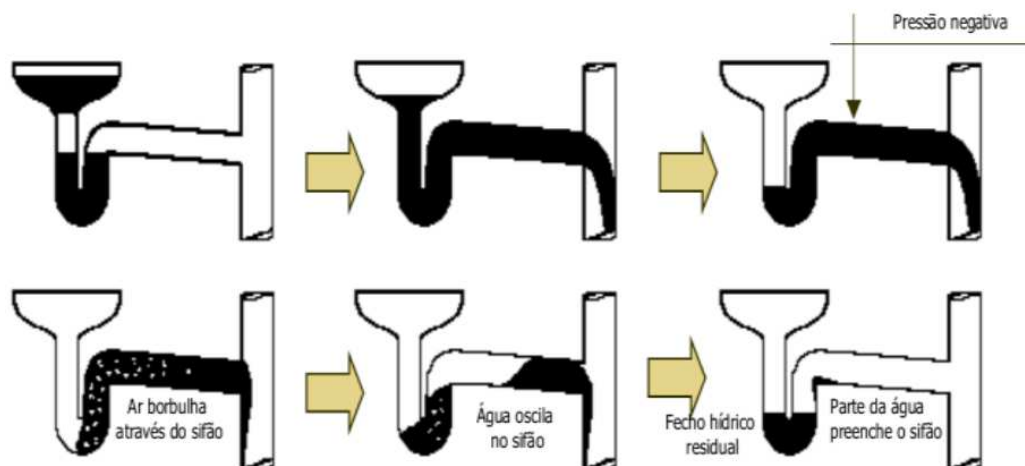


Figura 5.7 – Fenómeno de auto-sifonagem (Medeiros,2012).

Ainda relativamente à descarga de aparelhos sanitários, pode ocorrer a formação no tubo de queda de um tampão, que irá originar uma sifonagem induzida por compressão ou aspiração nos sifões cujos ramais convirjam para o tubo de queda. Este facto pode ser explicado pelo deficiente dimensionamento dos tubos de queda, através da adoção de taxas de ocupação inadequadas, e consequentemente, esses tampões acabam por rebentar devido às variações de pressão verificadas, originando descargas ruidosas (Paiva *et al.*,2006).

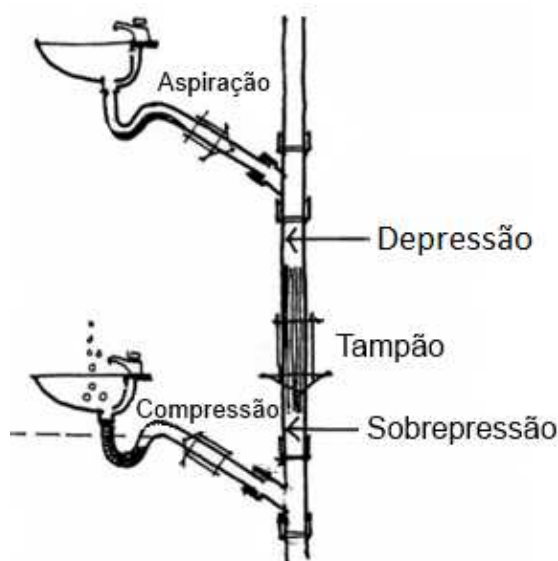


Figura 5.8 – Sifonagem induzida (Adaptado de Suárez,2006).

A dupla sifonagem (instalação de dois sifões no mesmo ramal) pode ser explicada através da Figura 5.9, na situação em que a altura “a” é inferior à altura “b”. Quando esta existe (apesar de atualmente ser proibido), pode não se dar o escoamento completo da água contida no aparelho sanitário ou, por outro lado, levar à destruição parcial do fecho hídrico do sifão instalado imediatamente a jusante do aparelho sanitário, permitindo a passagem de maus odores para o ambiente (Paiva *et al.*,2006).

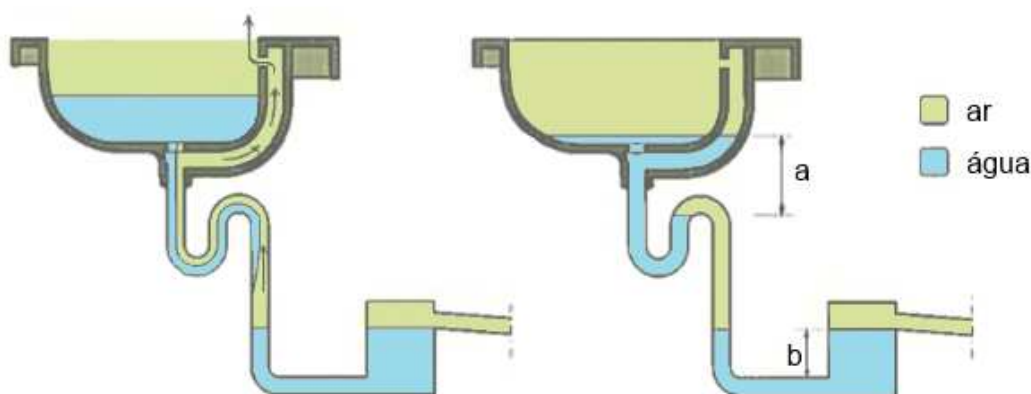


Figura 5.9 – Dupla sifonagem (Adaptado Paiva *et al.*,2006).

Independentemente de haver ou não dupla sifonagem, existe ainda a possibilidade de ocorrer destruição total ou parcial do fecho hídrico durante as descargas dos aparelhos sanitários (Pedroso,2006).

5.3.2. RUÍDOS NAS INSTALAÇÕES DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS

Os problemas de ruído são, nestas redes, de todo semelhantes aos das redes prediais de abastecimento de água.

Nas redes de drenagem de águas residuais domésticas, os problemas de ruído manifestam-se com frequência devido a traçados inadequados, insuficiente isolamento de condutas de serviço ou deficiente instalação de equipamentos.

A ocorrência de ruídos nas instalações de drenagem de águas residuais domésticas deve-se ao deficiente dimensionamento dos ramais de descarga, dos tubos de queda, dos sifões, bem como da escolha dos materiais (Pedroso,2006).

Relativamente ao mau dimensionamento dos tubos de queda, nomeadamente através da adoção de taxas de ocupação inadequadas, leva à formação de tampões (Figura 5.8), os quais acabam por rebentar devido às variações de pressão verificadas, originando descargas ruidosas (Paiva *et al.*,2006).

Outro tipo de problemas refere-se à inadequada instalação dos aparelhos sanitários e das tubagens, fixadas rigidamente aos elementos de suporte e atravessando elementos estruturais, o que conduz à transmissão de ruídos ao edifício (Paiva *et al.*,2006).

Neste domínio, deve ainda notar-se que muitos dos dispositivos e equipamentos disponíveis no mercado, de menor qualidade, geram excessivos níveis de ruído.

Relativamente às instalações elevatórias, sempre que estas entram em funcionamento transmitem vibrações, quer às tubagens, quer ao edifício, produzindo também ruídos (Paiva *et al.*,2006).

5.3.3. OBSTRUÇÕES

A obstrução das canalizações de drenagem de águas residuais domésticas deve-se, muitas vezes, a um deficiente dimensionamento dos tubos de queda, à retenção de efluentes sólidos e de gorduras ou a problemas de sifonagem, bem como por uso inadequado dos utentes, por insuficiente capacidade de arrastamento, ou ainda, por deficiente construção das câmaras de inspeção, especialmente das suas soleiras (Paiva *et al.*,2006).

Quando se verifica um entupimento nestas redes, seguido de um refluxo das águas residuais que não se conseguem escoar, estas derramam através das juntas dos aparelhos sanitários das cozinhas e casas de banho (Appleton,2003).

O entupimento destas redes deve-se à obstrução provocada pela deposição de gorduras e de efluentes sólidos, ocorrendo facilmente quando os calibres da rede são limitados, ou quando a conceção da rede é insuficiente. Estes problemas surgem com frequência na execução destas redes em edifícios já construídos, em que não se conseguem contornar devidamente algumas condicionantes do edifício pré-existente (Appleton,2003).

O deficiente uso das redes, especialmente quando nelas são lançadas objetos de grandes dimensões, ou grande quantidade de efluentes sólidos, origina entupimentos graves, os quais são resolvidos com pouco cuidado, podendo causar roturas na rede, ou simplesmente a transferência deste problema para outro ponto da mesma (Appleton,2003).

5.3.4. ROTURAS NAS TUBAGENS DE ESGOTOS DOMÉSTICOS

Nos edifícios antigos, cujas tubagens são de grés cerâmico, as roturas nos sistemas de drenagem de águas residuais verificam-se de forma localizada, principalmente nas juntas (de argamassas fracas), levando à perda de estanqueidade. Estas roturas, quer nas tubagens, quer nas juntas são muitas vezes originadas por incompatibilidades de comportamentos de materiais que constituem a rede e dos elementos de construção em que se inserem ou a que estão ligados (Appleton,2003).

Relativamente às juntas, estas podem originar roturas devido à sua má execução, ou à deficiência das mesmas, resultantes do envelhecimento dos materiais constituintes, ou por outro lado devido à sua cedência, provocada por assentamentos diferenciais dos elementos de construção (Paiva *et al.*,2006).

As roturas podem ainda ser originadas por corrosão e/ou ataques químicos, sendo possível portanto estabelecer um paralelo com o que foi mencionado anteriormente relativamente aos sistemas de abastecimento de água (Paiva *et al.*, 2006).

5.3.5. DEFICIENTE DESEMPENHO DOS MATERIAIS

O material mais frequente nas instalações antigas de águas residuais domésticas é o grés cerâmico, constituindo canalizações rígidas, sem capacidade de se adaptarem, sem fendilhação face a movimentos que os elementos construtivos possam sofrer (por exemplo devido a assentamentos de fundação ou a deformações por flexão de pavimentos). Note-se que em edifícios antigos, as juntas entre tubagens, são geralmente executadas e preenchidas com argamassas fracas, que se desagregam, na sequência dos movimentos estruturais referidos, bem como por efeito de reações químicas entre as argamassas e os agentes agressivos contidos nas águas residuais (Appleton, 2003).

Nas redes de drenagem de águas residuais domésticas correntes, os materiais termoplásticos, especialmente o PVC, apresentam-se como sendo os mais críticos, nos casos em que a temperatura do líquido descarregado exceda os 40°C, como aliás é o caso dos ramais de descarga das máquinas de lavar roupa e louça.

5.3.6. DEPRESSÕES E SOBREPRESSÕES

As depressões e as sobrepressões devem-se fundamentalmente à falta de ventilação na rede, ou ao mau dimensionamento da mesma.

As sobrepressões podem acarretar, nos casos críticos, a rotura de certas canalizações, nomeadamente das termoplásticas.

As depressões podem originar cavitações perigosas para as canalizações, aparelhos e válvulas, como também o colapso, quer em tubagens metálicas quer em termoplásticas, sendo que ocorrem principalmente nos sistemas elevatórios.

No momento em que se interrompe o escoamento do fluido ou se modifica a brutalmente a velocidade do mesmo, dá-se uma variação de pressão conhecida como choque hidráulico (golpe de aríete). Isto acontece com frequência nas tubagens que operam por bombeamento (instalações elevatórias). Este fenómeno dá-se geralmente devido ao arranque e paragem de bombas, ao fecho de válvulas, à presença de ar ou à má atualização dos aparelhos de proteção.

A figura seguinte ilustra o diagrama de pressões num tubo de queda quando ocorrem descargas em simultâneo em dois pisos consecutivos:

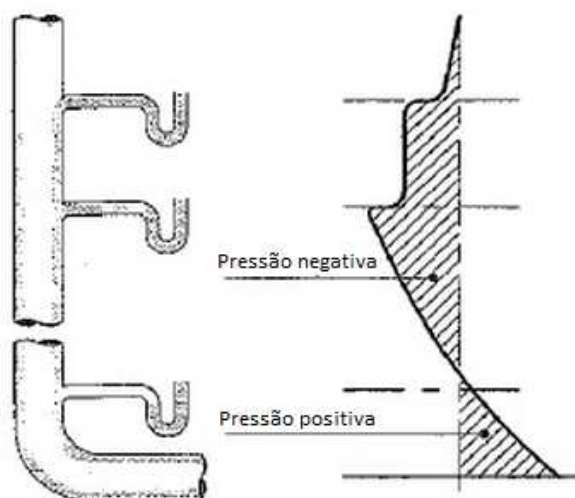


Figura 5.10 – Diagrama de pressões num tubo de queda quando ocorrem descargas simultâneas em 2 pisos consecutivos (Pedroso,2000).

6

GRADUAÇÃO DAS PATOLOGIAS NAS REDES PREDIAIS

6.1. GENERALIDADES

As anomalias existentes nas redes prediais de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais domésticas acabam por afetar as exigências dos utilizadores e originam a redução da vida útil dos edifícios. Grande parte destas anomalias têm a sua origem ainda na fase de projeto, como aliás se verifica nos restantes tipos de patologias manifestadas nos edifícios atualmente.

Na consequência do Novo Regime de Arrendamento Urbano (NRAU), foi concebido o "Método de avaliação do estado da conservação de imóveis" (MAEC), que visa determinar com objetividade o estado de conservação do locado. Segundo o NRAU (MAEC,2007), as anomalias, dependendo da sua graduação, requerem determinados trabalhos de execução, em função do aspeto, do uso e conforto e do risco de saúde e/ou segurança (Quadro 6.1).

No presente capítulo, irá ser usado o termo anomalia, consequente à consulta dos documentos acima mencionados, e, cujo enquadramento foi já explorado em 2.1..

Quadro 6.1 – Graduação das anomalias (MAEC,2007).

	LIGEIRAS	MÉDIAS	GRAVES	MUITO GRAVES
Anomalias que prejudicam o aspeto	Requerem trabalhos de fácil execução	Requerem trabalhos de difícil execução		
Anomalias que prejudicam o uso e o conforto		Requerem trabalhos de limpeza, substituição ou reparação de fácil execução	Requerem trabalhos de difícil execução	
Anomalias que põem em risco a saúde e/ou a segurança			Podem motivar acidentes sem gravidade, e requerem trabalhos de fácil execução	Podem motivar acidentes sem gravidade, graves ou muito graves, e requerem trabalhos de difícil execução

O LNEC publicou, em 2006, o “Guia Técnico de Reabilitação Habitacional” (Paiva *et al.*,2006), que sintetiza a graduação da anomalia, em função do grau de intervenção. Na presente dissertação adotou-se esta mesma classificação para as instalações prediais hidráulicas, como se observa no quadro seguinte.

Quadro 6.2 – Graduação das anomalias ao nível das instalações em edifícios (Paiva *et al.*,2006).

ANOMALIAS EM INSTALAÇÕES DE EDIFÍCIOS			
LIGEIRAS	MÉDIAS	GRAVES	MUITO GRAVES
▪ Anomalias de carácter estético nas instalações; ▪ Necessidade de limpeza; ▪ Reparações anteriores pouco cuidadas que prejudicam o aspeto.	▪ Deterioração pontual de componentes das instalações, exigindo substituição pontual e originando deficiências de funcionamento.	▪ Degradação extensiva motivando funcionamento muito deficiente e necessidade de reparação ou substituição parcial de grande extensão.	▪ Degradação extensiva motivando operacionalidade e necessidade de substituição total.

Seguidamente serão referidas as principais anomalias verificadas nos sistemas de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais domésticas, após prévia caracterização das mesmas nos referidos sistemas.

6.2. ANOMALIAS NAS REDES PREDIAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Tal como foi anteriormente referido, as manifestações patológicas usualmente verificadas nas redes prediais devem-se geralmente ao envelhecimento natural dos sistemas, à eventual inadequação das novas exigências regulamentares e de conforto, quer dos materiais, quer dos equipamentos instalados e da ausência de manutenção adequada ao longo da vida útil do sistema (Paiva *et al.*,2006).

De uma forma genérica, as anomalias mais frequentes nas instalações de distribuição de água devem-se à má conceção ou má execução das mesmas, a perda de estanqueidade, a acumulação de incrustações calcárias ou fenómenos de corrosão.

Em redes mais recentes com tubagem em ferro, os problemas mais comuns dizem respeito à perda de secção ao longo do tempo, devido por exemplo a incrustações calcárias, bem como a roturas por corrosão dos tubos, uma vez que o ferro, mesmo que seja protegido por galvanizado, tem uma durabilidade inferior a 50 anos (Appleton,2003).

De seguida serão apresentadas as anomalias mais comuns nestes sistemas, graduadas em função do tipo de intervenção nestas redes (MAEC,2007) (Amorim, *et al.*,2004).

6.2.1. ANOMALIAS LIGEIRAS

- Instalação de distribuição de água com componentes com sujidades, riscados, oxidados;
- Instalação de distribuição de água evidenciando reparações anteriores pouco cuidadas (como por exemplo na retificação de tubagens ou traçados alternativos);
- Armário de contadores com sujidade ou oxidado, exigindo limpeza e/ou pintura;
- Equipamento de produção de água quente apresentando corrosão;
- Inexistência de válvula de seccionamento à entrada dos compartimentos.



Figura 6.1 – Exemplos de anomalias ligeiras em redes de abastecimento de água (MAEC,2007).

6.2.2. ANOMALIAS MÉDIAS

- Instalação de distribuição de água com componentes deteriorados (por exemplo partidos, soltos, enferrujados, corroídos, etc.), prejudicando o seu funcionamento;
- Armário de contadores com portas deterioradas ou fechos removidos;
- Instalação de distribuição de água com válvulas de seccionamento, ou equipamentos deterioradas (por exemplo enferrujadas ou corroídas);
- Equipamento de produção de água quente com funcionamento deficiente
- Ramais de distribuição de água fria e quente formando sifões com possibilidade de segregação de ar nos seus pontos altos;
- Tubagens plásticas expostas às intempéries e ao sol;
- Irregularidade nas válvulas redutoras de pressão: ausência de meios para drenagem, exiguidade de espaço para instalação de filtros e de válvulas de seccionamento;
- Reservatório enterrado ou semi-enterrado, impedindo escoamento totalmente por gravidade.



Figura 6.2 – Exemplos de anomalias médias em redes de abastecimento de água (MAEC,2007).

6.2.3. ANOMALIAS GRAVES

- Instalação de distribuição de água com funcionamento muito deficiente;
- Armário de contadores com portas muito deterioradas ou removidas, exigindo substituição;
- Instalação de distribuição de água com caudal insuficiente por calcificação interior da canalização;
- Instalação de distribuição de água fria sem ligação a todos os aparelhos da cozinha e da instalação sanitária (lava-louça, lavatório, sanita, base de duche ou banheira);
- Instalação de distribuição de água quente sem ligação a todos os aparelhos da cozinha e da instalação sanitária, salvo a bacia de retrete (lava-louça, lavatório, base de duche ou banheira);
- Equipamento de produção de água quente inoperacional;
- Adoção de reservatório com câmara única (sem septo separador);
- Espaço do reservatório utilizado para arrumos, estabelecimento de redes de drenagem de águas residuais e outros fins não adequados à preservação da salubridade da água potável;
- Ausência ou insuficiência de espaço entre as paredes laterais do reservatório com paredes limítrofes do subsolo ou edificações vizinhas, impossibilitando a sua inspeção e controle da fissuração;

- Insuficiência de espaço na casa das bombas para instalação de válvulas e acessórios adequados às tubagens;
- Tampa de abertura de acesso ao reservatório com falta de estanqueidade e/ou executada de modo incorreto;
- Propagação de ruídos e vibrações das bombas de elevação a partir da casa das bombas;
- Ramais de distribuição de água quente nas lajes e não acessíveis (ou embainhadas).

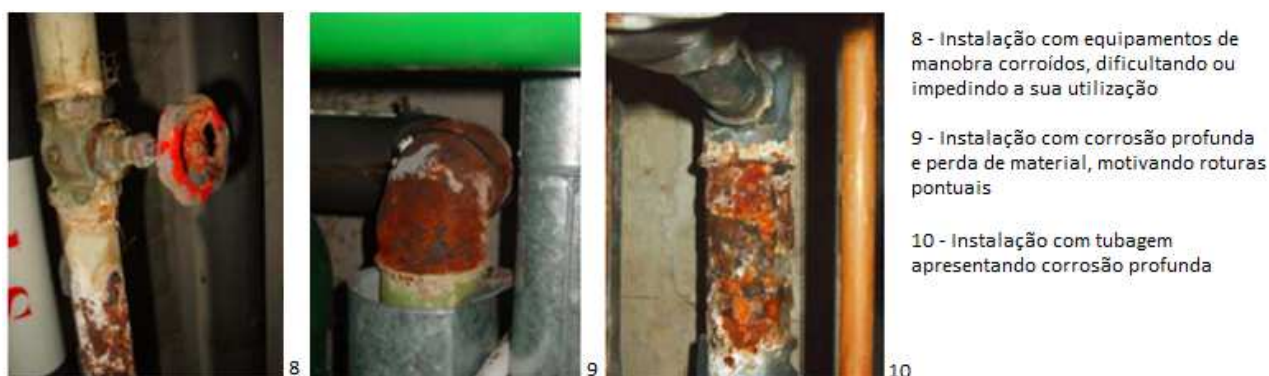


Figura 6.3 – Exemplos de anomalias graves em redes de abastecimento de água (MAEC,2007).

6.2.4. ANOMALIAS MUITO GRAVES

- Instalação de distribuição de água inoperacional motivada por com fugas ou roturas;
- Instalação de distribuição de água inexistente ou removida;
- Instalação de distribuição de água sem ligação à rede pública e com fonte de abastecimento inoperacional;
- Inexistência da possibilidade de instalar um equipamento de produção de água quente com condições para funcionar adequadamente;
- Tampas de acesso às câmaras do reservatório executadas e instaladas de modo incorreto, com possibilidade de admissão de água contaminada para o seu interior;
- Existência de eletrodutos instalados dentro do reservatório.



11 - Instalação inoperacional devido a corrosão profunda e destruição de secção

Figura 6.4 – Exemplo de anomalia muito grave em rede de abastecimento de água (MAEC,2007).

6.3. ANOMALIAS NAS REDES PREDIAIS DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS

As anomalias mais frequentes nas instalações de drenagem de águas residuais domésticas devem-se fundamentalmente a disfunções de desempenho, derivadas da perda de estanqueidade do sistema de tubagem (tubos e respetivos acessórios), causadas pela obstrução das componentes da instalação e ainda a disfunções causadas pela má conceção (Paiva *et al.*,2006).

De forma abrangente, a má conceção destas redes, a perda de estanqueidade e as obstruções, estão na base das principais anomalias verificadas em redes de drenagem de águas residuais domésticas em edifícios (Paiva *et al.*,2006).

De seguida, mostram-se as principais anomalias destes sistemas, graduadas mediante a sua gravidade (MAEC,2007) (Amorim, *et al.*,2004):

6.3.1. ANOMALIAS LIGEIRAS

- Instalação de drenagem de águas residuais com componentes evidenciando desgaste (com sujidades, riscados, oxidados, etc.);
- Instalação de drenagem de águas residuais evidenciando reparações anteriores pouco cuidadas (ex., retificação de tubagem, traçados alternativos);
- Sifão instalado sem altura mínima de fecho hídrico (inferior a 50 mm);
- Falta de curva que garanta a sifonagem nas caixas de reunião instaladas num pavimento para aqueles aparelhos sanitários que não possuem acoplado o respetivo sifão (como é o caso de banheiras, base de chuveiro e máquinas de lavar louça e roupa).



Figura 6.5 – Exemplo de anomalia ligeira em rede de drenagem de águas residuais domésticas (MAEC,2007).

6.3.2. ANOMALIAS MÉDIAS

- Instalação de drenagem de águas residuais com componentes deteriorados (soltos, partidos, enferrujados, corroídos, etc.), prejudicando o seu funcionamento;
- Instalação de drenagem de águas residuais evidenciando alterações anteriores que prejudicam o seu funcionamento (como por exemplo a remoção de sifão de lava-louça);
- Instalação de drenagem de águas residuais sem ligação para máquina de lavar louça, máquina de lavar roupa ou tanque de lavar roupa;
- Ligação direta do nível do tubo de ventilação secundário em coluna de ventilação sem altura adequada.



2 - Tubagem de drenagem de lava-louça sem sifão

3 - Sanita com fuga pontual

Figura 6.6 – Exemplos de anomalias médias em redes de drenagem de águas residuais domésticas (MAEC,2007).

6.3.3. ANOMALIAS GRAVES

- Instalação de drenagem de águas residuais com funcionamento muito deficiente (por exemplo devido a obstrução parcial da tubagem);
- Instalação de drenagem de águas residuais sem ligação a todos os aparelhos da cozinha e da instalação sanitária (lava-louça, lavatório, sanita, bidé, base de duche ou banheira);
- Posicionamento de terminais de colunas de ventilação de esgoto e tubos de ventilação primários em locais inadequados na cobertura, em regiões de depressão, fazendo-se sentir aquando da incidência de ventos fortes.



Figura 6.7 – Exemplos de anomalias graves em redes de drenagem de águas residuais domésticas (MAEC,2007).

6.3.4. ANOMALIAS MUITO GRAVES

- Instalação de drenagem de águas residuais inoperacional devida a anomalias graves (como por exemplo fugas, roturas ou grupo de bombagem inoperacional);
- Instalação de drenagem de águas residuais inexistente ou removida.



Figura 6.8 – Exemplos de anomalias muito graves em redes de drenagem de águas residuais domésticas (MAEC,2007).

7

REABILITAÇÃO DAS REDES PREDIAIS

7.1. GENERALIDADES

Por reabilitação de edifícios antigos, entendem-se as ações de intervenção necessárias e suficientes para as dotar de segurança, funcionalidade e conforto, respeitando a sua arquitetura, tipologia e sistema construtivo (Freitas *et al*,2012). Por outro lado, a reabilitação é uma área estratégica que deve não só preocupar-se com as construções históricas e os edifícios antigos, mas também com aqueles que o tempo de utilização exige intervenções de adequação face às exigências atuais (Freitas,2006).

A conservação das redes passa não só pela sua manutenção constante, mas também, em certos casos, pela necessidade de reabilitação de uma parte ou de todo o sistema. Note-se que surge muitas vezes a necessidade de reabilitar devido a uma manutenção inadequada ou inexistente ao longo da vida útil dos sistemas.

No processo de reabilitação, há que ter em consideração alguns aspetos gerais, e ao mesmo tempo condutores, durante o processo (Freitas *et al*,2012):

- viabilidade da intervenção;
- diagnóstico;
- definição de estratégia;
- projeto de execução;
- análise técnico-económica de propostas.

No sentido da definição de estratégias relativamente às operações de reabilitação das redes prediais de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais domésticas, apresentam-se a seguir possíveis soluções de intervenção das mesmas.

7.2. INTERVENÇÃO NAS INSTALAÇÕES PREDIAIS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA E DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS

Aquando da reabilitação destes sistemas, deve ser assegurado um nível de desempenho satisfatório do sistema, garantindo conforto e segurança aos utilizadores. Por outro lado, devem ser considerados primeiramente alguns aspetos gerais relativamente a estas redes e que a seguir se descrevem (Pedroso,2006):

- adequação às necessidades dos novos equipamentos e hábitos sociais (maiores níveis de consumo);
- estudo do estado de conservação da rede;
- estudo da possibilidade de instalação de novas redes;
- análise da compatibilização entre as tubagens instaladas face às características dos elementos recetores, e outras que eventualmente venham a ser introduzidas. Note-se que existe a possibilidade de se detetarem na mesma instalação tubagens de diferentes materiais;
- identificação de eventuais patologias existentes;
- verificação da necessidade de novas condições a montante do sistema intervencionado.

A necessidade de intervir surge do próprio envelhecimento natural dos sistemas, de erros de conceção ou de uma inadequação face às exigências atuais de conforto e regulamentares. Por outro lado, a intervenção deve ser efetuada sempre que se verifiquem manifestações patológicas que se pronunciem de forma mais ou menos acelerada e que ponham em causa os níveis de desempenho esperados dos sistemas (Paiva *et al.*, 2006).

No que toca às instalações hidráulicas prediais, e visto tratarem-se de instalações técnicas, as operações de reabilitação passam, na maior parte dos casos, pela substituição integral ou de partes significativas das redes, sendo esta a solução mais comum e natural a adotar, respondendo sempre às atuais exigências de desempenho. Essas intervenções devem, mesmo assim, ser o menos intrusivas possível.

Como foi explicado no capítulo anterior, existem algumas anomalias comuns às instalações de distribuição de água e às instalações de drenagem de águas residuais, pelo que ao nível das intervenções, existem também aspetos comuns aos mesmos sistemas.

Na generalidade dos casos, as operações de reabilitação das redes prediais passam pela substituição integral – se o grau da anomalia for considerado grave ou muito grave – ou pontual dos elementos danificados – se o grau de anomalia for considerado médio ou ligeiro –.

Usando, novamente, a terminologia proposta pelo “Guião de Apoio à Reabilitação de Edifícios Habitacionais” (Paiva *et al.*, 2006), considera-se que as operações de reabilitação têm quatro níveis distintos de intervenção (de graduação crescente de severidade), sendo elas a reabilitação: ligeira, média, profunda e excecional.

Nas ações de reabilitação ligeira, atua-se sobre edifícios em que o estado geral de conservação pode ser considerado como satisfatório ou razoável. A correção de anomalias ligeiras em instalações passa, então, pela limpeza, substituição ou reparação de fácil realização e de extensão reduzida.

Na reabilitação média, para além das ações descritas no nível anterior, a intervenção passa pela melhoria das condições funcionais dos espaços em geral e dos equipamentos existentes, por exemplo, reestruturando cozinhas e/ou instalações sanitárias existentes. A intervenção em instalações a este nível, passa então pela substituição, ou reparação parcial, de componentes danificados que originem deficiências de funcionamento.

A reabilitação profunda incide, para além dos trabalhos anteriores, sobre a reparação dos elementos funcionais que apresentem degradação extensiva e que estão na origem de um deficiente desempenho geral dos sistemas, por exemplo, através da introdução e adaptação dos espaços para criar instalações e equipamentos em falta, como a introdução de instalações sanitárias ou a reorganização funcional de cozinhas. A intervenção a este nível deve passar pela substituição parcial, ou mesmo total dos sistemas prediais hidráulicos.

Finalmente, no que refere à reabilitação excecional, esta deve ser ponderada em função do potencial uso do edifício. Deve, por isso, ser feito um estudo principalmente a nível económico, uma vez que este tipo de intervenção incide sobre um grau de degradação tal que está associado à inoperacionalidade ou inexistência das instalações, levando a que as operações de reabilitação sejam de custo muito elevado. A intervenção a este nível passa pela substituição total dos sistemas hidráulicos.

Relativamente aos materiais, a sua adequada seleção é de extrema relevância, devendo a escolha incidir sobre aspetos relacionados com as condições de aplicação, compatibilização com os materiais e equipamentos preexistentes, bem como a fatores de ordem económica. Devem ainda ser escolhidos materiais, que para além de compatíveis com os preexistentes, sejam portadores de certificado de qualidade ou de conformidade com normas ou outras especificações técnicas (Paiva *et al.*,2006).

Os materiais antigos mais vulgarmente encontrados são no caso de sistemas de distribuição de água o chumbo, o aço galvanizado e o cobre, enquanto que nos sistemas de drenagem de águas residuais são o grés, o ferro fundido, zinco e o polietileno (preto) (Pedroso,2006).

O acesso facilitado aos sistemas de distribuição e drenagem de águas é um fator que, para além de permitir a fácil identificação de anomalias, facilita também as operações de manutenção ou de reparação dos equipamentos, acessórios e tubagens. Este tipo de situações é agravado pelo facto de a maioria das tubagens serem embutidas, pelo que se torna difícil avaliar o seu estado de conservação e identificar com rigor as anomalias existentes.

A execução tradicional das redes pressupõe que as tubagens sejam embebidas nos elementos de construção. No entanto, por vezes a constituição dos edifícios (principalmente os antigos) dificulta esta opção, o que pode pôr em causa a integridade estrutural dos elementos construtivos. Desta forma, o embutimento das instalações e atravessamento de elementos construtivos deve ser evitado, recorrendo a tetos falsos, pisos falsos, calhas técnicas (rodapés, roda-tetos), condutas de serviço (courettes), ou por soluções de tubagens à vista, sempre que não ponha em causa a arquitetura (Freitas *et al.*,2012). Nesse sentido, são de evitar as aberturas de roços nas paredes e nos pavimentos, que coloquem em risco a segurança estrutural do edifício.

As instalações elevatórias e/ou sobrepessoras sempre que entram em funcionamento transmitem vibrações às canalizações e ao edifício, produzindo ruídos. Esses efeitos podem ser atenuados, desde que esses elementos sejam implementados longe das zonas habitadas, recorrendo à interposição de embasamentos isolados e de fixações elásticas na sua ligação com os elementos de suporte e à inserção de juntas elásticas nas ligações entre os elementos de bombagem e as tubagens (Paiva *et al.*,2006).

7.2.1. INTERVENÇÃO NAS INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

De forma genérica, as intervenções a realizar nos sistemas de abastecimento de água devem atender à adequação face às novas exigências regulamentares, bem como à (Paiva *et al.*,2006):

- qualidade da água distribuída, por eventual contaminação de determinados materiais;
- satisfação dos níveis de conforto e de higiene por parte dos utentes;
- instalação de equipamentos que tenham em conta a necessidade de racionalização do consumo;
- eventual reposicionamento dos aparelhos de medida de consumos de água (contadores).

Dependendo do grau da intervenção, o sistema de distribuição de água fria e quente pode ser substituído, reparado pontualmente ou modificado (em geral o sistema é modificado quando existe necessidade de ser ampliado). No entanto, antes de se proceder a qualquer tipo de intervenção há que efetuar uma análise prévia e pormenorizada do sistema pré-existente, bem como das previsíveis condicionantes do sistema futuro (Paiva *et al.*,2006).

A modificação das redes de abastecimento de água é um processo que é bastante usual, devido às alterações decorrentes durante a vida útil destes mesmos. Nas construções correntes é comum existirem alterações às condições de abastecimento provenientes da rede pública, como também ao tamanho total da rede, o que leva à necessidade de se proceder a transformações no sistema de abastecimento. Para além das referidas modificações, é igualmente usual proceder a remodelações na rede, devido ao desenvolvimento das tecnologias da construção, tanto ao nível dos aparelhos como também dos materiais que constituem as tubagens, e do consequente aumento de desempenho funcional e exigencial.

Na remodelação ou ampliação de sistemas existentes, e sempre que haja um aumento do caudal de ponta, deve ser verificada a capacidade de transporte das canalizações e das eventuais instalações complementares a montante sem prejudicar o funcionamento do conjunto (art.º 88.º do regulamento geral).

As instalações de abastecimento de água são, então, geralmente substituídas de forma integral, no caso dos edifícios antigos, devido ao facto do material ser predominantemente o chumbo (material que representa grande perigo para a saúde pública e atualmente proibido), e no caso dos edifícios mais recentes com tubagens de aço, mesmo que seja galvanizado, visto este ter uma durabilidade que dificilmente ultrapassa os 50 anos (Appleton,2003).

Pedroso (1997) refere ainda que caso das tubagens existentes não garantam as condições necessárias ao correto funcionamento do sistema, seja devido a danos ou ao recurso a materiais não permitidos, deve-se proceder à sua completa substituição.

Quanto às prumadas de distribuição, estas apenas poderão ser mantidas desde que apresentem um bom estado de conservação, e a sua capacidade hidráulica de transporte for suficiente para os novos caudais de ponta e de dimensionamento, previstos para um bom funcionamento do sistema. As pressões de serviço nos diversos aparelhos de utilização devem manter-se entre os 150 e 300 KPa, sendo estes valores recomendáveis por razões de conforto e durabilidade dos materiais e demais órgãos acessórios.

A conceção da instalação substituída, reparada ou ampliada, deve atender aos requisitos regulamentares impostos pelo regulamento geral na conceção de novos sistemas no art.º 87.º, ou seja, na conceção de novos sistemas deve-se responder às exigências funcionais e de desempenho dos mesmos. Devem ainda ter-se em atenção alguns aspetos, tais como (Paiva *et al.*,2006):

- pressão disponível na rede geral de alimentação pública e a necessária nos fogos;
- garantia da qualidade da água distribuída, bem como do seu fornecimento contínuo;
- obter o nível de conforto pretendido – isolamentos acústicos das tubagens e acessórios;
- tipos e quantidade de dispositivos de utilização previstos;
- minimização dos tempos de retenção prolongados em tubagens, de forma a evitar contaminações;
- implementação de sistemas de manutenção eficazes;
- otimização da economia da água, de energia e de ações de manutenção.

As tubagens podem ser instaladas à vista (conforme ordem estética/funcional exigidas) ou facilmente ocultadas recorrendo a rodapés técnicos, ou aproveitando armários ou equipamentos de cozinhas e casas de banho. Tendo em consideração os diâmetros destes sistemas, esta solução mostra-se como vantajosa em termos estéticos.

As canalizações instaladas à vista ou visitáveis devem ser identificadas consoante a natureza da água transportada e de acordo com a regulamentação em vigor (azul para sistemas de abastecimento, e vermelho para sistemas de combate a incêndios) (Freitas *et al.*,2012).

Caso se opte pelo atravessamento em pavimentos reabilitados, as tubagens devem ser flexíveis e embainhadas. Note-se que na reabilitação de edifícios antigos, quando as tubagens tiverem de atravessar elementos em madeira, é necessário proteger os mesmos devido a eventuais derrames de água, impermeabilizando as zonas atravessadas ou reforçando as tubagens nas zonas dos atravessamentos (Appleton,2003).

Salienta-se novamente que a seleção dos materiais das tubagens é muito importante, principalmente quando a instalação é reparada ou ampliada, ou seja, torna-se necessário averiguar a compatibilidade entre os novos materiais e componentes a instalar e os pré-existentes (Paiva *et al.*,2006).

De seguida, apresentam-se possíveis soluções de intervenção em sistemas prediais de distribuição de água, com vista à melhoria da sua qualidade, mediante as principais patologias características destes sistemas, e já apresentadas.

7.2.1.1. Deficientes níveis de pressão e caudal

A primeira decisão a ser tomada deve ser a escolha do tipo de sistema de abastecimento: abastecimento direto, se as condições de pressão e caudal forem garantidas, ou indireto, sempre que exista falta de pressão ou falta de caudal, com reservatório inferior – associado a uma instalação elevatória com ou sem reservatório de compensação – de acordo com as indicações das entidades gestoras dos sistemas públicos. Na reabilitação de edifícios antigos, deve-se evitar a solução com

reservatório, quer por dificuldade de localização do próprio reservatório em termos de espaço e de sobrecarga, quer pela exigência adicional de controlo da qualidade da água (Freitas *et al.*,2012).

O projetista deve-se certificar se as pressões disponibilizadas pela via pública asseguram os níveis de desempenho esperado dos sistemas. As pressões de serviço nos dispositivos de utilização devem-se situar entre os 50 KPa e 600 KPa, sendo recomendável, por razões de conforto e durabilidade dos materiais, que se mantenham entre 150 KPa e 300 KPa (segundo o art.º 87.º do regulamento geral).

Assim, a intervenção a este nível passa por um novo dimensionamento, ou, se devido a incrustações calcárias ou a corrosão, pela substituição parcial ou total da rede, mediante a extensão da zona afetada.

7.2.1.2. Roturas nas tubagens

No caso de haver perda de estanqueidade, a reabilitação passa sempre pela substituição dos troços de tubagem ou dos elementos danificados, cuja extensão depende da extensão da zona afetada.

No caso de roturas provocadas por corrosão é importante identificar primeiramente as causas, que podem ser de diversas origens, nomeadamente do material constituinte da instalação, das características da água transportada, etc. (Pedroso,1997).

A reparação de elementos corroídos passa pela substituição dos componentes afetados e também pela alteração das condições que a promovem. Para reduzir este fenómeno deve evitar-se o contacto entre metais muito afastados na séria galvânica e/ou de nobreza superior. Para que não ocorram fenómenos de corrosão nas zonas de ligação, devem-se usar juntas dielétricas, bem como a instalação a montante de sistemas ou tubagens de cobre (Pedroso,1997).

7.2.1.3. Deficiente desempenho dos materiais e equipamentos

Os materiais a empregar nestas intervenções devem ser os materiais e acessórios correntes do mercado (portadores de certificado de conformidade ou documento de homologação, emitidos por entidades de competência reconhecida para o efeito), selecionados com vista à facilidade de aplicação, bem como a fatores de ordem económica.

Relativamente às características dos materiais e dos tipos de união a usar, estes foram já apresentadas no capítulo 3, pelo que de seguida apenas se referem aspetos mais técnicos.

No caso de tubagens de aço galvanizado, deve-se evitar o contacto com tubagens metálicas de nobreza superior, sendo que o revestimento de zinco deve ser aderente e possuir espessura uniforme. Devem ainda ser evitadas velocidades de escoamento quer muito elevadas, quer muito reduzidas (para tubagens de distribuição de água quente a velocidade não deve ultrapassar 1 m/s). Para que não ocorram fenómenos de corrosão, deve-se ainda, evitar que as tubagens estejam em contacto com argamassas que integrem cal ou areias com significativas quantidades de sal (Pedroso,1997).

Quanto às tubagens de cobre, deve-se utilizar uma soldadura adequada, de forma a garantir a estanqueidade entre elementos (Pedroso,1997).

Nas tubagens de aço inox, quando a estanqueidade for assegurada por soldadura, devem utilizar-se soldas isentas de cádmio e zinco. Por outro lado, este material não deve ser usado quando a água contém elevados teores de cloretos (Pedroso,1997).

Relativamente aos materiais termoplásticos, a seleção do material passa pela escolha de um polímetro adequado face à temperatura da água transportada. Devido ao seu elevado coeficiente de dilatação térmica, devem ser adotadas soluções construtivas que possibilitem a livre variação linear causada pelas variações de temperatura, acautelando desta forma tensões que eventualmente causem a rotura das tubagens (Paiva *et al.*,2006).

Quando as tubagens termoplásticas estão sujeitas à ação dos raios ultravioletas da radiação solar, as tubagens devem ser protegidas com um revestimento, como por exemplo a pintura. Nas situações em que seja necessário proceder ao aquecimento, não se devem utilizar maçaricos de chama, porque danificam a estrutura molecular dos polímeros (Paiva *et al.*,2006).

É importante não descurar o isolamento térmico das tubagens, principalmente nas de água quente para minimizar as perdas térmicas, mas também nas tubagens de água fria. As espessuras mínimas de isolante devem ser asseguradas, de forma a assegurar a sua dessolidarização (Freitas *et al.*,2012).

A escolha dos equipamentos deve atender à sua adequabilidade e capacidade para realizar as funções previstas, de modo a que não prejudiquem o seu desempenho em termos globais, nem que sejam causa de perturbações no sistema (Pedroso,1997).

Finalmente, a instalação dos sistemas deve ser efetuada de modo a não ocorrerem fenómenos de repatologia, principalmente no que diz respeito às uniões, ligações e remates.

7.2.1.4. Ruídos e Vibrações

A atenuação de ruídos, de forma a proporcionar conforto, antevê alguns princípios que a seguir se descrevem (Freitas *et al.*,2012) (Pedroso,1997).

As velocidades de circulação do fluido, para atenuação de ruídos, devem ser inferiores a 1,5 m/s, ou inferiores a 1m/s, no caso de se pretenderem níveis de conforto elevados, enquanto que os níveis de pressão devem-se situar entre os 150 KPa e 300 KPa também por questões de conforto.

Para atenuar o efeito do choque hidráulico, pode-se proceder à instalação de câmaras de amortecimento nos extremos altos das instalações ou junto do aparelho ou do sistema que lhe possa dar origem.

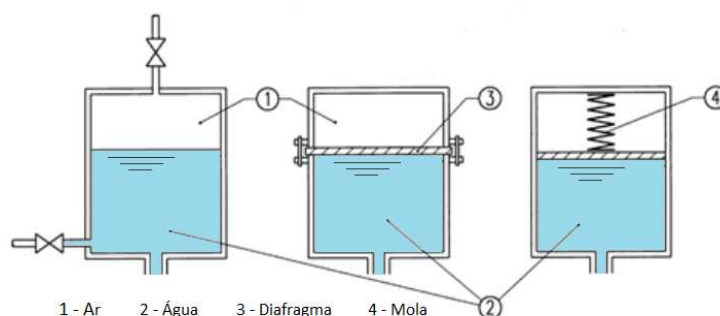


Figura 7.1 – Reservatórios de amortecimento (Pedroso,2006).

As vibrações nas tubagens podem ser atenuadas com recurso a elementos isolantes com características elásticas nos pontos de fixação das tubagens e elementos construtivos por ela atravessados (por exemplo cortiça ou borracha) (Figura 7.2).

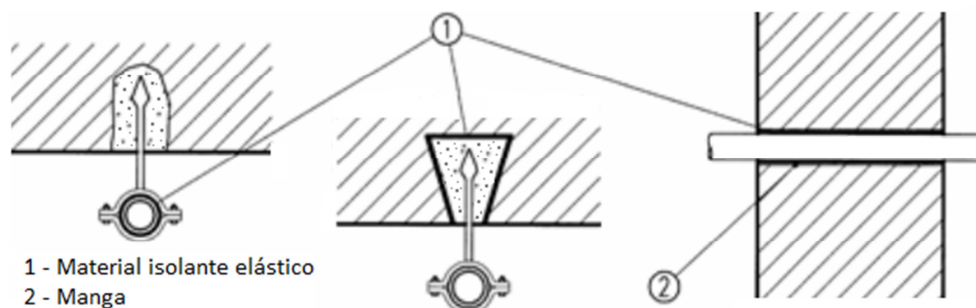


Figura 7.2 – Isolamento de tubagem relativamente a elementos de construção (Pedroso,2006).

O traçado de ser feito de forma a evitar mudanças bruscas de direção e diâmetro. Caso contrário, as singularidades nas redes contribuem para os fenómenos de turbulência e de cavitação.

Devem ser adotadas juntas de dilatação na rede, cujo espaçamento deve ser definido em função do tipo do material. Estas permitem absorver as variações das dimensões causadas pelos gradientes térmicos, nomeadamente em tubagens destinadas ao transporte de água quente (Figura 7.3).

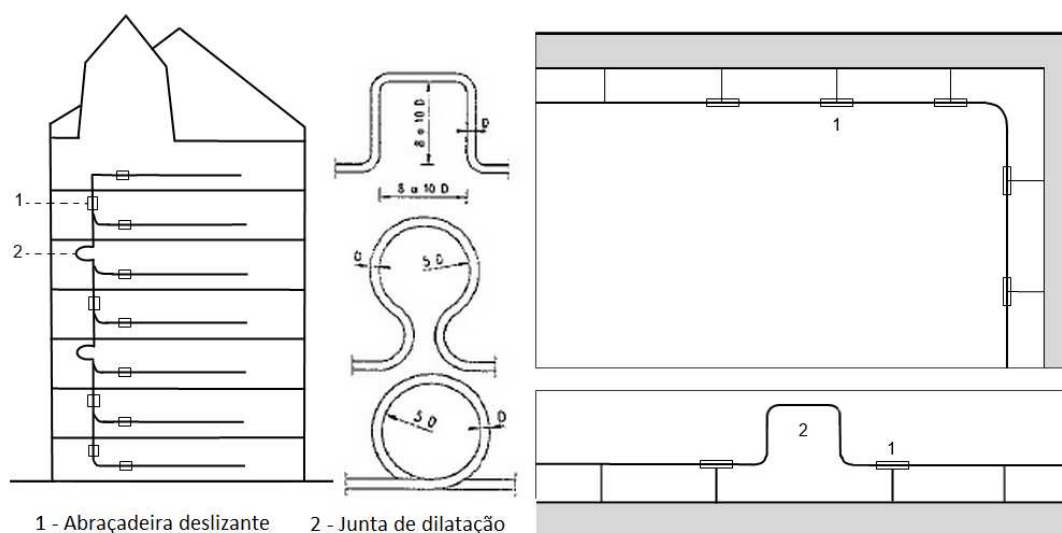


Figura 7.3 - Junta de dilatação e fixação de tubagem (Freitas *et al.*,2012).

De forma a atenuar os efeitos de acumulação de ar nas tubagens nos pontos altos da rede, devem ser adotadas pendentas adequadas que facilitem a sua saída através de dispositivos de utilização (0,5% ascendente no sentido do escoamento do fluído) e, caso isso não aconteça, deve ser ponderada a necessidade de válvulas de purga nos extremos mais elevados das colunas.

Deve-se ainda ter atenção à escolha dos equipamentos e dispositivos de utilização, que devem ser o menos ruidosos possível (por exemplo torneiras misturadoras pouco ruidosas), de preferência com classificação acústica.

As instalações elevatórias e/ou sobrepessoras sempre que entram em funcionamento transmitem vibrações às canalizações e ao edifício, produzindo ruídos. De notar que o grupo de hidropressores não deve atingir determinados limites regulamentares. Neste sentido, devem ser considerados equipamentos em compartimentos específicos com adequada absorção sonora e pavimento constituído por lajes flutuantes ou tendo maciços de inércia sob os equipamentos mais significativos do ponto de vista da possível excitação acústica (Freitas *et al.*,2012).

7.2.1.5. Deficiências no fornecimento de água quente

As tubagens destinadas à distribuição de água quente devem ser dimensionadas tendo em conta o fim a que se destinam, especialmente no que se refere à simultaneidade prevista para o número de dispositivos de utilização instalados. Desta forma evitam-se deficiências no abastecimento destes sistemas, traduzidas por acentuadas variações de caudal e temperatura da água distribuída.

O isolamento térmico das tubagens assume um papel importantíssimo, nomeadamente porque garante a proteção térmica das tubagens de água quente, com o duplo objetivo de reduzir as perdas de aquecimento e de evitar o aquecimento inadequado de elementos de construção (que pode ter como consequência a detioração de materiais de acabamento, ou no caso de paredes, do próprio reboco) (Appleton,2003).

Devem-se isolar as tubagens, principalmente de água quente para minimizar as perdas térmicas, mas também as de água fria assegurando as espessuras mínimas do isolante, de forma a assegurar a sua dessolidarização (Freitas *et al.*,2012), e em simultâneo para atenuar os ruídos.

Finalmente, importa referir que nos sistemas que incorporem unidades para acumulação de água quente, devem ser tomadas medidas de prevenção de legionella, devendo-se para o efeito alcançar temperaturas nos pontos de acumulação de água não superiores a 55°C (Paiva *et al.*,2006).

7.2.2. INTERVENÇÃO NAS INSTALAÇÕES PREDIAIS DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS

Nas redes prediais de drenagem de águas residuais, devem ser tidos em conta alguns princípios a satisfazer, antes de se proceder à intervenção das mesmas (Freitas *et al.*,2012):

- as águas residuais recolhidas acima do nível da cota do arruamento onde está instalado o coletor público devem ser escoadas por gravidade;
- as águas residuais que chegam abaixo do nível do arruamento, como é o caso das caves, mesmo que localizadas acima do nível do coletor público, devem ser elevadas para um nível igual ou superior ao do arruamento, sendo que se se optar por soluções técnicas que garantam o não alagamento das caves, se pode dispensar o cumprimento desta exigência;
- as limitações do traçado das redes podem implicar que em zonas particulares de pisos superiores seja necessário fazer a bombagem de águas residuais de alguns aparelhos recorrendo, por exemplo a sistemas compactos de recolha associados a um grupo de bombagem.

Na intervenção destes sistemas devem ainda ser tidos em conta aspetos relacionados com os elementos construtivos recetores onde se inserem as instalações (paredes e pavimentos), bem como da verificação da capacidade de escoamento dos elementos existentes. Há ainda que considerar aspetos referentes à própria constituição do sistema, nomeadamente relacionados com os ramais de descarga e de ventilação, bem como os tubos de queda e respetiva taxa de ocupação e ainda dos coletores prediais (Pedroso,2006).

Aquando da remodelação destes sistemas, e sempre que haja um aumento do caudal de ponta, o regulamento geral prevê, no art.º 204.º, que se deve comprovar a eficiência da capacidade de transporte dos tubos de queda e coletores prediais, bem como da ventilação do sistema.

Note-se que as operações de reabilitação nas redes de drenagem de águas residuais domésticas, são mais complexas que as anteriores, visto os diâmetros das tubagens serem maiores, e portanto mais difíceis de ocultar (Appleton,2003). Assim, deverá ser tido em consideração o tipo de reabilitação que os pavimentos venham a receber, devido à problemática do volume dos elementos a instalar (ramais de descarga e caixas de pavimento) nas estruturas dos pavimentos.

Assim sendo, é essencial que o projeto seja bem executado – considerando a qualidade, as condições de conforto e as exigências funcionais atuais – para que não surjam situações patológicas após a intervenção, como aliás é comum.

Caso a reabilitação do edifício não incida sobre a substituição ou reparação do pavimento e a tubagem não possa ser nele ocultada, a rede pode ser instalada sobre o pavimento preexistente, mas ocultada por um degrau a efetuar por enchimento do pavimento na área de tubagem. Em algumas situações particulares, especialmente quando a intervenção incide sobre a totalidade do edifício, a tubagem pode ficar inserida junto ao teto do fogo subjacente, ocultada por um teto falso. A segunda solução apresenta-se como a única possível, sempre que o pavimento existente não suporte a sobrecarga do enchimento (Paiva *et al.*,2006).

Em intervenções ligeiras, ou seja, na reparação de uma anomalia pontual, a solução a adotar deverá incidir sobre técnicas e materiais semelhantes aos existentes, assegurando o correto funcionamento do

sistema. Contudo, quando a reparação da rede é significativa, então a intervenção será mais profunda, exigindo o projeto e a implantação de uma nova instalação de drenagem de águas residuais. Assim, na conceção de novos sistemas de drenagem de águas residuais, devem-se ter em consideração os seguintes aspetos (Paiva *et al.*, 2006):

- otimização do desempenho funcional, através de um traçado correto que garanta um rápido escoamento das águas residuais, tendo em conta a localização de equipamentos e dos dispositivos destinados à ventilação, bem como o posicionamento da rede nas zonas comuns do edifício;
- facilidade de desobstrução e de acessibilidade;
- mecanismos que impeçam a contaminação da rede de distribuição de água;
- adoção de sistemas eficazes de ventilação, de forma a extinguir os maus odores;
- níveis de ruído baixos, de forma a alcançar o grau de conforto pretendido.

No que refere à criação de novas instalações sanitárias, por exemplo em caves e semi-caves de edifícios, há que ter em conta as soluções de bombagem de esgotos, no sentido de ser possível alcançar as cotas dos coletores disponíveis, segundo o descrito no art.º 205.º do regulamento geral.

Na execução dos trabalhos relativos à implementação, total ou parcial, de novas redes, devem ser consideradas determinadas características construtivas, de forma a assegurar uma perturbação mínima com o existente, sobretudo no que se refere às condições de segurança.

Relativamente aos materiais das tubagens, o PVC rígido representa a utilização mais económica nos dias de hoje, a par de outros de natureza polimérica semelhante. São ainda exemplos de aplicação em tubagem e acessórios os materiais de natureza metálica, como o aço inox, ferro fundido e galvanizado. Em relação aos remates, ligações e uniões, estes deverão ser de bom fabrico, de qualidade controlada, e serem submetidos às regras da boa execução, de forma a não comprometer a qualidade dos componentes.

Finalmente, relativamente às instalações elevatórias, estas devem ser implantadas em locais que permitam fácil inspeção, manutenção e minimizem os efeitos de eventuais ruídos, vibrações ou cheiros. Devem ainda dispor de ventilação secundária, devendo o nível máximo de superfície livre no interior da câmara de bombagem não ultrapassar a cota de soleira da mais baixa canalização afluente e o caudal a elevar ser igual ao caudal afluente, acrescido de uma margem de caudal que garanta a segurança adequada das instalações (Freitas *et al.*, 2012).

7.2.2.1. Odores

Os maus odores estão quase sempre relacionados com os problemas de sifonagem e com a falta de ventilação na rede. Assim, a solução passa, pelo prolongamento do tubo de queda acima do telhado, ou através da adoção de ventilação secundária, sendo que os valores mínimos do prolongamento do tubo de queda acima da cobertura constam no anexo XX do regulamento geral.

Por outro lado, podem-se instalar válvulas de ventilação, no caso de não ser possível fazer alterações na cobertura ou por razões construtivas diversas, em alternativa ao regulamento geral, sendo esta uma solução mais económica e menos intrusiva, sem causar desconforto aos utilizadores.

7.2.2.2. Ruídos

Relativamente à atenuação de ruídos nestas redes, as soluções de intervenção são de todo semelhantes às de abastecimento de água.

A nível de conforto acústico, nas intervenções nestes sistemas, deve-se ter em atenção:

- evitar declives acentuados no trajecto das tubagens (através do controlo das velocidades de escoamento) e mudanças bruscas da secção das condutas (de forma a controlar o golpe de aríete);
- raio de curvatura do tubo de queda, que deve ser o maior possível;
- considerar declives que facilitem a saída de ar e gases arrastados;
- uso de fluxómetros e autoclismos pouco ruidosos, de preferência fixos de forma independente da estrutura principal do edifício (com o intuito de absorção da propagação de vibrações). Por outro lado, não devem estar posicionados junto a paredes pertencentes a compartimentos internos de repouso / estar;
- adoção de sistemas de ventilação (primária e secundária) da rede residual independente de quaisquer outros sistemas ventilados.

Além destas considerações, deverá ser dado cumprimento ao disposto nos regulamentos atrás citados, em termos de habitabilidade e salubridade das edificações.

7.2.2.3. Obstruções

Os efeitos provocados pelas obstruções passam pela impossibilidade de descarga dos efluentes provenientes dos diversos equipamentos com ligação ao esgoto e/ou através do refluxo de descarga através de ralos, sifões e outros equipamentos ligados à rede de esgoto.

Para desobstrução dos sistemas, pode-se recorrer a sistemas de jatos de água ou a vara de limpeza. Note-se que o uso de produtos químicos não é recomendado, porque em contacto com as tubagens reagem quimicamente de forma prejudicial, aumentando a temperatura das mesmas. Como nestas redes é frequente o uso de materiais termoplásticos, o uso deste tipo de produtos é desfavorável, principalmente quando esses materiais não suportam temperaturas elevadas.

7.2.2.4. Roturas

A este nível, o modo de intervenção é semelhante à das instalações de distribuição de água. Assim, quando se dá a falta de estanqueidade na rede, deve-se proceder à sua substituição parcial ou total, mediante a extensão da rotura e do material existente.

7.2.2.5. Deficiente desempenho dos materiais e aparelhos sanitários

A maioria dos aparelhos sanitários faz a descarga para os pavimentos, o que implica o atravessamento de pavimentos, que em edifícios antigos são em geral de madeira, o que se traduz numa dificuldade aquando da intervenção. Desta forma, na proteção de paredes e pavimentos, deve-se proceder a impermeabilizações dos elementos afetados (Appleton,2003).

As tubagens não embutidas apresentam-se como uma solução vantajosa, podendo proceder-se à sua observação visual periodicamente e respetiva conservação.

Relativamente aos materiais, são frequentemente usados nestas intervenções os termoplásticos, devendo-se ter em conta a agressividade destas águas aquando da seleção do material.

Quando as tubagens de águas residuais ficam sujeitas a significativos gradientes térmicos, verifica-se a variação das suas dimensões, sendo geralmente acompanhadas de produção de ruídos e da eventual introdução de tensões. Esse efeito pode ser evitado ou atenuado, através da inserção de juntas de dilatação com características apropriadas à natureza dos materiais constituintes dos tubos. Caso as tubagens se encontrem embutidas, e sempre que as suas dimensões lineares o justifiquem, devem ser envolvidas com material que impeça a sua solidarização às argamassas envolventes e dever-se-ão conceber zonas reservadas à absorção das dilatações previstas (por exemplo em mudanças de direção dos tubos) (Pereira,2011).

7.2.2.6. Depressões e Sobrepressões

Para acautelar os inconvenientes das compressões na base dos tubos de queda, deve-se evitar a ligação aos mesmos no piso inferior (Pedroso,2000). Isto é perceptível pela análise do diagrama de pressões exposto na Figura 5.10.

A ventilação é muito importante para atenuar as pressões na rede. Assim, é importante que o terminal do tubo de queda na cobertura cumpra o exposto no anexo XX do regulamento geral. Caso contrário, este deve ser prolongado até à cobertura, mediante as imposições do regulamento geral.

Pode-se, ainda, proceder à colocação de ramais e/ou colunas de ventilação, ou em alternativa à colocação de válvulas de ventilação ou de arejamento.

Na tentativa de sintetizar o que foi mencionado relativamente às principais patologias, causas e possíveis intervenções, mostram-se a seguir quadros-síntese que reúnem a informação destas relativamente às redes de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais domésticas.

Quadro 7.1 – Quadro-Síntese das principais patologias, causas e soluções de intervenção possíveis nas redes prediais de abastecimento de água.

SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA		
PATOLOGIA	CAUSAS POSSÍVEIS	INTERVENÇÕES POSSÍVEIS
Rotura	- Corrosão - Pressão - Deficiente colagem em tubagens plásticas	Substituição parcial ou total, dependendo da extensão da rotura e/ou da intervenção ao edifício em geral.
Deficientes níveis de pressão e caudal	- Corrosão - Incrustações calcárias - Mau dimensionamento ou má execução dos trabalhos	Substituição total da rede, ou do troço, dependendo da extensão da zona afetada e/ou da intervenção ao edifício em geral; possibilidade de novo dimensionamento.
Ruídos	Ar arrastado no interior da tubagem	Colocação de válvula de purga.
	Velocidades de escoamento altas e/ou mudanças bruscas de diâmetro	Substituição do troço que deu origem à patologia.
	Existência de vibrações	Introdução de juntas ou ligações elásticas entre a tubagem e os elementos construtivos.
	Variações de temperatura, devido aos gradientes térmicos	Introdução de juntas de dilatação.
	Ruídos em instalações elevatórias, provocando possíveis sobrepressões (choque hidráulico)	Recurso à colocação de reservatórios de amortecimento ou a válvulas anti-retorno.
		Isolamento acústico da tubagem.
Deficiências no fornecimento de água quente	- Mau dimensionamento - Incrustações calcárias	Substituição total da rede, ou do troço, dependendo da extensão da zona afetada e/ou da intervenção ao edifício em geral; possibilidade de novo dimensionamento.

Quadro 7.2 – Quadro-Síntese das principais patologias, causas e soluções de intervenção possíveis nas redes prediais de drenagem de águas residuais domésticas.

SISTEMAS DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS		
PATOLOGIA	CAUSAS POSSÍVEIS	INTERVENÇÕES POSSÍVEIS
Rotura	- Juntas entre tubagens - Depressão (sistemas elevatórios) - Sobrepressão	Substituição parcial ou total, dependendo da extensão da rotura e/ou da intervenção ao edifício em geral.
Depressões e Sobrepressões	- Falta de ventilação na rede - Mau dimensionamento	Prolongamento do tubo de queda até à cobertura (cumprindo o Anexo XX do RGSPDADAR); Introdução de ramares e/ou colunas de ventilação, ou em alternativa colocação de válvulas de ventilação.
Ruídos	Existência de vibrações	Introdução de juntas ou ligações elásticas entre elementos construtivos e a tubagem.
	Variações de temperatura, devido aos gradientes térmicos daquelas tubagens que drenam águas residuais a temperaturas altas	Introdução de juntas de dilatação.
	Raio de curvatura dos tubos de queda nas mudanças de direção	Se não for possível “ripar”, deve-se proceder à substituição do troço que possa estar na origem (o tubo de queda deve ser de preferência vertical).
		Isolamento acústico da tubagem.
Obstruções	Acidentais	Desobstrução com recurso a jatos de água ou a vara de limpeza.
Odores	- Problemas de sifonagem - Ausência de ventilação - incumprimento da distância máxima entre o sifão e a secção ventilada	Prolongamento do tubo de queda até à cobertura (cumprindo o Anexo XX do RGSPDADAR); Introdução de ramares e/ou colunas de ventilação, ou em alternativa colocação de válvulas de ventilação.
	Destruição do fecho hídrico de sifão (devido a fenómeno de auto-sifonagem ou sifonagem induzida)	Substituição do sifão do aparelho que deu origem; introdução de ventilação na rede.

7.3. FICHAS DE REABILITAÇÃO DAS REDES HIDRÁULICAS PREDIAIS

A estratégia de reabilitação das instalações hidráulicas pressupõe um conhecimento das patologias, respetivas causas e possíveis soluções de intervenção das mesmas. Assim, foram feitas na presente dissertação fichas de reabilitação, com o intuito de divulgar algumas soluções possíveis, mediante as patologias mais comuns nestas redes.

Para tal, foram usadas como modelo-base as fichas de reabilitação do PATORREB (do Grupo de Estudos da Patologia da Construção, coordenado pelo Laboratório de Física das Construções (LFC) da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP)), cujo procedimento foi mencionado em 2.2.11..

Nestas fichas, que se apresentam em anexo, é identificada e descrita a patologia, mencionando quais as sondagens e medidas necessárias para determinar a causa, de forma a ser possível chegar a possíveis soluções de reparação no que diz respeito às redes prediais de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais domésticas. De forma a ser mais perceptível, usou-se a seguinte nomenclatura:

- **A:** fichas referentes às redes prediais de abastecimento de água;
- **AR:** fichas referentes às redes prediais de drenagem de águas residuais domésticas.

As soluções propostas, apesar de honestas, dependem da intervenção de reabilitação em curso do edifício em geral, minimizando assim o impacto económico sobre as mesmas, desde que não seja posta em causa, obviamente, a segurança dos utilizadores.

Salienta-se, finalmente, que qualquer abordagem corre o risco de estar incompleta.

8

CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

8.1. CONCLUSÕES

Os erros e defeitos nas instalações de águas e esgotos são muito frequentes nos edifícios, mesmo em casos de construção recente. No que refere aos edifícios antigos estas redes são em geral precárias, tendo sido muitas vezes instaladas posteriormente à sua construção. Por serem sistemas ativos dos edifícios afetam diretamente o conforto dos seus utilizadores e de forma significativa.

As instalações prediais de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais domésticas constituem, em Portugal, uma das principais causas de problemas em edifícios. Muitas vezes as patologias verificadas nos edifícios surgem inicialmente nas redes prediais (por exemplo em caso de humidade, cuja causa se deva à rotura numa tubagem).

As causas das patologias nestas redes devem-se, geralmente, a erros de projeto e de construção, ou ao próprio envelhecimento natural dos materiais que constituem as instalações. A falta de conhecimento de cariz regulamentar e tecnológico, nesta área, é também uma constante.

Por outro lado, a falta de qualidade em operações de reabilitação nas instalações hidráulicas prediais, deve-se em grande parte à insuficiência ou inexistência de um correto diagnóstico, bem como a deficientes projetos de reabilitação e/ou inadequação dos materiais, ocasionando, muitas vezes, fenómenos de repatologia. As intervenções nestas redes devem ser, por isso, pensadas e ponderadas.

Em operações de reabilitação das redes deve ser garantido, fundamentalmente, o desempenho funcional dos sistemas. Ora, com a evolução tecnológica verificada na construção em geral, e por se tratarem de instalações técnicas, as soluções de intervenção nas redes assentam, maioritariamente, na substituição, remodelação, ou ampliação das mesmas.

Note-se que, a reabilitação das redes é de custo elevado quando comparado com o seu custo em obra, já que na maioria dos casos, estas instalações encontram-se embutidas pelo que as intervenções podem ser demasiado complexas, pondo em cheque outros elementos construtivos.

As intervenções nas redes, especialmente quando são ligeiras, e na sua adequada reabilitação estão associadas a uma alteração de uso ou ampliação dos sistemas, nem sempre são justificadas. Assim, existem diversas soluções técnicas no mercado que funcionam como alternativa ao regulamento geral, salvaguardando aspetos essenciais, como é o caso da aplicação de válvulas de ventilação. Estas alternativas devem ser apenas consideradas, desde que não ponham em causa a segurança e a saúde dos utilizadores, sem descurar, naturalmente, a regulamentação em vigor.

Por outro lado, nas operações de reabilitação destes sistemas, as tubagens podem ser instaladas à vista ou recorrendo a calhas técnicas na tentativa da ocultação das mesmas. Esta opção mostra-se vantajosa, nomeadamente, para manutenções futuras.

Finalmente, importa referir a importância da definição de uma estratégia de reabilitação adequada para solucionar possíveis patologias nas redes prediais de abastecimento de água e drenagem de águas residuais domésticas, com vista à melhoria da qualidade, em geral, das referidas redes. As fichas de reabilitação assumem, por isso, um papel de extrema importância.

8.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

O estudo efetuado acerca das patologias mais correntes nas redes prediais de abastecimento de água e drenagem de águas residuais domésticas, aliado à estratégia de reabilitação das mesmas, com recurso às fichas de reabilitação apresentadas, pretende prevenir e divulgar possíveis soluções de intervenção.

Neste sentido, e devido à escassez de informação atualmente em Portugal nesta área, será interessante que se promovam mais estudos com o intuito de difundir possíveis soluções que minimizem os impactos destas intervenções nos edifícios.

BIBLIOGRAFIA

- Abrantes, Vítor; Silva, J. Mendes, *Método Simplificado de Diagnóstico de Anomalias em Edifícios*. Livros d'Obra #01, 2012.
- Afonso, A. Silva – *Contributos para o dimensionamento de redes de água em edifícios especiais. Aplicação de modelos matemáticos*. Dissertação de doutoramento, FEUP, 2001,
- Afonso, A. Silva – *Águas e Esgotos: uma das principais causas de patologias em edifícios em Portugal*. 2º Congresso Nacional da Construção, 13 a 15 de Dezembro de 2004, FEUP, Porto.
- Afonso, A. Silva; Rodrigues, C. – *A qualidade na construção ao nível das instalações prediais de águas e esgotos. Situação e perspectivas em Portugal*. 3.º Congresso Nacional de Construção, 17 a 19 de Dezembro, UC, Coimbra.
- Afonso, A. Silva – *As instalações de água e esgotos, na perspectiva da reabilitação*. 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 18 a 30 de Março de 2009, FEUP, Porto.
- Amorim, S.V.; Dias JR, R. P.; Souza, K.E. – *Melhoria dos Sistemas prediais hidráulicos e sanitários através do estudo da incidência de falhas*. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Anais, 2004, S. Paulo.
- Appleton, João – *Reabilitação de edifícios antigos. Patologias e tecnologias de intervenção*. Edições Orion, Setembro 2003.
- Baptista, Filipe – *Sistemas Prediais de Distribuição de Água Fria*. Dissertação de Mestrado, UTL, 2011.
- Calejo Rodrigues, Rui – *Gestão de edifícios. Modelo de simulação técnico-económica*. Dissertação de Doutoramento, FEUP, 2001.
- Carvalho, José – *Dimensionamento de Conduatas enterradas*. Dissertação de Mestrado, IST, 2010.
- Castro, A. – *Um Modelo para a Certificação de Qualidade de Projetos de Instalações Hidráulicas Prediais*. Dissertação de Mestrado, UA, 2008.
- Cóias, Vítor – *Inspeções e ensaios na reabilitação de edifícios*. Edições Press, Outubro de 2006.
- Fontinha, Rute; Salta, Manuela – *Desempenho de componentes metálicos em edifícios*. Lisboa, 2006. <http://www.scielo.oces.mctes.pt/pdf/cpm/v26n3/v26n3a03.pdf> (acedido em 02/01/2013).
- Freitas, Vasco – *Perspetivar a reabilitação de edifícios em Portugal na próxima década*. 2º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 20 e 21 de Março de 2006, FEUP, Porto.
- Freitas, Vasco – *Manual de apoio ao projeto de reabilitação de edifícios antigos*, Edição: Ordem dos Engenheiros da Região Norte, 2012.
- Giocoechea, M.; Monjín, V. – *Intervención en Patología de la Edificación – Actuaciones en un Diagnóstico. Informes*. 2º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 20 e 21 de Março de 2006, FEUP, Porto.
- Lima, Carla – *Análise de anomalias. Métodos simplificados*. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2009.

Lopes, Tiago – *Fenómenos de pré-patologia em manutenção de edifícios*. Aplicação ao revestimento ETICS. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2005.

Matos, José – *Aspetos Históricos e Atuais da Evolução da Drenagem de Águas Residuais em Meio Urbano*. UM, 2003. <http://www.civil.uminho.pt/cec/revista/num16/pag%2013-23.pdf> (acedido em 03/12/12).

Medeiros, Carlos – *Sistemas de Abastecimento Público e Predial no Porto*, Grundfos, 2005.

Medeiros, Carlos – Apontamentos da disciplina de Instalação de Edifícios, FEUP, 2012.

Paiva, J.V.; Aguiar, J.; Pinho, A. – *Guia Técnico de Reabilitação Habitacional*. Vol. I e II, LNEC, Lisboa, 2006.

MAEC – *Método de avaliação do estado de conservação de imóveis*. Instruções de Aplicação, 2007. http://www.portaldahabitacao.pt/opencms/export/sites/nrau/pt/nrau/docs/MAEC_2007-10.pdf (acedido em 13/11/12).

Pedro, J. Branco; Vilhena, António; Paiva, J.V. – *Método de Avaliação do Estado de Conservação de Imóveis. Análise de Dois Anos de Aplicação*. 3.º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 18 a 20 de Março de 2009, FEUP, Porto.

Pedroso, Vítor – *Patologia das Instalações prediais de distribuição de águas*. Lisboa, LNEC, 1997.

Pedroso, Vítor – *Manual dos Sistemas Prediais de Distribuição e Drenagem de Águas*. Lisboa, LNEC, 2000.

Pedroso, Vítor – *Reabilitação de Instalações. Sistemas de distribuição e de drenagem de águas*. Apontamentos da disciplina de Patologias das Construções, FAUTL, 2006. <http://mestrado-reabilitacao.fa.utl.pt/disciplinas/jbastos/vpedroso.pdf> (acedido em 01/11/12)

Pereira, Marco – *Análise Técnico-económica dos diferentes tipos de tubagens e acessórios utilizados nas instalações prediais de águas e Esgotos*. Um Caso de Estudo. Dissertação de Mestrado, FCT, 2011.

Ramos, Hélder – *Manutenção de Sistemas Hidráulicos Prediais. Manual de Intervenção Preventiva*. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2010.

Reis, Maria João – *Inspecção e proposta de reabilitação de um edifício de alvenaria de pedra*. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2011.

Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, Dec. Regulamentar nº 23/95, de 23 de Agosto

Russo, Carlos – *Desconstrução de Sistemas Prediais de Água*. Dissertação de Mestrado, UA, 2009.

Silvestre, J. – *Sistema de Apoio à inspecção e Diagnóstico de Anomalias em Revestimentos Cerâmicos Aderentes*. Dissertação de Mestrado, IST, 2005.

Sousa, Eduardo – *Sistemas de Drenagem de Águas Residuais e Pluviais*. Apontamentos da disciplina de Saneamento Ambiental I, IST, 2001.

Sousa, Marília – *Patologia da Construção. Elaboração de um catálogo*. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2004.

Suárez, Manuel Roca – *Patologías en el saneamiento – Soluciones*. Apontamentos da disciplina de *Instalaciones II*, ETSALP, 2006.

http://www.qualiteconstruction.com/uploads/tx_commerceaddons/tbs12.pdf (acedido em 02/11/12)

<http://cibworld.xs4all.nl/dl/ib/0005/Pages/Around/W086.html> (acedido em 02/11/12)

<http://www.qualiteconstruction.com/outils/fiches-pathologie/assainissement-non-collectif.html> (acedido em 02/11/12)

<http://www.patorreb.com/pt/default.asp?op=201&ficha=001> (acedido em 03/11/12)

<http://www.anqip.com/> (acedido em 12/12/12)

<http://www.isoline.com.br/produtos/isolamento-termico> (acedido em 03/11/12)

<http://eec-ufg.tripod.com/IHSP/SPES.pdf> (acedido em 10/02/13)

<http://pcc2465.pcc.usp.br/Apostilas/Esgoto%20sanit%C3%A1rio%202007.pdf> (acedido em 10/02/13)

<http://portuguese.alibaba.com/product-gs/steel-tube-fittings-434778210.html> (acedido em 15/01/12)

http://images04.olx.com.br/ui/11/65/88/1311944643_233685788_1-TUBOS-E-CONEXoES-EM-FERRO-FUNDIDO-RJ-0.jpg (acedido em 15/01/12).

<http://www.centralplast.pt/images/Foto%20tubo%20PEAD.jpg>; http://www.centralplast.pt/images/Fotos%20PEAD%20press%C3%A3o/grupo_topo.jpg (acedido em 15/01/12)

http://img1.mlstatic.com/tubo-pex-polietret-20-mm-ppiso-rad-12-cuotas-sinteres_MLA-O-2724305798_052012.jpg (acedido em 15/01/12)

http://www.ovicor.pt/images/acess_pex.jpg (acedido em 15/01/12)

<http://www.abwplastics.co.uk/ekmps/shops/abwplastics/images/pvc-u-pipe-class-7-6-metres-length-3301-p.jpg> (acedido em 15/01/12)

http://www.pipekit.co.uk/assets/Astore/Astore_PVC_U/Images/astorepvc-u2.jpg (acedido em 15/01/12)

[http://www.geberit.pt/web/appl/pt/wcmspt.nsf/files/usr-pro-catalogo%20geberit%20silent%20db20.pdf/\\$file/catalogo%20geberit%20silent%20db20.pdf](http://www.geberit.pt/web/appl/pt/wcmspt.nsf/files/usr-pro-catalogo%20geberit%20silent%20db20.pdf/$file/catalogo%20geberit%20silent%20db20.pdf) (acedido em 12/01/12).

ANEXOS

Redes prediais de abastecimento de água – Corrosão nas tubagens

CORROSÃO EM TUBAGENS METÁLICAS

A 1

PALAVRAS-CHAVE: REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, DEFICIENTES NÍVEIS DE PRESSÃO E CAUDAL, CORROSÃO INTERIOR, CORROSÃO EXTERIOR, OPERAÇÕES DE SUBSTITUIÇÃO

2013

DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

Rede predial de abastecimento de água com diminuição significativa de caudal e pressão.

SONDAGENS E MEDIDAS

Rede embutida, tornando-se necessário o acesso à mesma por abertura de sonda em um ou vários pontos da tubagem instalada. Corte e recolha de troço(s) para verificação interior da secção de vazão e existência de corrosão interna.

CAUSAS DA PATOLOGIA

Tubagem metálica com corrosão exterior e interior por utilização de materiais metálicos de nobrezas muito distintas.

Corrosão pelo interior



Corrosão pelo exterior



SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO

Substituição parcial ou total da rede, mediante a extensão da zona deteriorada. Utilização de materiais plásticos na rede de água fria e de materiais metálicos (aço inox) ou plástico termo-resistente na rede de água quente. A instalação poderá ser à vista, embainhada ou embutida e em paredes desmontáveis, tetos falsos ou piso elevado.



Instalação em tetos falsos.



Rede em estrutura metálica entre paredes de gesso cartonado.

Rede predial de abastecimento de água – Corrosão galvânica

ENVELHECIMENTO DOS MATERIAIS CONSTITUINTES DA REDE

A 2

PALAVRAS-CHAVE: REDE PREDIAL DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, DETERIORAÇÃO DAS TUBAGENS, ENVELHECIMENTO NATURAL, CORROSÃO GALVÂNICA, SUBSTITUIÇÃO DA REDE

2013

DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

Rede de abastecimento de água, em aço galvanizado, com tubagens instaladas à vista num edifício de habitação coletiva, com evidente deterioração.



SONDAGENS E MEDIDAS

Rede instalada à vista, pelo que a inspeção visual é suficiente. Corte e recolha de troço(s) para verificação interior da secção de vazão e existência de corrosão interna.

CAUSAS DA PATOLOGIA

Envelhecimento natural dos materiais, com depósitos resultantes da sedimentação e do óxido de ferro resultante da corrosão galvânica.



SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO

Substituição total da rede predial, com recurso ao aço inox, mantendo as tubagens à vista.



Rede predial de abastecimento de água – Corrosão galvânica

ENVELHECIMENTO NATURAL DE BATERIA DE CONTADORES

A 3

PALAVRAS-CHAVE: BATERIA DE CONTADORES, ENVELHECIMENTO NATURAL DOS MATERIAIS, SUBSTITUIÇÃO

2013

DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

Bateria de contadores degradados num edifício de habitação coletiva.



SONDAGENS E MEDIDAS

Inspeção visual, visto toda a rede ser instalada à vista.

CAUSAS DA PATOLOGIA

Envelhecimento natural dos contadores e materiais constituintes de toda a rede, com depósitos resultantes da sedimentação e do óxido de ferro resultante da corrosão galvânica.



SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO

Substituição da bateria de contadores, mediante a localização definida pela entidade gestora.



Compartimentos de serviço – Válvula de seccionamento

INEXISTÊNCIA DE VÁLVULAS DE SECCIONAMENTO**A 4**

PALAVRAS-CHAVE: COMPARTIMENTOS DE SERVIÇO, VÁLVULA DE SECCIONAMENTO

2013

DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

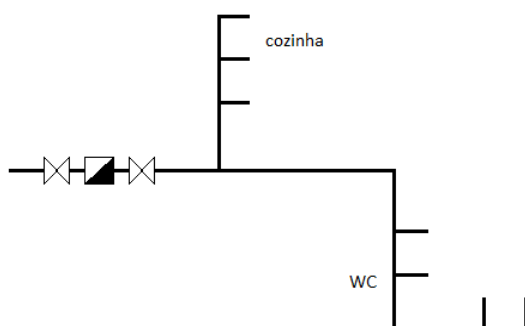
Inexistência de válvula de seccionamento à entrada de compartimentos, numa rede de abastecimento de água. Situação muito comum em redes mais antigas, por este seccionamento não ser exigido na regulamentação anterior ao RGSPDADAR - Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais.

SONDAGENS E MEDIDAS

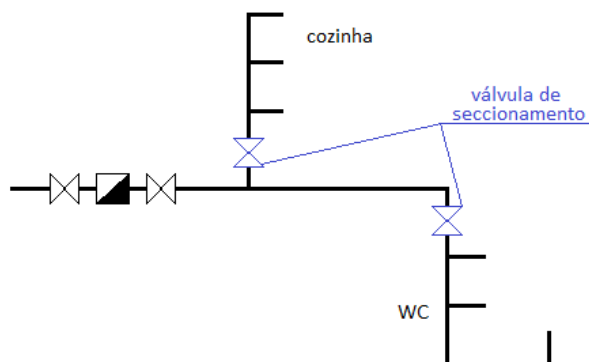
Inspeção visual

CAUSAS DA PATOLOGIA

As válvulas de seccionamento têm a finalidade de impedir ou estabelecer a passagem de água em qualquer dos sentidos. A sua colocação é obrigatória à entrada dos ramais de introdução individuais e dos ramais de distribuição das instalações sanitárias e das cozinhas, segundo o art.º 102.º do regulamento geral.

**SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO**

A solução assenta na colocação de válvulas de seccionamento à entrada dos compartimentos de serviço, de forma setorizada de modo a criar a possibilidade da interrupção parcial do fornecimento à parte da rede de abastecimento, mantendo a restante disponível.



Reservatório de água destinada ao consumo humano – Câmara única

ERRO DE CONCEÇÃO DE RESERVA PREDIAL DE ÁGUA**A 5**

PALAVRAS-CHAVE: RESERVATÓRIO DE ÁGUA, CÂMARA ÚNICA, SEM SEPTO SEPARADOR, DUPLA CÂMARA

2013**DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA**

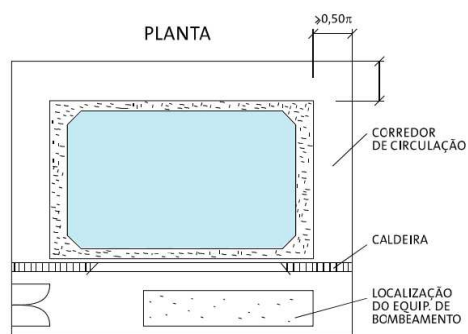
Reservatório de betão destinado ao abastecimento de água de um edifício de habitação coletiva com câmara única, sem septo separador.

SONDAGENS E MEDIDAS

- Inspeção visual;
- Recolha do historial dos utentes.

CAUSAS DA PATOLOGIA

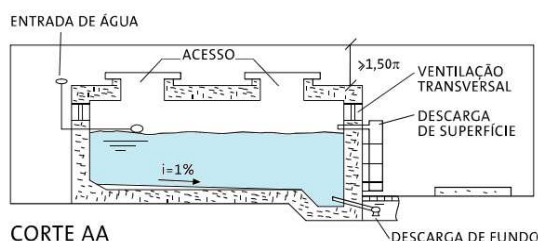
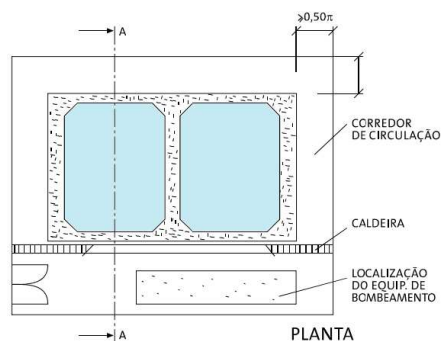
Ausência de septo separador devido a erro de conceção no dimensionamento do reservatório ou não exigência à data da sua construção.



Os reservatórios com água destinada ao consumo humano devem ser constituídos, pelo menos, por duas células, preparadas para funcionar separadamente mas que, em funcionamento normal, se intercomuniem. A existência de duas células facilita a sua manutenção ou reparação, mantendo-se a continuidade do abastecimento através de uma célula não intervencionada.

SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO

A solução passa por fazer uma dupla câmara: construir uma parede em betão a meio do reservatório (septo separador).



Cada célula de reservatório deve dispor de:

- Entrada de água localizada, equipada com uma válvula de funcionamento automático, destinada a interromper a alimentação quando o nível máximo de armazenamento for atingido;
- Saídas para distribuição, protegidas com ralo e colocadas, no mínimo, a 150 mm do fundo;
- Descarregador de superfície colocado, no mínimo, a 50 mm do nível máximo de armazenamento;
- Conduta de descarga de queda livre e visível, protegida com rede de malha fina, tipo mosquito.
- Descarga de fundo implantada na soleira, com válvula adequada, associada a caixa de limpeza;
- Acesso ao interior com dispositivo de fecho que impeça a entrada de resíduos sólidos ou escorrências.

Sistema de bombagem – Choque hidráulico

RUÍDOS DEVIDO A PARAGEM DO SISTEMA ELEVATÓRIO**A 6**

PALAVRAS-CHAVE: SISTEMA DE BOMBAGEM DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA, RUÍDOS, CHOQUE HIDRÁULICO, RESERVATÓRIO DE AR COMPRIMIDO (RAC)

2013**DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA**

Presença de ruídos, num edifício de habitação coletiva, sempre que se verifica uma paragem na instalação elevatória.

SONDAGENS E MEDIDAS

- Inspeção visual na casa das bombas;
- Recolha do historial dos utentes;
- Medição dos níveis de ruído com recurso ao sonómetro.

CAUSAS DA PATOLOGIA

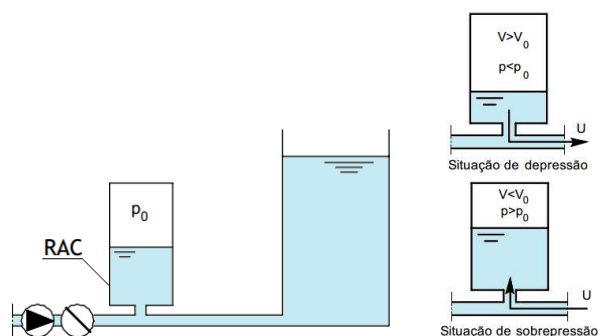
Choque hidráulico (golpe de aríete) nas instalações elevatórias. Este é um fenómeno de propagação de uma onda de pressão condicionada pela compressibilidade do líquido e pela elasticidade da conduta.

Quando um líquido está a circular numa tubagem em regime permanente e, num dado momento, se varia o regime de uma bomba, produzem-se variações de caudal e de pressão no ponto onde foi produzida a perturbação, criando um desequilíbrio. Este desequilíbrio produz variações na energia cinética da água, traduzindo-se em alterações da pressão da mesma (choque hidráulico).

Imediatamente após o choque hidráulico verificam-se contrações e dilatações do líquido. As variações de pressão e caudal decorrentes, propagam-se através da massa líquida com o movimento ondulatório (ondas de pressão), originando ruídos.

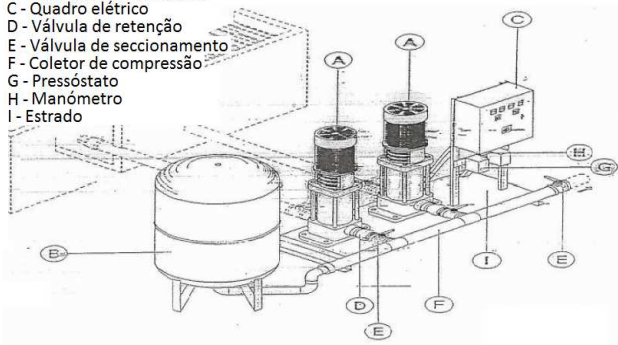
SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO

Uma solução possível passa pela instalação de reservatórios de amortecimento colocados nos extremos altos das instalações ou junto do sistema de bombagem, como por exemplo um reservatório de ar comprimido (RAC):



No momento de paragem da bomba esta deixa de fornecer mais pressão e portanto a válvula fecha, o que contribui para que uma parte da água do RAC (reservatório de ar comprimido) seja arrastada para a conduta. Após a diminuição progressiva, e posterior anulação da velocidade, a água da conduta inverte o seu movimento e retorna ao RAC, aumentando a pressão, atenuando desta forma o fenómeno de choque hidráulico e a consequente produção de ruídos.

- A - Electobomba
- B - Depósito de membrana
- C - Quadro elétrico
- D - Válvula de retenção
- E - Válvula de seccionamento
- F - Coletor de compressão
- G - Pressostato
- H - Manómetro
- I - Estrado



Sistema de bombagem – Choque hidráulico

DETERIORAÇÃO DA BOMBA DEVIDO A PARAGEM DO SISTEMA ELEVATÓRIO**A 7**

PALAVRAS-CHAVE: SISTEMA DE BOMBAGEM DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA, RUÍDOS, CHOQUE HIDRÁULICO, VÁLVULA ANTI-RETORNO

2013**DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA**

Presença de ruídos, num edifício de habitação coletiva, sempre que existe uma paragem na instalação elevatória.

Deterioração da bomba por paragem do sistema elevatório devido a ação sobre o impulsor por inexistência de válvula anti-retorno a jusante e que evite o impacto sobre o impulsor, resultante da paragem, com consequente reparação ou, mesmo, substituição

SONDAGENS E MEDIDAS

- Inspeção visual na casa das bombas;
- Historial de reparações e ou substituições;
- Recolha do historial dos utentes;
- Medição dos níveis de ruído com recurso ao sonómetro.

CAUSAS DA PATOLOGIA

Choque hidráulico (golpe de aríete) Nas instalações elevatórias. Este é um fenómeno de propagação de uma onda de pressão condicionada pela compressibilidade do líquido e pela elasticidade da conduta.

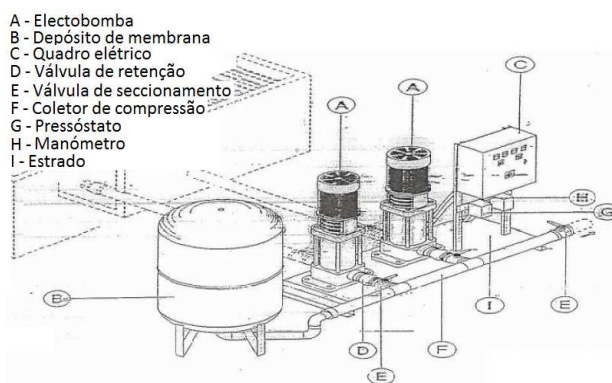
Quando um líquido está a circular numa tubagem em regime permanente e, num dado momento, se varia o regime de uma bomba, produzem-se variações de caudal e de pressão no ponto onde foi produzida a perturbação, criando um desequilíbrio. Este desequilíbrio produz variações na energia cinética da água, traduzindo-se em alterações da pressão da mesma (choque hidráulico).

Imediatamente após o choque hidráulico verificam-se contrações e dilatações do líquido. As variações de pressão e caudal decorrentes, propagam-se através da massa líquida com o movimento ondulatório (ondas de pressão), originando impactos sobre o ponto de impulsão, as bombas de elevação.

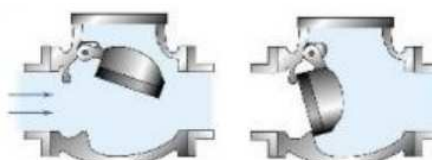
Para lá de soluções de amortecimento do choque hidráulico torna-se necessário evitar que o impacto se produza diretamente sobre o impulsor da bomba, imprimindo-lhe um movimento em sentido inverso à sua rotação normal com a consequente deterioração da bomba e necessidade de frequentes reparações e ou substituições.

SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO

Uma forma de atenuar o efeito dos ruídos sempre que se verifica o choque hidráulico, assenta na colocação de válvula a jusante do sistema de bombagem que impede o retorno do fluido (retenção) e o impacto sobre a bomba e a consequente deterioração e avaria.



Válvula anti-retorno ou de retenção:



Rede predial de abastecimento de água – Velocidade de escoamento sobredimensionada

PRESENÇA DE VIBRAÇÕES NA REDE/EDIFÍCIO

PALAVRAS-CHAVE: REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, VIBRAÇÕES, VELOCIDADE DE ESCOAMENTO, JUNTAS ELÁSTICAS

A 8

2013

DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

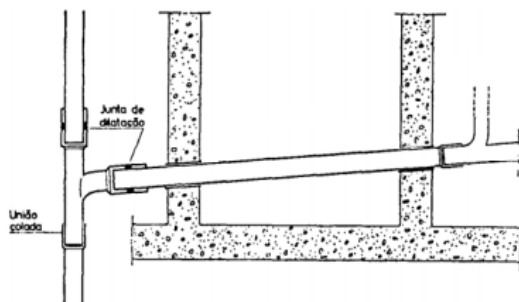
Presença de vibrações na rede.

SONDAGENS E MEDIDAS

- Recolha do historial dos utentes;
- Colocação do sistema em serviço e verificação da existência de vibração.

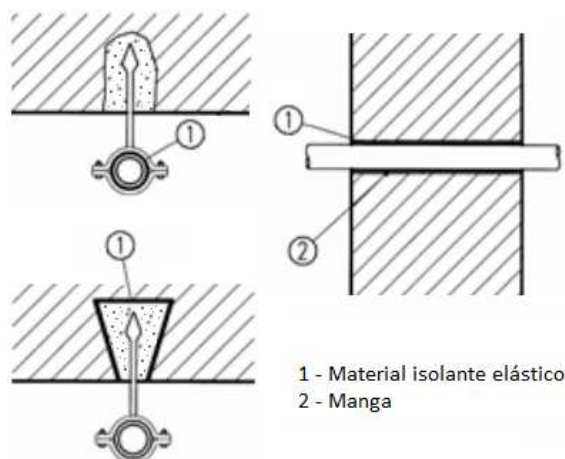
CAUSAS DA PATOLOGIA

Elevada velocidade de escoamento, contribuindo para a vibração das tubagens com transmissão aos elementos construtivos.



SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO

Para solucionar os problemas relacionados com as vibrações, deve-se recorrer à interposição entre as tubagens e os acessórios de fixação, entre estes e o suporte, e entre tubagens e os elementos atravessados por estas, usando juntas elásticas.



Rede predial de abastecimento de água – Acumulação de ar no interior das tubagens

PRESENÇA DE RUÍDOS

A 9

PALAVRAS-CHAVE: RUÍDO, AR ACUMULADO NO INTERIOR DAS TUBAGENS, VÁLVULA DE PURGA

2013

DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

Presença de ruídos na rede de um edifício de habitação coletiva.

SONDAGENS E MEDIDAS

- Recolha do historial dos utentes;
- Colocação do sistema em serviço e verificação da existência de ruídos;
- Medição dos níveis de ruído com recurso ao sonómetro.

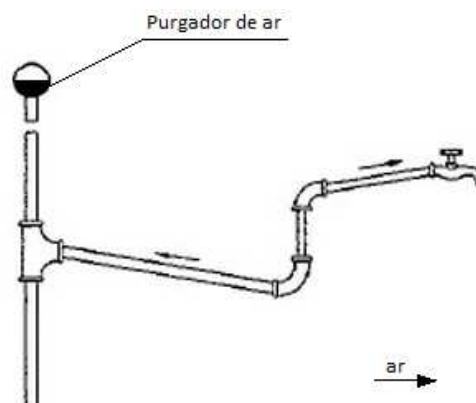
CAUSAS DA PATOLOGIA

O ar arrastado no interior das canalizações acumula-se nos pontos altos da rede, provocando perturbações no escoamento devido à sua compressibilidade, originando ruídos.

Assim, as redes devem ser instaladas com pendentes que facilitem a sua saída através dos dispositivos de utilização

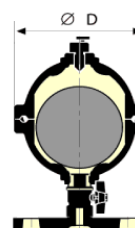
SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO

Uma solução possível assenta na colocação de válvulas de purga (ou ventosas) nas colunas.



Note-se que a montante do purgador é obrigatória a colocação de uma válvula de seccionamento.

Exemplo de Válvula de purga [Saint-Gobain]:



Rede predial de distribuição de água quente – Perda de estanqueidade

ROTURA EM TUBAGEM TERMOPLÁSTICA

A 10

PALAVRAS-CHAVE: REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA QUENTE, TUBAGEM TERMOPLÁSTICA, PERDA DE ESTANQUEIDADE, ROTURA, SUBSTITUIÇÃO

2013**DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA**

Manchas de humidade persistentes no pavimento de uma habitação; Consumo de água excessivo sem explicação.

SONDAGENS E MEDIDAS

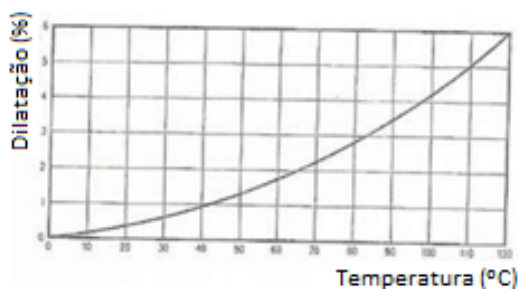
Rede embutida, sendo que o acesso à mesma se faz por abertura de sonda na zona em que se verifica a mancha de humidade. Corte e recolha de troço(s) para verificação interior da secção de vazão.

CAUSAS DA PATOLOGIA

Rotura em tubagem termoplástica de água quente: perda de estanqueidade por inadequação do polímero para funcionar a determinadas temperaturas.

Às tubagens termoplásticas, estão normalmente associados fenómenos de envelhecimento prematuro e de redução das suas características iniciais de resistência mecânica, levando muitas vezes à rotura das mesmas.

O gráfico que se mostra como aumenta a dilatação das tubagens em função da temperatura.

**SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO**

Substituição parcial ou total da rede de distribuição de água quente, podendo ser usados materiais metálicos, nomeadamente aço inox.

O isolamento térmico nestas tubagens deve ser sempre contemplado, para reduzir o gradiente entre a temperatura da água à saída do equipamento de aquecimento e à sua chegada ao dispositivo de utilização. Por outro lado, influencia a temperatura ambiente dos compartimentos por onde passam estas tubagens, se embutidas em elementos construtivos.

A instalação pode ser à vista, embainhada ou embutida e em paredes desmontáveis, tetos falsos ou piso elevado.



Instalação em tetos falsos

Rede predial de distribuição de água quente – Ruídos

TUBAGEM DE ÁGUA QUENTE SUJEITA A SIGNIFICATIVOS GRADIENTES TÉRMICOS**A 11**

PALAVRAS-CHAVE: REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA QUENTE, RUÍDOS, DILATAÇÃO TÉRMICA DAS TUBAGENS, JUNTAS DE DILATAÇÃO

2013

DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

Presença de ruídos num edifício de habitação coletiva.

SONDAGENS E MEDIDAS

Rede embutida, sendo que o acesso à mesma se faz por abertura de sonda na zona em que se verifica a mancha de humidade. Corte e recolha de troço(s) para verificação interior da secção de vazão.

CAUSAS DA PATOLOGIA

Ruídos provenientes das tubagens de água quente.

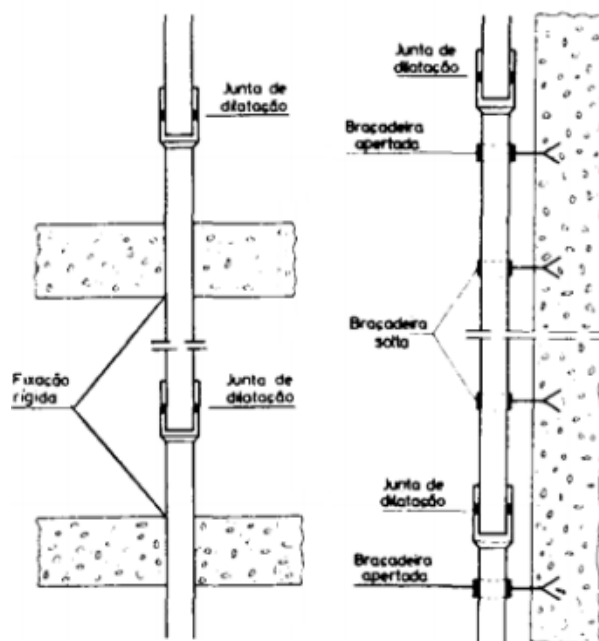
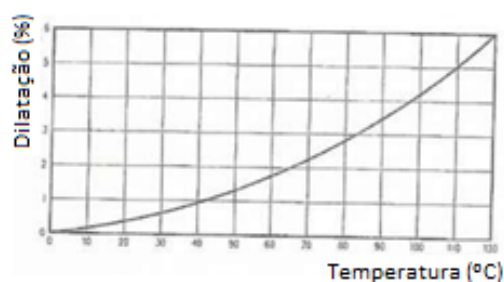
As tubagens ficam sujeitas a significativos gradientes térmicos, vão ocorrer variações das suas dimensões, e consequentemente vai ocorrer um reajustamento no seu posicionamento, dando origem aos ruídos sentidos.

No caso de tubagens termoplásticas, com o aumento da temperatura, vai aumentar também a secção. Ora, quando não existe “folga”, a tubagem não se consegue dilatar, pelo que origina problemas de dilatação térmica.

SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO

Adoção de juntas de dilatação na rede, cujo espaçamento deve ser definido em função do tipo de material. Estas permitem absorver as variações das dimensões causadas pelos gradientes térmicos, nomeadamente em tubagens destinadas ao transporte de água quente.

O isolamento térmico nestas tubagens deve ser sempre contemplado, para reduzir o gradiente entre a temperatura da água à saída do equipamento de aquecimento e à sua chegada ao dispositivo de utilização. Por outro lado, influencia a temperatura ambiente dos compartimentos por onde passam estas tubagens, se embutidas em elementos construtivos.



Rede predial de distribuição de água – Incrustações calcárias DEFICIENTES NÍVEIS DE PRESSÃO E CAUDAL

A 12

PALAVRAS-CHAVE:

TUBAGENS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA, DIMINUIÇÃO DE PRESSÃO E CAUDAL, INCRUSTAÇÕES CALCÁRIAS, PERDA DE SECÇÃO, SUBSTITUIÇÃO

2013

DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

Rede predial de abastecimento de água com diminuição dos níveis de pressão caudal.

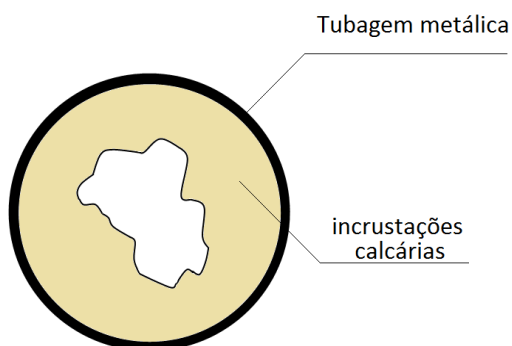
SONDAGENS E MEDIDAS

- Recolha do historial dos utentes;
- rede embutida pelo que se torna necessário o acesso à mesma por abertura de sonda em um ou vários pontos da tubagem instalada;
- Corte e recolha de troco(s) para verificação interior da secção de vazão e existência de corrosão interna.

CAUSAS DA PATOLOGIA

Produção de depósito calcário no interior de tubagens metálicas.

A incrustação de calcário no interior das tubagens, depende da dureza e da temperatura da água. Quando assume proporções significativas, leva à redução nas secções de passagem, implicando deficientes níveis de fornecimento pressão e caudal.



Perda de secção devido a incrustações calcárias

SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO

Substituição parcial ou total da rede, recorrendo ao uso de materiais plásticos na rede de água fria e de materiais metálicos (aço inox) ou plástico termo resistente na rede de água quente. A instalação poderá ser à vista, embainhada ou embutida e em paredes desmontáveis, tetos falsos ou piso elevado.



Instalação em tetos falsos



Rede em estrutura metálica entre paredes de gesso cartonado

Rede predial de drenagem de águas residuais domésticas – Auto-sifonagem

ODORES NUMA CASA DE BANHO APÓS DESCARGA DE APARELHOS SANITÁRIOS

AR 1

PALAVRAS-CHAVE: INSTALAÇÕES DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS, MAUS ODORES, AUTO-SIFONAGEM, VENTILAÇÃO, VÁLVULA DE VENTILAÇÃO, VÁLVULA DE AREJAMENTO

2013

DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

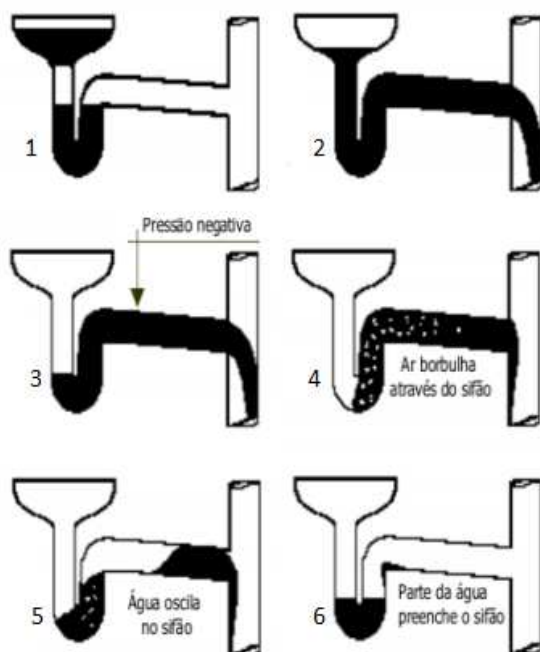
Presença de maus odores numa casa de banho aquando da descarga de aparelhos sanitários, num edifício de habitação coletiva.

SONDAGENS E MEDIDAS

Rede embutida, tornando-se necessário o aceso à mesma por abertura de sonda em um ou vários pontos da tubagem instalada.

CAUSAS DA PATOLOGIA

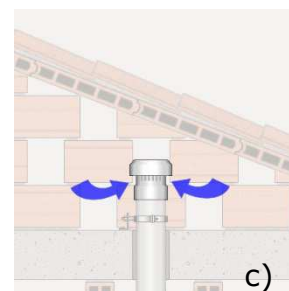
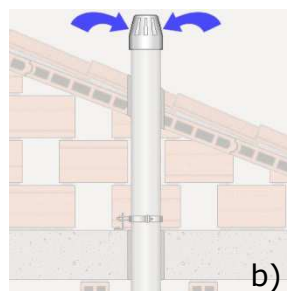
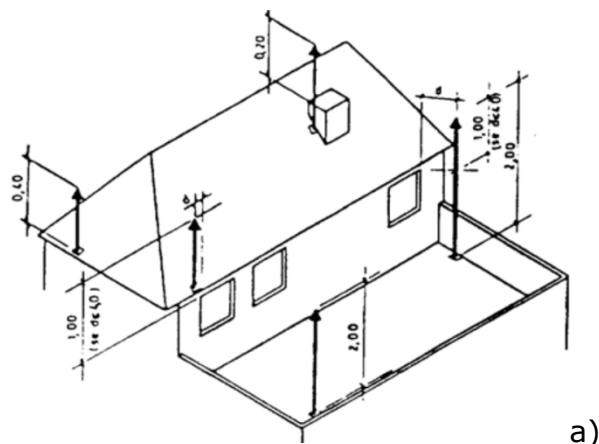
Fenómeno de Auto-sifonagem, provocado na descarga do aparelho sanitário, através da formação de um tampão no sentido do ramal de descarga, provocando uma aspiração, com a consequente redução da altura do fecho hídrico.



SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO

As soluções de intervenção possíveis podem ser:

- em edifícios até 3 andares, prolongar o tubo de queda acima do telhado; em edifícios mais altos, recorrer à ventilação secundária;
- introdução de válvula de ventilação;
- introdução de válvula de arejamento.



Rede predial de drenagem de águas residuais domésticas – Sifonagem induzida

ODORES NUMA CASA DE BANHO APÓS DESCARGA DE APARELHOS SANITÁRIOS

AR 2

PALAVRAS-CHAVE:

REDE PREDIAL DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS, ODORES, SIFONAGEM INDUZIDA, VENTILAÇÃO, VÁLVULA DE VENTILAÇÃO, VÁLVULA DE AREJAMENTO

2013

DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

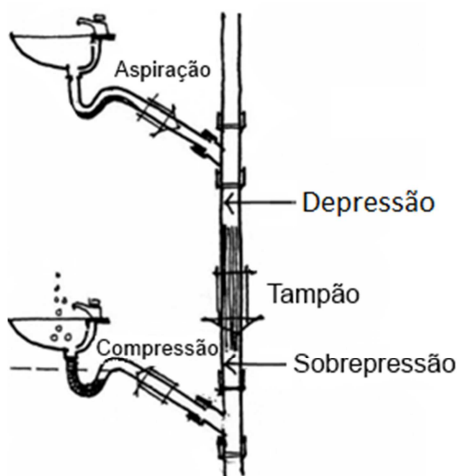
Presença de maus odores numa casa de banho aquando da descarga de aparelhos sanitários, num edifício de habitação coletiva.

SONDAGENS E MEDIDAS

Rede embutida, tornando-se necessário o acesso à mesma por abertura de sonda em um ou vários pontos da tubagem instalada.

CAUSAS DA PATOLOGIA

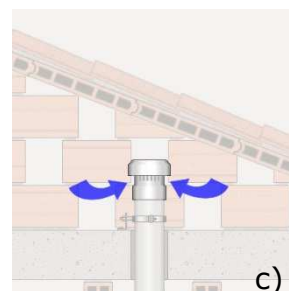
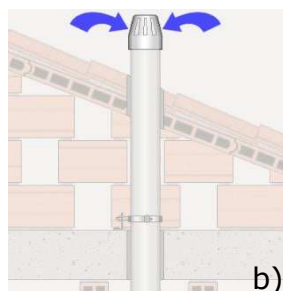
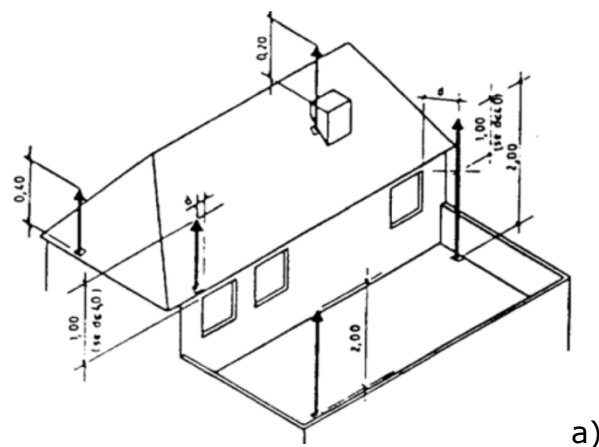
Aquando da descarga, forma-se um tampão no tubo de queda, originando uma sifonagem induzida por compressão ou aspiração os sifões, cujos ramais convirjam para o tubo de queda, levando à passagem de odores para o interior das habitações.



SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO

As soluções de intervenção possíveis podem ser:

- em edifícios até 3 andares, prolongar o tubo de queda acima do telhado; em edifícios mais altos, recorrer à ventilação secundária;
- introdução de válvula de ventilação;
- introdução de válvula de arejamento.



Ramal de descarga individual da bacia de retrete – Afastamento entre sifão e secção ventilada

PRESENÇA DE ODORES NUMA CASA DE BANHO

PALAVRAS-CHAVE:

REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS, MAUS ODORES, RAMAL DE DESCARGA INDIVIDUAL, SIFÃO, SECÇÃO VENTILADA, CAIXA DE REUNIÃO, VÁLVULA DE VENTILAÇÃO

AR 3

2013

DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

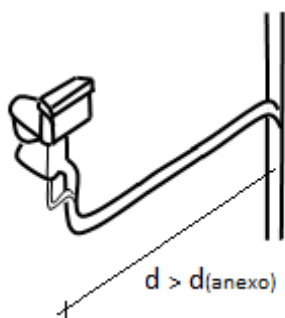
Presença de odores numa casa de banho, num edifício de habitação unifamiliar.

SONDAGENS E MEDIDAS

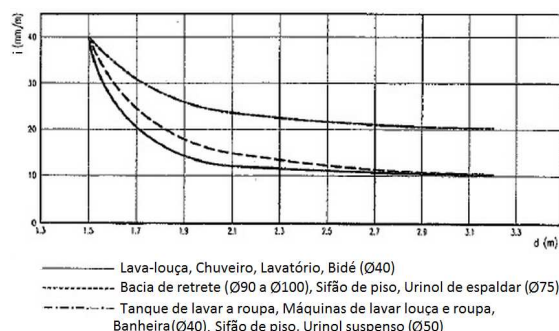
Rede embutida, pelo que se torna necessário o acesso à mesma por abertura de sonda.

CAUSAS DA PATOLOGIA

Mau dimensionamento do ramal individual da bacia de retrete. Isto é, a distância entre o sifão da bacia de retrete à secção ventilada (tubo de queda) é superior ao permitido.

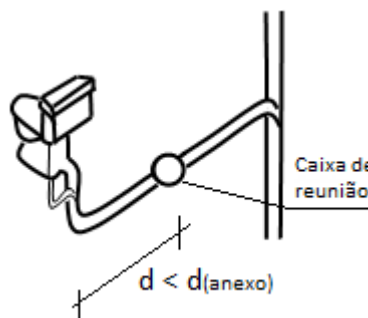


A distância máxima entre o sifão e a secção ventilada, segundo o Anexo XVI do RGSPDADAR, é função do tipo de aparelho sanitário e da inclinação do ramal de descarga individual.

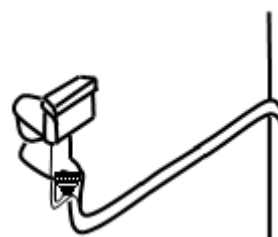


SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO

Uma solução possível pode ser a de encurtar distância, colocando a meio do ramal de descarga individual uma caixa de reunião no pavimento, de forma a que a distância entre esta e o aparelho seja inferior à permitida pelo Anexo XVI do regulamento geral.



Outra alternativa passa pela introdução de uma válvula de ventilação no ramal individual.



Exemplo da colocação de uma válvula de ventilação num ramal.

Caixa de reunião no pavimento – Ausência de curva

PRESENÇA DE ODORES NUMA CASA DE BANHO

AR 4

PALAVRAS-CHAVE: REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS, CAIXA DE REUNIÃO NO PAVIMENTO, FALTA DE CURVA

2013

DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

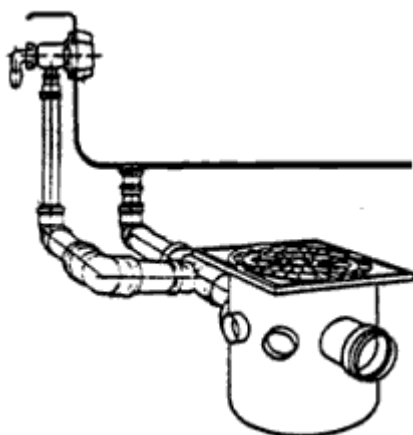
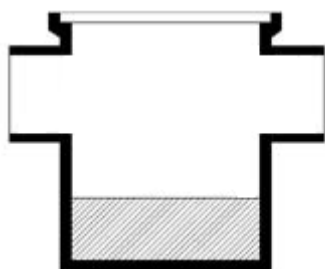
Odores numa casa de banho ou cozinha de habitação ou outro tipo de ocupação.

SONDAGENS E MEDIDAS

Inspeção visual da caixa de reunião no pavimento.

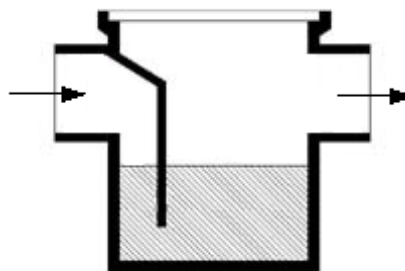
CAUSAS DA PATOLOGIA

Falta de curva que garante a sifonagem na caixa de reunião instalada no pavimento, para aqueles aparelhos sanitários que não possuem acoplado o respetivo sifão (por exemplo a banheira).



SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO

A solução passa por meter lá uma curva.



Caixa de reunião no pavimento – Fecho hídrico

MAUS ODORES COM ORIGEM EM PIA DE COZINHA

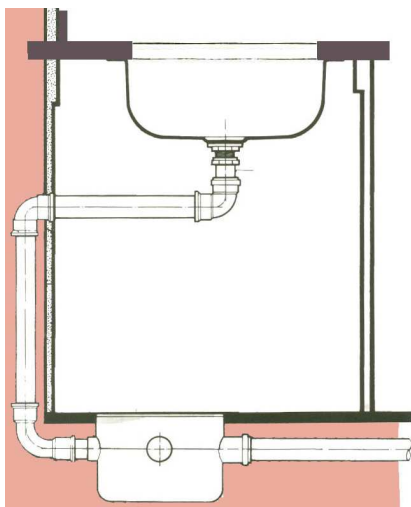
AR 5

PALAVRAS-CHAVE: REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS, FECHO HÍDRICO, CAIXA DE REUNIÃO NO PAVIMENTO, SUBSTITUIÇÃO

2013

DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

Odores com origem na pia de uma cozinha, numa habitação ou outro tipo de ocupação, que se manifestaram durante o período de Verão.

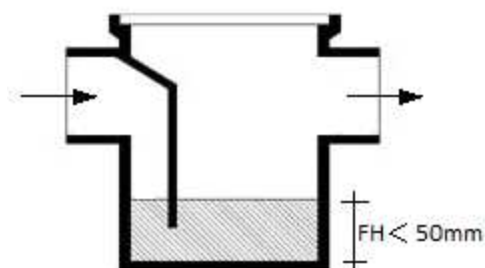


SONDAGENS E MEDIDAS

Inspeção visual na caixa de reunião do pavimento.

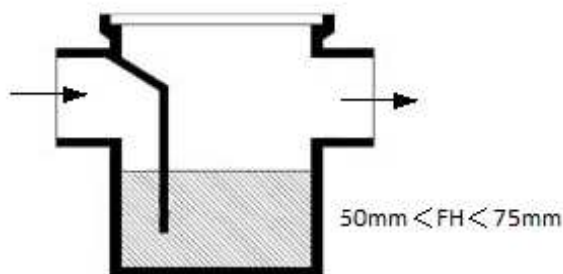
CAUSAS DA PATOLOGIA

A altura da caixa de reunião abaixo das entradas e saídas não permite pelo menos 50mm do fecho hídrico. Ora, com o aumento de temperatura, a água que garante o fecho hídrico tende a evaporar-se mais rapidamente, pelo que o mesmo deixa de ser garantido, originando-se maus odores.



SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO

A solução passa pela substituição da caixa de reunião, garantindo um fecho hídrico superior a 50mm e inferior a 75mm.



Máquinas de lavar – Má seleção do material

RAMAL DE DESCARGA INDIVIDUAL DE MATERIAL NÃO TERMO-RESISTENTE (MÁQUINAS DE LAVAR)**AR 6**

PALAVRAS-CHAVE: RAMAL DE DESCARGA INDIVIDUAL, GRADIENTES TÉRMICOS, MATERIAL NÃO TERMO-RESISTENTE, SUBSTITUIÇÃO

2013**DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA**

Manchas de humidade no teto de uma habitação, num edifício de habitação coletiva.

SONDAGENS E MEDIDAS

Rede embutida, pelo que se torna necessário o acesso à mesma por abertura de sonda.

CAUSAS DA PATOLOGIA

Ramais de descarga das máquinas de lavar (roupa ou louça) em material não termorresistente, nomeadamente em policloreto de Vinilo (PVC) ou polietileno de alta densidade (PEAD) que não suportam temperaturas superiores a 20°C.

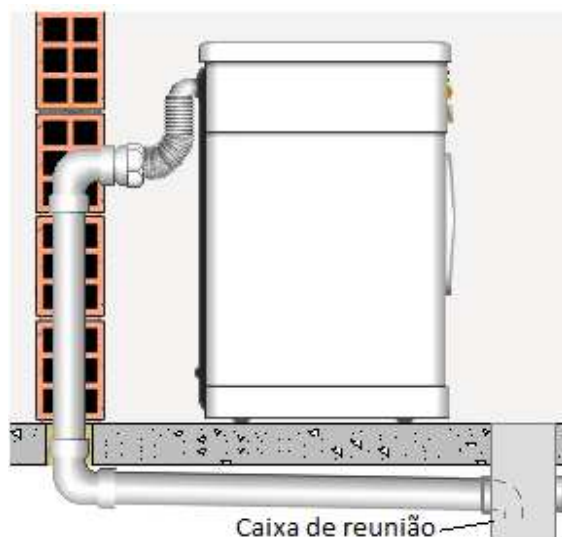
A elevada temperatura nestes materiais, leva à degradação da estrutura molecular dos polímeros constituintes da tubagem, levando-os muitas vezes à rotura, e consequente falta de estanqueidade na tubagem.

SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO

O ramal de descarga deve ser substituído por tubagem de material termorresistente por exemplo por polietileno reticulado (PEX), polipropileno (PP), ou por tubagens metálicas.

Note-se que se a caixa de reunião estiver à distância de 1m a 1,5m do aparelho, a energia vai-se dissipando. Apesar disso, é aconselhável proceder à substituição da tubagem, pelo menos, até à caixa de reunião.

É importante por isso ver a distância do aparelho ao tubo de queda. Se se justificar substitui-se até ao tubo de queda.



Tubo de queda – Diferencial de pressões

EFEITO DO VENTO NOS TERMINAIS DE TUBO DE QUEDA**AR 7**

PALAVRAS-CHAVE: TUBO DE QUEDA, EFEITO DO VENTO NOS TERMINAIS DO TUBO DE QUEDA, DIFERENCIAL DE PRESSÕES, PROLONGAMENTO DO TUBO DE QUEDA, VÁLVULA DE VENTILAÇÃO, VÁLVULA DE TOPO DE TUBO DE QUEDA

2013**DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA**

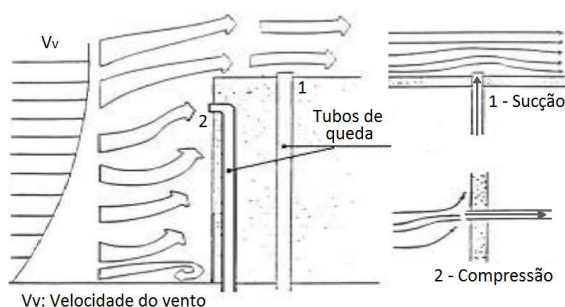
Efeito do vento nos terminais do tubo de queda levando à formação de depressões e/ou sobrepressões no seu interior.

SONDAGENS E MEDIDAS

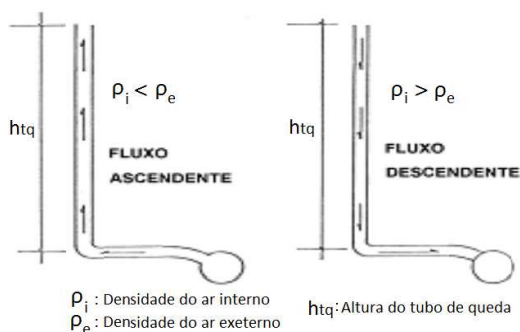
- Inspeção visual na cobertura;
- Cálculo do caudal de ar, de forma a verificar se o dimensionamento dos tubos de queda foi adequado, nomeadamente através da taxa de ocupação, e se permite a 1ª ventilação.

CAUSAS DA PATOLOGIA

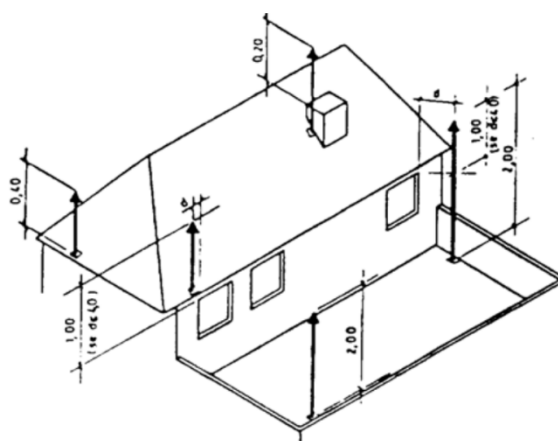
O vento é um fluxo de ar atmosférico gerado por um diferencial de pressões, com comportamentos que dependem da zona climática. A figura seguinte mostra o efeito do vento nos terminais do tubo de queda.



O diferencial de pressão hidrostática entre o espaço interior e o exterior, é consequência de um diferencial de temperatura entre o interior e o exterior. A figura seguinte representa a tiragem térmica no tubo de queda.

**SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO**

Uma solução possível é a de prolongar o tubo de queda até à cobertura, respeitando o regulamento (Anexo XX), como a seguir se mostra.



Caso não seja possível prolongar o tubo de queda por determinadas razões construtivas, outra solução possível, passa pela introdução de válvulas no topo do tubo queda.

No caso da taxa de ocupação ser superior à permitida, é aconselhável colocar válvulas de ventilação.

A situação mais gravosa para o desempenho das instalações é quando o tubo de queda se encontra na posição 2. Note-se que como se observa na figura do Anexo XX, essa disposição não é permitida, pelo que a intervenção deve ser efetuada no sentido de cumprir o regulamento geral.

Rede de drenagem de águas residuais – Funcionamento em carga do coletor público

INUNDAÇÃO DE CAVE

AR 8

PALAVRAS-CHAVE: REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS, INUNDAÇÃO DA CAVE, FUNCIONAMENTO EM CARGA DO COLETOR PÚBLICO, SISTEMA DE BOMBAGEM

2013

DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

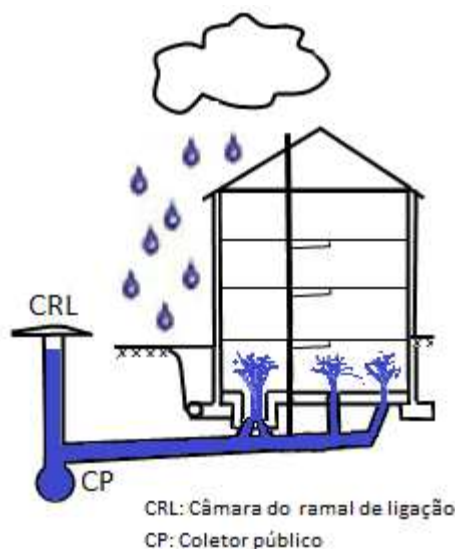
Inundação numa cave de um edifício de habitação coletiva, após um período de precipitação intensa.

SONDAGENS E MEDIDAS

Inspeção visual.

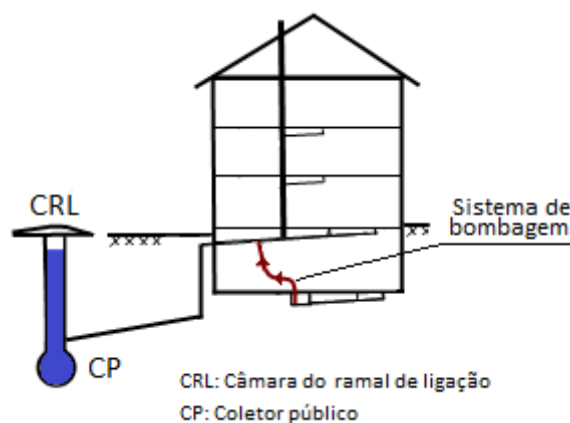
CAUSAS DA PATOLOGIA

Funcionamento em carga do coletor público, com o consequente alagamento da cave, devido à ausência de dispositivos de bombagem de águas residuais na cave.



SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO

A solução passa por elevar as águas residuais para um nível igual ou superior ao do arruamento, para evitar o funcionamento em carga e inundações (ao abrigo do art.º 205.º do RGSPDADAR). Para tal deverá ser prevista uma câmara elevatória equipada com grupos de eletrobombas submersíveis, implantada no último piso de cave, a qual elevará as águas de drenagem subterrânea, de lavagem dos pavimentos e outras, para um nível igual ou superior à cota do pavimento do arruamento no qual estão implantados os coletores públicos, de forma a permitir o escoamento gravítico para estes.



Aparelhos sanitários em bateria – Ausência de ventilação na rede

ODORES EM CASA DE BANHO PÚBLICA – APARELHOS EM BATERIA**AR 9**

PALAVRAS-CHAVE: APARELHOS SANITÁRIOS EM BATERIA, ODORES, RAMAL DE VENTILAÇÃO, VÁLVULA DE VENTILAÇÃO

2013

DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

Presença de odores em casa de banho pública, cujos aparelhos estão instalados em bateria.

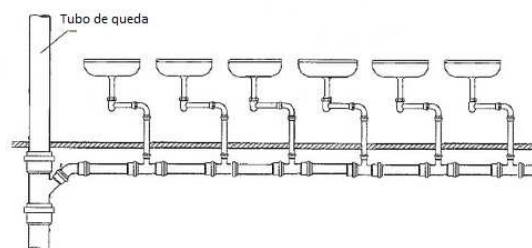
SONDAGENS E MEDIDAS

Rede embutida, pelo que se torne necessário acesso à mesma por abertura de sonda, em um ou vários pontos da instalação.

CAUSAS DA PATOLOGIA

Má execução na fase de montagem, como se observa nos esquemas seguintes. Inexistência de ramais de ventilação, nos aparelhos instalados em bateria na casa de banho pública.

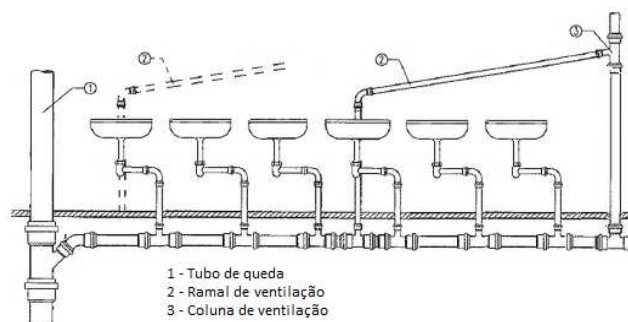
Nos aparelhos em bateria (com a exceção de bacias de retrete e similares), caso não se faça ventilação secundária individual, os ramais de ventilação coletivos devem estar ligados ao ramal de descarga, no máximo de 3 em 3 aparelhos.



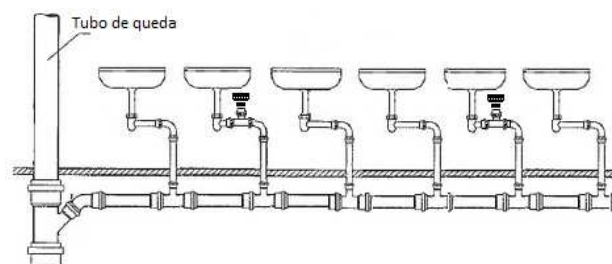
No caso de bacias de retrete instaladas em bateria, os ramais de ventilação coletivos devem estar ligados ao ramal de descarga, em todos os aparelhos.

SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO

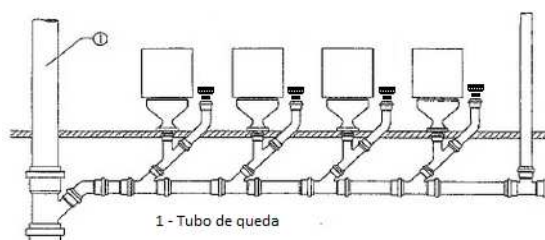
A solução prevista no regulamento geral será a introdução de ramais de ventilação, de 3 em 3 aparelhos, à exceção de bacias de retrete instaladas em bateria.



Outra solução, com a mesma eficiência, mas mais simples e económica passa pela introdução de válvulas de ventilação. Como os aparelhos estão dispostos em bateria, é suficiente colocar uma válvula de ventilação de 3 em 3 aparelhos, para que se faça cumprir o RGSPDADAR.



No caso das bacias de retrete instaladas em bateria, a solução, de forma análoga, assenta na introdução de ramais de ventilação ou de válvulas de ventilação em todos os aparelhos, respeitando o RGSPDADAR.



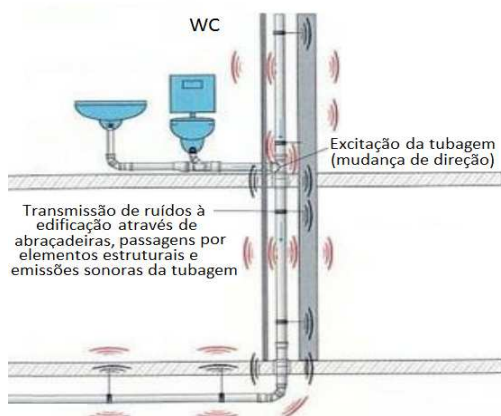
Tubo de queda – Ligações rígidas

PRESENÇA DE RUÍDOS POR VIBRAÇÃO**AR 10**

PALAVRAS-CHAVE: TUBO DE QUEDA, RUÍDOS, LIGAÇÕES RÍGIDAS AOS ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO, LIGAÇÕES ELÁSTICAS

2013**DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA**

Existência de ruídos na rede de drenagem predial de águas residuais num edifício de habitação coletiva.

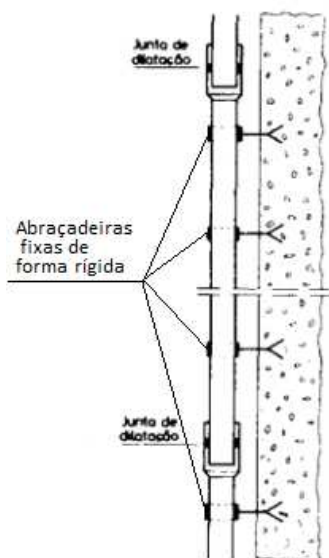
**SONDAGENS E MEDIDAS**

- Histórico dos utentes;
- Medição dos níveis sonoros presentes no edifício com recurso ao sonómetro.

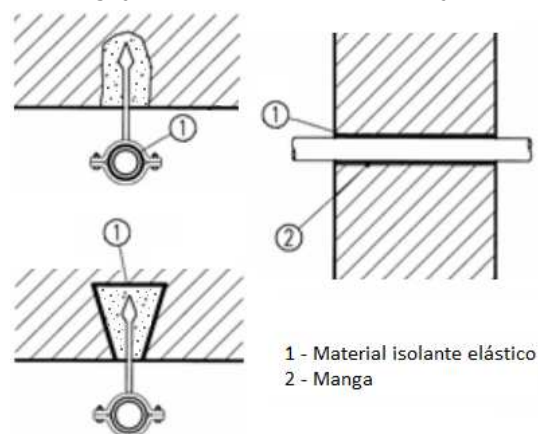
CAUSAS DA PATOLOGIA

Ligações rígidas ao tubo de queda, provocando ruídos de percussão em todo o edifício. Um só ponto de ligação rígido é o suficiente para que os valores de isolamento pretendidos não sejam respeitados.

A água ao ser escoada no tubo de queda faz com que este entre em vibração. Simultaneamente, uma parte dessas vibrações é transmitida à parede através das abraçadeiras colocadas ao longo do tubo. A partir daí, as vibrações são transmitidas a todo o edifício.

**SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO**

O recurso a ligações elásticas deve ser a solução a adotar.



Em simultâneo deve ser feito um correto isolamento das tubagens.

Outra solução passa pelo uso de abraçadeiras, ou mesmo de tubagens, acusticamente otimizadas, correntes no mercado.

Tubo de queda – Raio de curvatura em mudança de direção

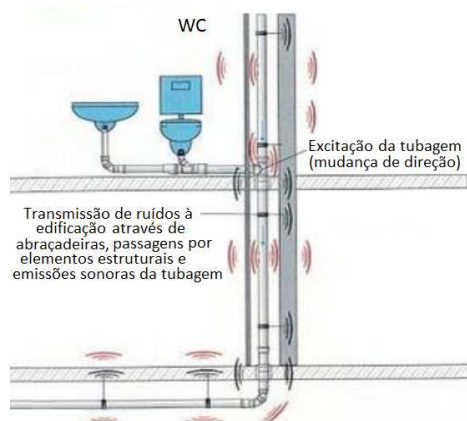
PRESENÇA DE RUÍDOS**AR 11**

PALAVRAS-CHAVE: TUBO DE QUEDA, RUÍDOS, RAIOS DE CURVATURA DO TUBO DE QUEDA, SUBSTITUIÇÃO

2013

DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

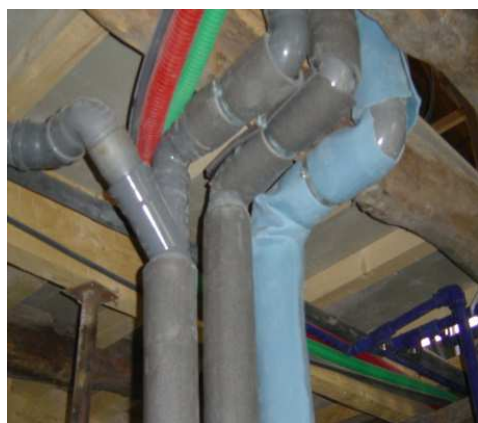
Existência de ruídos na rede de drenagem predial de águas residuais num edifício de habitação coletiva.

**SONDAGENS E MEDIDAS**

- Histórico dos utentes;
- Medição dos níveis sonoros presentes no edifício com recurso ao sonómetro.

CAUSAS DA PATOLOGIA

A principal causa da presença de ruídos, deve-se ao facto de os raios na mudança de direção dos tubos de queda e dos coletores prediais serem efetuados por curvas de pequeno raio, nomeadamente por curvas de 90°.

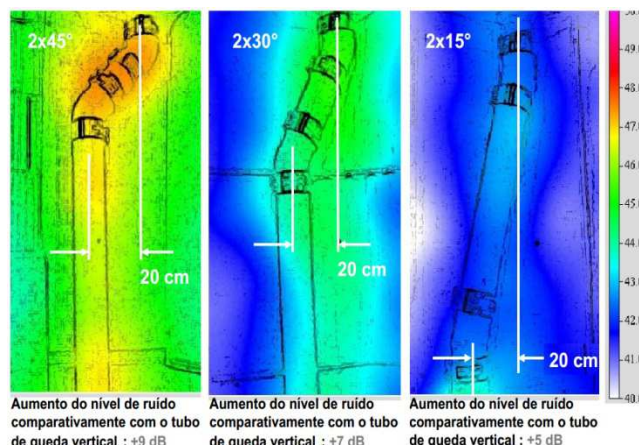


Os ruídos nestas instalações, para além de surgirem através do próprio escoamento nos tubos, também se devem às mudanças de direção das tubagens. A situação ideal para não haverem ruídos motivados por esta situação é que as tubagens sejam verticais.

SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO

Caso não seja possível "reparar" o tubo ou o coletor, a solução de intervenção assenta na substituição do troço do tubo de queda ou do coletor de forma a que o seu raio de curvatura, nas mudanças de direção, seja o maior possível, sendo o desejável o de 12,5°.

Sendo um tubo de queda sempre na mesma vertical ou um coletor sempre no mesmo alinhamento o ideal, tal não é possível. De forma a que esta explicação se torne mais perceptível apresenta-se a figura seguinte (estudo efetuado pela Geberit) onde se apresentam ensaios laboratoriais sobre a influência do raio da mudança de direção no nível de ruído produzido.



Note-se que as tubagens devem ainda ser isoladas.

Rede de drenagem de águas residuais – Obstrução

OBSTRUÇÃO DE TUBAGENS POR DESLOCAÇÃO DA VERTICALIDADE OU DA GERATRIZ DAS JUNTAS

AR 12

PALAVRAS-CHAVE: TUBAGENS, OBSTRUÇÃO, DESCENTRAMENTO DAS TUBAGENS, RECENTRALIZAÇÃO DAS TUBAGENS

2013

DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

Impossibilidade de descarga de efluentes provenientes dos diversos equipamentos com ligação ao esgoto e refluxo para montante do efluente.

SONDAGENS E MEDIDAS

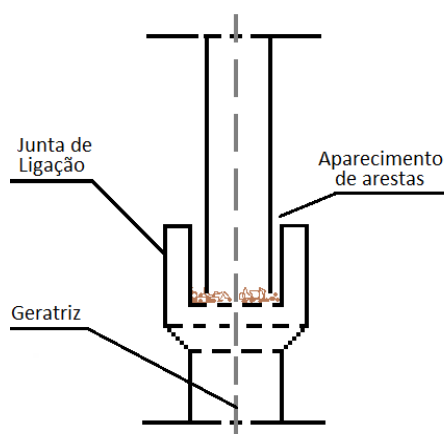
- Verificação visual do refluxo do efluente nos pontos de drenagem, caixas de reunião no pavimento e ou caixas de visita;
- Rede embutida, pelo que será necessário abertura por sonda em um ou vários pontos da instalação.

CAUSAS DA PATOLOGIA

Obstrução verificada quando da descarga dos dispositivos de utilização.

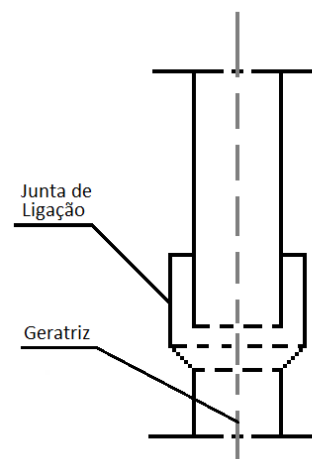
Aparecimentos de arestas devido ao descentramento das tubagens nas juntas de ligação, fazendo com que os efluentes sólidos se acumulem nas arestas, e, progressivamente vão provocar obstruções (não confundir com as obstruções em resultado de entupimentos provocados por objetos indevidamente descarregados – escovas, rodilhas, plásticos, fraldas, etc, e ou solidificação de gordura por arrefecimento rápido de descarga de óleos ou outros produtos descarregados).

Pode resultar das dilatações/contrações de elementos construtivos (estrutura ou alvenarias), que provocam deslocamento das tubagens, e levar a afetação da correta continuidade das juntas.



SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO

Nestas situações a solução de intervenção não é a mera desobstrução por meios manuais e ou mecânicos, mas a necessidade de intervenção de correção da anomalia, isto é, deve-se proceder à substituição da junta, ou então deve-se proceder à recentralização das canalizações.



Tubo de queda – Má execução das juntas

FALTA DE ESTANQUEIDADE NA UNIÃO ENTRE MATERIAIS

AR 13

PALAVRAS-CHAVE: TUBO DE QUEDA, ROTURA, DIFERENTES MATERIAIS, JUNTAS, SUBSTITUIÇÃO

2013

DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

Exsudações num edifício de habitação coletiva ou outro tipo de ocupação.



SONDAGENS E MEDIDAS

Rede embutida, pelo que se torne necessário acesso à mesma por abertura de sonda, em um ou vários pontos da instalação.

CAUSAS DA PATOLOGIA

Rotura no tubo de queda de águas residuais domésticas, devido à má execução das juntas.

A falta de estanqueidade na rede é visível através das escorrências nas uniões (juntas entre diferentes materiais, nomeadamente grés cerâmico e PVC, derivado de intervenções anteriores).



SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO

Intervenção com vista à substituição da rede procurando a melhoria das condições sanitárias e conforto dos utilizadores, com recurso a materiais termoplásticos apropriados.

BIBLIOGRAFIA REFERENTE ÀS FICHAS DE REABILITAÇÃO

Apontamentos de Hidráulica Urbana e Ambiental, FEUP, 2011 e (Medeiros,2012)

Freitas, Vasco – *Manual de apoio ao projeto de reabilitação de edifícios antigos*, Edição: Ordem dos Engenheiros da Região Norte, 2012.

Medeiros, Carlos – *Sistemas de Abastecimento Público e Predial no Porto*, Grundfos, 2005.

Medeiros, Carlos – Apontamentos da disciplina de Instalação de Edifícios, FEUP, 2012.

Pedroso, Vítor – *Manual dos Sistemas Prediais de Distribuição e Drenagem de Águas*. Lisboa, LNEC, 2000.

Pedroso, Vítor – *Reabilitação de Instalações. Sistemas de distribuição e de drenagem de águas*. Apontamentos da disciplina de Patologias das Construções, FAUTL, 2006. <http://mestrado-reabilitacao.fa.utl.pt/disciplinas/jbastos/vpedroso.pdf> (acedido em 01/11/12)

Russo, Carlos – *Desconstrução de Sistemas Prediais de Água*. Dissertação de Mestrado, UA, 2009.

Suárez, Manuel Roca – *Patologías en el saneamiento – Soluciones*. Apontamentos da disciplina de *Instalaciones II*, ETSALP, 2006.

http://www.geradordeprecos.info/obra_nova/Instalacoes/Drenagens_e_ventilacao/Tubos_de_queda/Va_lvula_de_arejamento.html (acedido em 01/02/12)

http://www.geradordeprecos.info/obra_nova/Instalacoes/Drenagens_e_ventilacao/Tubos_de_queda/Terminal_de_arejamento.html (acedido em 01/02/12)

http://construcaociviltips.blogspot.pt/2012_06_01_archive.html

<http://www.depositosaomarcos.com.br/hidraulica/acessorios/caixa-sifonada-quadrada-cromada-150x150mm-> (acedido 10/02/13)

<http://www.jrrio.com.br/construcao/instalacoes/pia-com-sifao.html> (acedido 10/02/13)

http://www.geradordeprecos.info/obra_nova/Instalacoes/Drenagens_e_ventilacao/Ramais_de_descarga/ISD006_Tomada_de_descarga_para_electrodome.html

[http://www.geberit.pt/web/appl/pt/wcmspt.nsf/files/usr-pro-catalogo%20geberit%20silent%20db20.pdf/\\$file/catalogo%20geberit%20silent%20db20.pdf](http://www.geberit.pt/web/appl/pt/wcmspt.nsf/files/usr-pro-catalogo%20geberit%20silent%20db20.pdf/$file/catalogo%20geberit%20silent%20db20.pdf) (acedido em 12/01/12).

<http://www.saint-gobain-pam.pt/pages/site/produit.asp?provenance=1&idproduit=1431>