



**FCTUC** DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

# **Patologias em Instalações Prediais Hidráulicas**

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil  
na Especialidade de Construções

Autor

**Bruno Fernando Silva Ramos**

Orientadores

**Professor Doutor Luís Godinho**

**Professor Doutor Paulo Amado Mendes**

Esta dissertação é da exclusiva responsabilidade do seu autor, não tendo sofrido correcções após a defesa em provas públicas. O Departamento de Engenharia Civil da FCTUC declina qualquer responsabilidade pelo uso da informação apresentada

**\*Esta tese foi escrita segundo o antigo acordo ortográfico**

**Coimbra, Julho, 2013**

## **AGRADECIMENTOS**

Este espaço é dedicado a todos aqueles que directa ou indirectamente contribuíram para que a realização deste trabalho fosse possível.

Em primeiro lugar gostaria de endereçar os meus mais sinceros agradecimentos ao Professor Doutor Luís Godinho e ao Professor Doutor Paulo Amado Mendes pelo seu profissionalismo, disponibilidade e conhecimentos transmitidos. A simplicidade, apoio, e a motivação com que sempre me receberam, fez com que na grande maioria das ocasiões abandonasse o gabinete, muito mais interessado e motivado no desenvolvimento do tema proposto.

Aos meus pais e à minha irmã, Marta, um agradecimento especial pela presença, apoio e motivação dedicada ao longo deste semestre e em todos os momentos da minha vida.

Queria, também, agradecer à minha esposa Sara, pela sua companhia, compreensão, amizade, amor, ajuda e incentivo que me deu na realização de trabalho.

A todos os meus colegas e amigos que sempre me acompanharam ao longo deste percurso um muito obrigado pelo interesse e preocupação demonstrados e, igualmente, pelos magníficos momentos de convívio vividos.

## RESUMO

Em Portugal, as instalações prediais de abastecimento de água, de combate a incêndios e de drenagem constituem, uma das principais fontes de problemas em edifícios, mesmo em casos de construções recentes. No entanto, e, apesar de estarem na base da maioria das patologias em edifícios, raramente ultrapassam o valor de 5% do custo total da obra. Torna-se por isso evidente a necessidade de prestar mais atenção a esta componente das edificações, onde uma melhoria geral da qualidade pode representar uma redução muito significativa no número de patologias actualmente detectadas, sem um acréscimo sensível do custo final do edifício.

Estas patologias ocorrem, muito frequentemente, devido a fenómenos de envelhecimento natural e/ou prematuro destes sistemas, à ausência de uma manutenção adequada ao longo da vida útil do sistema, bem como à eventual inadequação destes, face às novas exigências de conforto. Os sinais mais evidentes da manifestação destas patologias são, entre outros, a presença de humidades e ruídos.

A recolha e síntese de informação sobre as patologias mais correntes torna-se, por isso, bastante útil para a realização de um diagnóstico correcto e para o estudo dessas patologias.

No entanto, antes de se iniciar qualquer exercício de integração das anomalias e de definição de uma estratégia global, é fundamental estudar e compreender cada uma por si, como se de um caso isolado e pontual se tratasse, embora, frequentemente, já com algumas ligações mais evidentes estabelecidas.

É esse o papel das fichas de patologias, onde, de forma mais ou menos atomizada, se analisam as diferentes anomalias observadas e se descrevem, de forma sucinta, as suas presumíveis causas e consequências, bem como a evolução previsível do defeito.

Neste trabalho houve a oportunidade de colocar em prática esta dinâmica através de dois casos de aplicação onde a informação recolhida foi analisada e tratada nas fichas de patologias propostas.

## ABSTRACT

In Portugal, water supply and drainage systems, as well as the ones used to combat fire, are one of the main sources of problems in buildings, even in cases of recent construction. However, and in spite of being in the origin of these pathologies, they rarely overcome five percent of the total cost value of the work. It is then obvious the need of paying more attention to these components in the building work, since a slight improvement of the quality may represent a big reduction in the number of detected pathologies, without a significant increase in the final cost of the building.

These pathologies often take place due to natural or premature aging of the systems, lack of suitable maintenance of the systems or even to the incapacity of the systems to face the new demands of comfort.

The most evident signs of these pathologies include the presence of humidity, noise, among others.

The collection and synthesis of information about the pathologies that are more common, is essential, not only to the realization of a correct diagnosis but also for the study of these pathologies.

However, and before initiating any exercise of integrating the anomalies and definition of a global strategy, it is important to study and comprehend each one alone, as if they were an isolate case, although frequently, with more than one connection point between them already established.

This is the role that Pathology Charts play, where, in a synthetic form, the different anomalies observed are analyzed, as well as their presumable causes, consequences and evolution, giving excellent material to initiate the rehabilitation process.

In this document, there was the opportunity of applying this dynamic with two application cases where the collected information was analyzed and treated in the proposed pathology charts.

---

## ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO .....	1
1.1	Importância do Tema .....	1
1.2	Objectivos e Metodologia.....	1
1.3	Estrutura da Dissertação .....	2
2	ENQUADRAMENTO GERAL DAS PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO.....	3
2.1	Generalidades.....	3
2.2	Causas das Patologias .....	3
2.2.1	Causas de Anomalias com Origem Humana.....	4
2.2.2	Anomalias de origem não humana ou de origem humana imprevisível.....	4
2.2.3	Agentes de deterioração.....	5
2.3	Patologias em Elementos Estruturais .....	9
2.3.1	Fundações.....	9
2.3.2	Construção de alvenaria .....	10
2.3.3	Estruturas de madeira.....	12
2.3.4	Estruturas de betão armado.....	12
2.3.5	Pavimentos.....	13
2.4	Patologias em Elementos Não Estruturais, Revestimentos e Acabamentos.....	14
2.4.1	Envolvente.....	14
2.4.2	Interior.....	18
2.5	Patologias em instalações hidráulicas.....	19
3	PATOLOGIAS EM INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS.....	20
3.1	Instalações de Abastecimento de Águas.....	20
3.1.1	Perda de estanquidade.....	20
3.1.2	Acumulação de incrustações.....	26
3.1.3	Má concepção da instalação .....	27
3.2	Instalações Hidráulicas de Combate a Incêndios .....	29
3.2.1	Perda de Estanquidade .....	29
3.2.2	Deficiente Escoamento de Água.....	29
3.2.3	Deficiências do Sistema e Dispositivos .....	30
3.3	Instalações de Drenagem de Águas Residuais.....	30
3.3.1	Perda de estanquidade.....	30
3.3.2	Obstrução das componentes da instalação .....	31
3.3.3	Má concepção da instalação .....	31

---

3.4	Instalações de Drenagem de Águas Pluviais.....	33
3.4.1	Perda de estanquidade.....	34
3.4.2	Obstrução das componentes de instalação.....	35
3.4.3	Má concepção.....	35
4	ERROS CORRENTES NO PROJECTO E EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES PREDIAIS HIDRÁULICAS.....	37
4.1	Introdução.....	37
4.2	Erros e Defeitos na Fase de Projecto.....	37
4.2.1	Patologias Relacionadas com a Distribuição de Água.....	37
4.2.2	Patologias Relacionadas com a Drenagem de Águas Residuais Domésticas e Pluviais.....	39
4.3	Erros e Defeitos na Fase de Construção.....	40
4.3.1	Patologias Relacionadas com a Distribuição de Água.....	40
4.3.2	Patologias Relacionadas com a Drenagem de Águas Residuais Domésticas e Pluviais.....	42
5	CASOS DE APLICAÇÃO.....	46
5.1	Considerações Gerais.....	46
5.2	Departamento de Engenharia Informática da FCTUC.....	48
5.2.1	Descrição do Edifício.....	48
5.2.2	Inspecção Visual.....	49
5.2.3	Fichas de Patologia.....	50
5.3	Departamento de Engenharia Civil da FCTUC.....	56
5.3.1	Descrição do Edifício.....	56
5.3.2	Inspecção Visual.....	57
5.3.3	Ficha de Patologia.....	57
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
6.1	Trabalhos Futuros.....	61
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Principais origens, vias de penetração e anomalias provocadas pela água nos edifícios (ver Quadro 2.2) (Cóias, 2006).....	5
Figura 2.2 - Anomalias em fachadas e paredes exteriores (Reprodução de (Paiva, et al, 2006) e de (Ferreira, 2010). ....	15
Figura 2.3 – Anomalias em coberturas inclinadas (Reprodução de (Mendes da Silva, 2009) e de (Ferreira, 2010)). ....	16
Figura 2.4 – Anomalias em coberturas planas (Reprodução de (Mendes da Silva, 2009)) .....	17
Figura 3.1 – Exemplo de manchas de humidade devido a perda de estanquidade de tubagens embutidas. (Reprodução de (Dicas Caseiras, 2013)). ....	21
Figura 3.2 – Corrosão com origem no interior (Adaptado de (Pedroso, 2006)). ....	22
Figura 3.3 – Corrosão com origem no exterior (Adaptado de (Pedroso, 2006)). ....	22
Figura 3.4– Corrosão intersticial (Adaptado de (Pedroso, 2006)). ....	24
Figura 3.5 – Corrosão bimetálica (Adaptado de (Paiva et al., 2006)). ....	25
Figura 3.6 – Rotura de tubagem multicamada, por excesso de pressão (Cotrim & Russo, 2009). ....	26
Figura 3.7 – Tubagem com incrustação de calcário (Reprodução de (Urgences & Dépannages, 2013)), ....	27
Figura 3.8 – Dupla sifonagem (Reprodução de (Paiva et al., 2006)).....	33
Figura 3.9 – Sistema de drenagem de águas pluviais degradado .....	34
Figura 3.10 – Detritos acumulados em caleiras de recolha de águas pluviais (Pedroso, 2006).35	
Figura 5.1 – Departamento de Engenharia Informática da FCTUC.....	49
Figura 5.2 – Departamento de Engenharia Civil.....	57

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – Principais factos potencialmente geradores de anomalias (Paiva, et al., 2006). ...	4
Quadro 2.2 - Principais origens, vias de penetração e anomalias provocadas pela água nos edifícios (Cóias, 2006).....	6
Quadro 2.3 – Principais anomalias e respectivas causas em paredes de alvenaria .....	11
Quadro 3.1 – Tipos de corrosão e danos mais comuns em redes de distribuição de água. (Fontinha & Salta, 2007) .....	24
Quadro 5.1 - Exemplo de Ficha de Patologia.....	47
Quadro 5.2 - Exemplo de Ficha de Patologia (Observação). .....	48
Quadro 5.3 – Ficha de Patologia DEI-1 .....	50
Quadro 5.4 – Ficha Patologia DEI-1 (Observação).....	51
Quadro 5.5 – Ficha de Patologia DEI-2.....	53
Quadro 5.6 – Ficha de Patologia DEI-2 (Observação) .....	54
Quadro 5.7 – Ficha de Patologia DEC.....	58
Quadro 5.8 – Ficha de Patologia DEC (Observação) .....	59



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Importância do Tema

Em Portugal, as instalações prediais de abastecimento de água, de combate a incêndios e de drenagem constituem uma das principais fontes de problemas em edifícios, mesmo em casos de construções recentes (podendo atingir cerca de 90% de acordo com alguns autores), estes podem ocorrer devido a erros em diferentes fases de concepção e de construção dos edifícios, podendo interferir na durabilidade de outros elementos construtivos e causar desconforto nos utilizadores das instalações (p. ex. através de produção de ruídos, de odores, de vibrações, etc.).

Apesar de estarem na base da maioria das patologias em edifícios, as instalações prediais hidráulicas raramente ultrapassam o valor de 5% do custo total da obra. Torna-se por isso evidente a necessidade de prestar mais atenção a esta componente das edificações, onde uma melhoria geral da qualidade pode representar uma redução muito significativa no número de patologias actualmente detectadas, sem um acréscimo sensível do custo final do edifício (Silva-Afonso, 2004).

## 1.2 Objectivos e Metodologia

Uma das motivações para a realização deste trabalho foi o combate da ideia generalizada de que a concepção dos sistemas prediais hidráulicos é uma intervenção simples, pouco exigente no que se refere a conhecimentos técnicos de base. Esta ideia origina frequentemente erros e defeitos logo na fase de projecto, que mais tarde se traduzem em patologias nas instalações prediais hidráulicas.

Neste trabalho pretende-se efectuar, em primeiro lugar, uma síntese aprofundada do conhecimento existente na temática “patologias em instalações prediais de abastecimento, combate a incêndios e de drenagem de águas” em edifícios. Com isto, procura-se, apresentar uma perspectiva geral sobre os problemas típicos das instalações hidráulicas nos edifícios e relacioná-los com os erros frequentes que se praticam em projecto e na execução de redes prediais hidráulicas. Tenciona-se fazer uma abordagem a alguns casos de edifícios existentes, procurando relacionar a informação recolhida com observações no local.

### **1.3 Estrutura da Dissertação**

A presente dissertação encontra-se estruturada em seis capítulos. No presente capítulo, procura-se apresentar a importância do tema da dissertação, bem como a definição dos objectivos a atingir e a metodologia de abordagem utilizada.

No segundo capítulo, apresenta-se um enquadramento geral do tema proposto, onde se descrevem as anomalias mais correntes nos edifícios, as suas causas, a parte da construção e o tipo de material envolvido.

No terceiro capítulo, aprofunda-se um pouco mais a temática “Patologias em instalações técnicas hidráulicas”, apresentando-se as principais anomalias e suas causas.

O quarto capítulo relaciona as anomalias descritas no terceiro capítulo com os erros frequentes em projecto e execução de instalações técnicas hidráulicas.

O quinto capítulo aborda a análise de dois casos de aplicação (nos edifícios do Departamento de Engenharia Informática e do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Coimbra), sendo produzidas “Fichas de Patologias” para cada anomalia observada no local.

Finalmente, o sexto capítulo apresenta algumas considerações finais.

## **2 ENQUADRAMENTO GERAL DAS PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO**

### **2.1 Generalidades**

Ao longo da vida de um edifício são, frequentemente, detectadas insuficiências ou desajustamentos do seu desempenho, face aos requisitos a que deveria obedecer. Estas insuficiências podem ser originadas no próprio edifício, devidas a erros de projecto ou de execução, resultantes da acção do tempo (deterioração, danificação), ou provocadas pela alteração de circunstâncias externas que originam um maior grau de exigência ou expectativa (Cóias, 2006).

Uma classificação sistemática das insuficiências das construções com a capacidade de abranger a globalidade das situações seria certamente difícil de conseguir e, provavelmente, pouco útil. Surgem, deste modo, classificações especializadas, com base na tecnologia e na tipologia das construções, nos materiais, etc. Assim, justifica-se a consideração separada dos edifícios antigos e dos edifícios recentes, cada uma com materiais, tecnologias e tipologias próprias (Cóias, 2006).

Diversos factores estão na origem da degradação dos materiais e, conseqüentemente, dos edifícios, quer sejam de construção antiga ou recente. Os edifícios antigos têm vindo a ser substituídos, pela população local, por outros mais modernos, sendo por isso deixados ao abandono, o que se traduz numa degradação progressiva do edifício ao longo do tempo (Luso et al, 2004).

Pretende-se, com este capítulo, abordar as patologias mais correntes nos edifícios (antigos e recentes) e as suas causas (de origem humana e não humana), os agentes de deterioração e, de forma sistematizada, a parte da construção e o tipo de materiais envolvidos.

### **2.2 Causas das Patologias**

A determinação das causas de patologias em edifícios habitacionais é tarefa bastante complexa. Nem sempre é possível identificar uma causa de forma única e clara, dada a grande variedade de elementos e materiais constituintes do edifício, as múltiplas funções que desempenham as

---

várias partes de um edifício e os elementos de construção que o integram, a complexidade do meio ambiente que envolve o edifício, os diversos tipos de actividades dos seus utentes e a actuação simultânea dos diversos agentes causadores (Paiva et al., 2006).

As anomalias podem ser classificadas quanto à sua causa em:

- Anomalias com origem humana;
- Anomalias de origem não humana ou de origem humana imprevisível.

### 2.2.1 Causas de Anomalias com Origem Humana

Os erros humanos podem ser muitos e variados e podem ocorrer durante as várias fases por que passa a construção de um empreendimento. As causas humanas são a maior fonte do aparecimento de anomalias na construção (Paiva et al., 2006).

No Quadro 2.1 enumeram-se os principais factos potencialmente geradores de anomalias muito comuns nos edifícios habitacionais associados às diferentes fases do processo de construção.

Quadro 2.1 – Principais factos potencialmente geradores de anomalias (Paiva, et al., 2006).

Fases	Causas
Utilização	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alteração das condições de utilização previstas, implicando, nomeadamente, o agravamento das acções consideradas no projecto</li> <li>- Remodelações e alterações mal estudadas</li> <li>- Degradação dos materiais (deterioração anormal por incúria na sua utilização)</li> <li>- Ausência, insuficiência ou inadequação de manutenção</li> <li>- Alterações das condições do contexto envolvente do edifício, não previstas no projecto (escavações importantes, novas construções, demolições de edifícios contíguos)</li> </ul>

### 2.2.2 Anomalias de origem não humana ou de origem humana imprevisível.

Para além da responsabilidade humana é possível identificar outras causas que estão na origem das anomalias. Estas podem ser divididas em três grandes grupos: acções naturais (físicas, químicas e biológicas), desastres naturais (p. ex. sismos, grande incêndio, etc.) e desastres devidos a causas humanas imprevisíveis (p. ex. fogo, explosão, etc.).

### 2.2.3 Agentes de deterioração

Para obter um correcto diagnóstico das anomalias e interpretação das suas causas, é muito importante identificar e caracterizar os principais agentes responsáveis pela deterioração dos elementos. Dos agentes de deterioração destacam-se a água, o gelo, os sais, as variações de temperatura, a poluição atmosférica e a biodeterioração.

#### Água

A água, sob diversas formas e através de diversos mecanismos, é o principal agente de deterioração. A Fig.2.1 juntamente com o Quadro 2.2 dão uma ideia das várias formas como a água penetra num edifício e dos vários mecanismos que levam à deterioração deste. O conhecimento das formas de manifestação das anomalias devidas à presença de água é essencial para a elaboração correcta de um diagnóstico (Cóias, 2006).

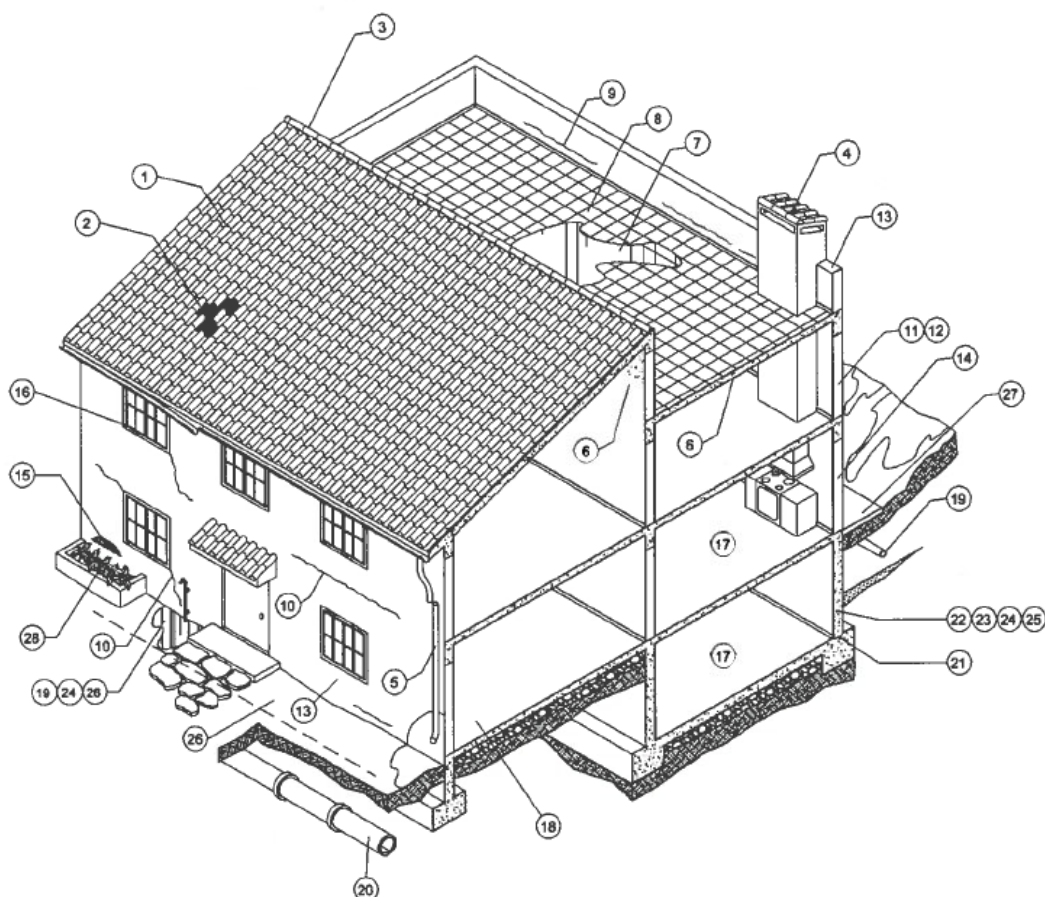


Figura 2.1 – Principais origens, vias de penetração e anomalias provocadas pela água nos edifícios (ver Quadro 2.2) (Cóias, 2006).

Quadro 2.2 - Principais origens, vias de penetração e anomalias provocadas pela água nos edifícios (Cóias, 2006).

N.º	Componente ou elemento –anomalias ou defeito	Origem	Forma de Ingresso
1	Cobertura inclinada –inclinação insuficiente, deformações (caso das estruturas de madeira), etc	Chuva	Batida pelo vento, gravidade
2	Cobertura inclinada – telhas partidas ou porosas	Chuva, água retida	Gravidade, capilaridade
3	Ausência ou insuficiência dos beirados	Chuva	Batida pelo vento, gravidade
4	Elementos salientes da cobertura – má pormenorização ou deficiências nos restantes	Idem	Idem
5	Sistema de drenagem da cobertura – ausência, deficiência ou falta de manutenção do algeroz tubo de queda, acessórios ou ligações	Idem	Idem, salpicos
6	Face interior de paredes e tectos – deficiente isolamento	Condensação	N.A.
7	Cobertura horizontal – pendentes ou sistema de drenagem deficientes	Chuva fortuita (empoçamento)	Gravidade
8	Cobertura horizontal – má execução	Chuva	Gravidade
9	Cobertura horizontal – má concepção ou execução dos pormenores (p.ex.: contorno, juntas, pontos singulares)	Chuva	Capilaridade, gravidade
10	Paredes - físsuras	Chuva, água retida	Idem
11	Paredes de contorno – pormenores construtivos deficientes	Chuva, água retida	Idem
12	Paredes – Execução deficiente	Água retida	N.A. (água de construção)
13	Paredes exteriores – rebocos porosos, refechamento de juntas deficiente	Chuva	Capilaridade
14	Paramentos exteriores – deficiente protecção	Chuva	Incidência directa, salpicos, capilaridade
15	Paredes – presença de sais	Higroscopicidade	
16	Caixilho – vidros partidos, empenos, estanquidade insuficiente, má concepção ou fabrico	Chuva	Batida pelo vento, capilaridade
17	Deficiente ventilação dos espaços	Condensação	N.A.
18	Pavimento térreo – ausência de caixa-de-ar ventilada, impermeabilização	Solo	Capilaridade, subpressão
19	Canalizações enterradas – fuga, rotua	Fortuita	Capilaridade
20	Redes de abastecimento de água (quentes, frias, incêndio) e de saneamento – fuga	Fortuita	Idem
21	Junta de trabalho – deficiente pormenorização ou execução	Chuva, solo	Gravidade

N.º	Componente ou elemento –anomalias ou defeito	Origem	Forma de Ingresso
22	Paredes enterradas – defeitos de execução (chochos, juntas, fissuras)	Chuva, solo, higroscopicidade	Infiltração
23	Fundação, base da parede – ausência de esgoto pluvial	Chuva	Capilaridade
24	Idem – ausência de drenagem circundante	Chuva, solo	Capilaridade, subpressão
25	Idem – ausência de barreira impermeável	Chuva, solo	Idem
26	Idem – ausência de faixa impermeabilizada	Chuva	Idem
27	Idem – deficiente inclinação da faixa impermeabilizada	Chuva	Gravidade, Capilaridade
28	Floreiras ou canteiros – concepção e/ou manutenção deficientes	Solo, rega	Idem

### Variações de temperatura

As variações de temperatura provocam fenómenos de dilatação e contracção que, causando variações dimensionais, se designam por movimentos térmicos. É assim criada uma sucessão de tensões de sentido inverso que, dependendo da capacidade resistente dos materiais, pode levar ao desenvolvimento de fissuras ou fracturas.

A variação da temperatura na face exterior dos elementos construtivos é maior do que a que ocorre no interior. É frequente a existência de uma diferença importante entre a temperatura superficial e aquela que se verifica a poucos centímetros de profundidade. Consequentemente, pode ocorrer o agravamento dos fenómenos de degradação na zona superficial, nomeadamente nos elementos construtivos com revestimento.

A amplitude de variação da temperatura, bem como o intervalo de tempo em que ocorre, são importantes elementos de análise, na medida em que, quanto maior for a amplitude e menor o intervalo de tempo, maior é o risco de ocorrência de fenómenos de degradação, uma vez que serão mais expressivos e frequentes os movimentos térmicos.

As amplitudes térmicas, quando associadas a agentes químicos, provocam a deterioração dos elementos da construção. A este factor tem sido atribuída a fractura de painéis de alvenaria com dimensões apreciáveis (Gonçalves, 2004).

### O gelo/degelo

A degradação relacionada com a humidade e a sua combinação com a variação de temperatura consiste no fenómeno de gelo/degelo. A congelação da água presente nos materiais origina um aumento de volume, seguindo-se uma contracção no degelo. Ciclos continuados destes

fenómenos dão origem ao envelhecimento precoce dos materiais, podendo ainda implicar o desenvolvimento de fissuração ou fendilhação.

A resistência dos materiais aos ciclos gelo/degelo depende essencialmente da sua porometria. Os materiais com poros de maiores dimensões terão maior capacidade para resistir ao aumento de volume da água quando esta passa do estado líquido ao estado sólido (Gonçalves, 2004).

### **Presença de sais solúveis**

A cristalização dos sais solúveis é um dos principais mecanismos da degradação dos materiais de construção porosos, tais como as pedras. Este mecanismo de deterioração é baseado na pressão exercida pela formação de sal nas estruturas porosas, com aumento de volume, e é dependente do tipo de sais envolvidos e do tamanho e arranjo dos poros (Cóias, 2006).

Os sintomas de degradação, ao nível dos revestimentos, incluem alterações superficiais (eflorescências ou manchas), fendilhação, formação de crostas, separação dos materiais da alvenaria em camadas (delaminação, esfoliação, destacamento de camadas de aplicação dos rebocos), perda de coesão (pulverulência, por exemplo, de elementos de tijolo cerâmico ou de pedra, arenização de argamassas) ou formação de vazios (como a alveolização) (Freitas et al., 2008).

### **Poluição atmosférica**

Actualmente, nos centros urbanos, os ataques mais graves são provocados pelos gases da poluição automóvel e das actividades industriais. As características topográficas e as condições meteorológicas influem fortemente sobre a dispersão e o transporte dos poluentes, tanto à escala local como a grandes distâncias. O vento favorece a dispersão horizontal das fontes de substâncias emitidas. A variação de temperatura do ar, ela própria dependente da do solo, influencia, por seu turno, o movimento vertical e, por conseguinte, a capacidade de dispersão dos poluentes (Ferreira, 2010).

O dióxido de enxofre e as partículas sólidas são dos poluentes mais directamente responsáveis pela degradação dos materiais. Este elemento químico exerce também alguma acção agressiva sobre alguns materiais, estando na origem da carbonatação das construções de betão armado. O dióxido de carbono na presença de água provoca a diminuição de coesão de determinadas zonas da pedra, bem como a sua resistência, tornando o material interior da pedra pulverulento e desagregado. As pedras mais afectadas são os calcários e os carbonatos de cálcio contidos noutro tipo de pedras (Gonçalves, 2004).



## **Biodeterioração**

Na biodeterioração incluem-se não só os estragos provocados por organismos microscópicos, mas também os causados pelas plantas superiores, pelos insectos, pelas aves e pelos mamíferos (como, por exemplo, os morcegos) (Ferreira, 2010).

Os materiais pétreos e a madeira são provavelmente os mais afectados pela deterioração biológica.

## **2.3 Patologias em Elementos Estruturais**

As anomalias decorrem quase sempre da conjugação de vários factores adversos, conjugação essa que pode dar-se simultaneamente no tempo ou surgir na sequência da acumulação de efeitos, provocando ou acentuando o processo de degradação. É o caso das anomalias ligadas à segurança estrutural em que, nas situações extremas de colapso, a conjugação de causas é normalmente de tal complexidade que se torna extremamente difícil estabelecer a sua enumeração completa e a respectiva hierarquização (Paiva et al., 2006).

Tendo em conta estas dificuldades, não se procura neste ponto estabelecer uma tipificação exhaustiva de causas das anomalias, mas antes identificar algumas anomalias correntes em elementos estruturais, como sejam, fundações, construções de alvenaria, estruturas de madeira, estruturas de betão armado e pavimentos.

### **2.3.1 Fundações**

As anomalias em edifícios associadas às fundações e às infra-estruturas são normalmente caracterizadas pela ocorrência de movimentos nos seus elementos de suporte. Estes movimentos podem ser verticais ou horizontais (os primeiros estão em princípio associados à acção do próprio edifício sobre o terreno enquanto os segundos estão predominantemente associados a movimentos do terreno por causas nem sempre directamente ligadas ao edifício, mas sobretudo à alteração das condições no contexto envolvente).

Nos elementos da infra-estrutura, as anomalias mais correntes estão ligadas às paredes de contenção de terras, sobretudo na fase de construção, e correspondem à ocorrência de deslocamentos excessivos, particularmente nas componentes horizontais.

As consequências dos movimentos das fundações sobre os edifícios estão directamente relacionadas com:

- a maior ou menor capacidade de deformação da estrutura;
- a maior ou menor diferenciação dos movimentos entre pontos distintos da fundação.

Para além dos aspectos gerais causadores de anomalias referidos no ponto 2.2, podem ainda ocorrer alterações das condições preexistentes aquando da elaboração do projecto e da execução da obra de construção passíveis de gerar anomalias nas fundações e infra-estruturas. Estas alterações podem respeitar ao próprio edifício (p. ex. a ocorrência de vibrações geradas no próprio edifício, etc.), ao terreno de fundação (p. ex. a ocorrência de movimentos globais dos maciços de fundação, etc.) ou à área envolvente (p. ex. a realização de novas construções, etc.).

Podem verificar-se anomalias por observação das fundações, através da abertura de poços, nomeadamente:

- fendilhação vertical distribuída ao longo da fundação, devida a corrosão de armaduras;
- fendilhação a 45°, devida a esforços de punçoamento;
- fendilhação horizontal, por falta de rigidez da sapata;
- rotura de fundação, quer de betão armado quer de alvenaria de pedra, por assentamento diferencial.

Existem outros tipos de sinais visíveis em outros elementos da construção (paredes fendilhadas, lajes deformadas, pilares com betão fendilhado, etc.), que poderão indiciar as anomalias acima referidas ou outras nas fundações e na infra-estrutura (Paiva et al, 2006).

Quando há manifestação de fendilhação a 45°, distribuída por vários pisos do edifício e, em alguns casos, variando de orientação entre diferentes zonas em planta, tal pode ser indicador de que existem assentamentos diferenciais das fundações (Paiva et al, 2006).

### **2.3.2 Construção de alvenaria**

As alvenarias simples, devido às suas características, estão especialmente vocacionadas para resistir à compressão, tendo pequena capacidade para suportar esforços de flexão, de corte ou tracção.

Por esta razão, os tipos de anomalias de carácter estrutural mais comuns nas paredes de alvenaria são:

- Fendilhação (associada a acções que geram esforços, principalmente de tracção, contra os quais o material não tem capacidade para resistir);
- Esmagamentos localizados (geralmente têm um carácter local e coincidem com aplicação de cargas concentradas elevadas);
- Desagregações (essencialmente ligadas a alvenarias antigas, sobretudo de pedra não-aparelhada).

No Quadro 2.3 apresentam-se as principais anomalias e suas causas em paredes de alvenaria.

Quadro 2.3 – Principais anomalias e respectivas causas em paredes de alvenaria

Anomalia	Causa
Fendilhação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impactos</li> <li>- Assentamentos de fundações</li> <li>- Vibrações</li> <li>- Sismos</li> <li>- Variações térmicas</li> <li>- Corrosão de elementos metálicos embebidos</li> <li>- Expansão da alvenaria por acção da humidade</li> <li>- Impulsos horizontais devidos ao abatimento de arcos ou abóbadas ou produzidos por estruturas inclinadas sem travamento.</li> </ul>
Esmagamentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sobrecargas</li> <li>- Adopção de disposições inadequadas na descarga de vigas em paredes</li> <li>- Heterogeneidade das paredes, constituídas por panos com características mecânicas diferenciadas e sem ligação adequada entre panos</li> <li>- Eliminação ou aberturas de grandes vão em paredes estruturais sobrecarregando os outros elementos</li> </ul>
Desagregações	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Expansão da parede por acção da humidade, que provoca a deterioração das argamassas e consequentemente a separação de alguns elementos superficiais (isto leva a que a capacidade resistente da alvenaria diminua, a espessura também diminua e ainda a possível criação de excentricidades na actuação dos esforços).</li> </ul>

### 2.3.3 Estruturas de madeira

Em Portugal, a utilização de madeira com funções estruturais fez-se sobretudo nos pavimentos e coberturas de edifícios, tendo sido progressivamente substituída pelo betão armado. Em certos edifícios antigos a madeira era também incorporada nas paredes, formando uma estrutura de contraventamento, correntemente designada por “gaiola” (Paiva et al, 2006).

A degradação por agentes biológicos (fungos e insectos), o aparecimento de fendas e deformações excessivas, são as anomalias mais usuais em estruturas de pavimentos e coberturas de madeira (Paiva et al, 2006).

O ataque por fungos (apodrecimento) ou por térmitas subterrâneas ocorre em madeiras humedecidas, como resultado de:

- Deficiente estanquidade à água da chuva de paredes ou coberturas;
- Ascensão capilar de água do terreno;
- Canalizações deficientes.

A madeira pode ainda ser deteriorada por carunchos (insectos que atacam geralmente a madeira seca). Este ataque pode dar-se em madeiras pouco duráveis, em condições favoráveis ao ataque e ainda na ausência de protecção adequada.

O aparecimento de fendas está geralmente associado à secagem da madeira. Outra causa, apesar de menos comum, que pode levar à fendilhação é a aplicação de esforços excessivos.

O desenvolvimento de deformações excessivas está associado a fenómenos de fluência da madeira. O ataque de insectos e de fungos de podridão pode também contribuir para a ocorrência de deformações excessivas, pela rotação dos apoios, pela diminuição de secções das peças estruturais ou, mesmo, pela eliminação da função estrutural de algumas destas peças ou deterioração das ligações (Paiva et al, 2006).

### 2.3.4 Estruturas de betão armado

As estruturas de betão armado são neste momento as mais usuais em Portugal. Mas, tal como os elementos estruturais descritos anteriormente, também no betão armado se manifestam situações anómalas, normalmente em “serviço”, tais como:

- Fendilhação com diversas orientações;

- Deformações excessivas, normalmente em pavimentos;
- Esmagamentos localizados no betão;
- Corrosão das armaduras ou desagregação nas superfícies por ataque químico ou físico.

### **Fendilhação**

A fendilhação em peças de betão armado é, até certo ponto, previsível e inerente à menor resistência do betão à tracção. Pode ocorrer devido a vários fenómenos (p. ex. retracção térmica, corrosão das armaduras, etc.).

### **Corrosão das armaduras ou desagregação nas superfícies**

A corrosão das armaduras inicia-se quando estas perdem a passivação, resultante da formação, no meio alcalino existente no betão, de uma fina película protectora (alguns nanómetros) de óxidos e hidróxidos ferrosos na superfície do aço. Esta perda está associada, frequentemente, ao fenómeno de carbonatação do betão (que corresponde à acção dos agentes de natureza química).

Para além destes, existem outros agentes responsáveis pela deterioração do betão armado, nomeadamente, agentes mecânicos, biológicos, físicos e decorrentes do uso.

### **2.3.5 Pavimentos**

Os vários tipos de pavimentos, para além das manifestações patológicas não estruturais que serão abordadas em 2.4, apresentam também patologias estruturais específicas:

- **Pavimentos de madeira, constituídos por vigas e tabuado** (p. ex. deformação acentuada, pavimento desnivelado, etc.);
- **Pavimentos de abobadilhas cerâmicas** (p. ex. fendas e abertura de juntas no intradorso das abobadas, etc.);
- **Pavimentos mistos** (p. ex. redução da secção dos elementos metálicos, etc.);
- **Lajes aligeiradas** (p. ex. fendas no estuque dos tectos, em correspondência com as juntas entre vigotas e blocos de cofragem, etc.);
- **Lajes maciças ou nervuradas de betão armado** (p. ex. deformação acentuada, destacamento do betão de recobrimento e corrosão das armaduras, etc.).

## **2.4 Patologias em Elementos Não Estruturais, Revestimentos e Acabamentos**

As patologias não-estruturais são, como o nome indica, as patologias que afectam os elementos da construção não-estruturais, os revestimentos e acabamentos dos edifícios.

Neste Capítulo abordam-se as anomalias mais correntes sistematizadas segundo a parte da construção a que se referem (Envolvente ou Interior).

### **2.4.1 Envolvente**

A envolvente compreende as partes de um edifício que estão expostas aos agentes climáticos, acções de choque e erosão, acção química da poluição e dos sais contidos nos materiais, na água e no solo (Cóias, 2006).

#### **Fachadas e paredes exteriores**

As fachadas e paredes exteriores em edifícios, apresentam um elevado número de tipologias bem como de revestimentos.

O acabamento da face exposta é, normalmente, feito com reboco sobre o qual se aplica uma pintura, ou então com revestimento de material cerâmico ou pedra.

Estando tão expostos, os revestimentos e as juntas são frequentemente os elementos cuja degradação ocorre mais depressa e de forma mais visível. Consequentemente, isto conduz a que mais prematuramente haja necessidade de intervenções de conservação e restauro (Veiga et al., 2004).

Nas fachadas e paredes exteriores as manifestações patológicas mais comuns são (Fig. 2.2):

- Fendilhação;
- Anomalias devidas à acção da humidade (principalmente, humidade do terreno, humidade de precipitação e humidade de condensação);
- Envelhecimento e degradação dos materiais, não imputáveis à humidade.

Dada a sua maior exposição, as varandas existentes nas fachadas colocam, frequentemente, problemas de estanquidade, de isolamento térmico e de conservação dos materiais.

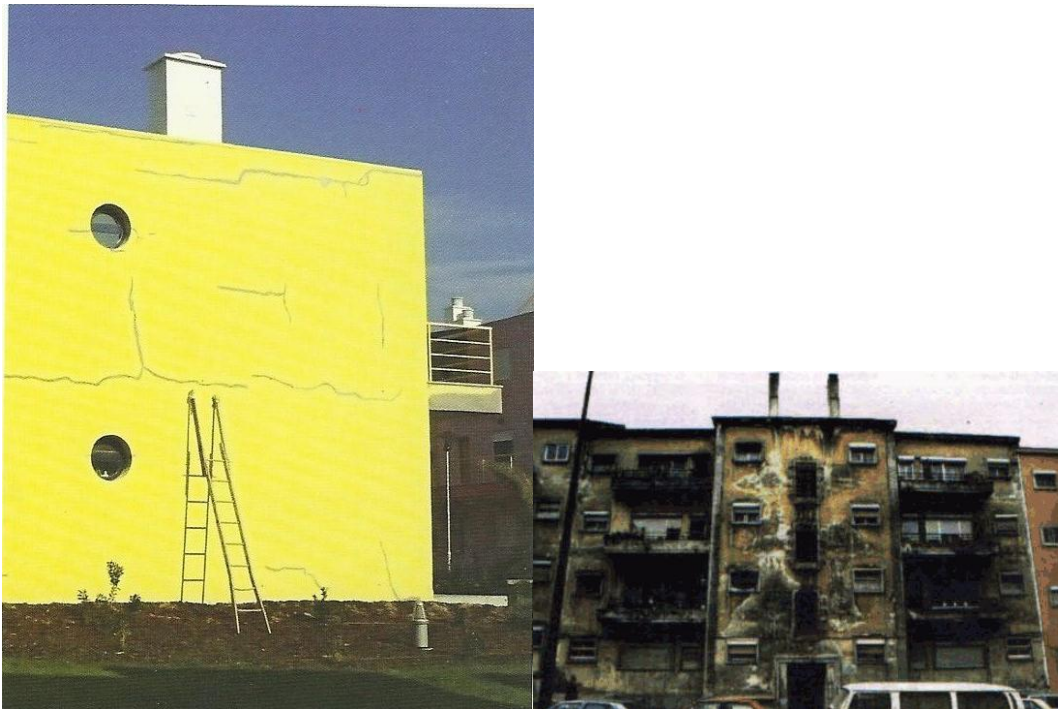


Figura 2.2 - Anomalias em fachadas e paredes exteriores (Reprodução de (Paiva, et al, 2006) e de (Ferreira, 2010).

### **Coberturas**

A cobertura reveste o topo do edifício, protege o seu interior das intempéries do ambiente exterior (como a neve, a chuva, o vento, entre outros), concede aos utilizadores privacidade e conforto (através de protecção acústica e térmica) e capta e distribui as águas pluviais (Cóias, 2006).

As coberturas dos edifícios podem ser de dois tipos:

- **Coberturas inclinadas** (coberturas com duas ou mais “águas”, revestidas normalmente com telha cerâmica, mas também com chapas ou placas metálicas);
- **Coberturas planas** (coberturas em terraço com estrutura resistente, camada de forma, camada de regularização, camada de difusão do vapor de água, barreira pára-vapor, revestimento impermeabilizante, isolamento térmico, camada de dessolidarização e protecção do revestimento impermeabilizante e acabamento final).

Erros no projecto ou na execução da cobertura podem ter reflexos muito negativos no edifício, tais como, baixa durabilidade, fraco conforto térmico e aparecimento de manifestações patológicas.

As manifestações patológicas mais comuns nas coberturas estão, na sua maioria, relacionadas com a entrada de água, através delas, para o edifício.

As anomalias mais comuns em edifícios com cobertura inclinada são (Figura 2.3) (Cruz & Aguiar, 2009):

- Fractura e deslocamento das telhas;
- Descasque das telhas por acção do gelo-degelo;
- Acumulação de lixos na cobertura (musgos e detritos);
- Aumento do peso da cobertura;
- Danificação dos sistemas de drenagem de águas pluviais.



Figura 2.3 – Anomalias em coberturas inclinadas (Reprodução de (Mendes da Silva, 2009) e de (Ferreira, 2010)).

A duração dos revestimentos impermeabilizantes pode ser drasticamente reduzida, sobretudo, por uma concepção deficiente, mas também pela má qualidade dos materiais ou da sua aplicação.

Os remates da impermeabilização nas paredes circundantes, ou à volta de tubagens ou outras saliências e soleiras das portas são pontos particularmente sensíveis.

As juntas de dilatação são, igualmente, locais susceptíveis de originar problemas, especialmente, se a sua concepção ou execução forem deficientes (Paiva et al., 2006).



Nas coberturas planas, as principais patologias ocorrem nas telas de impermeabilização, destacando-se (Figura 2.4):

- Fissuração;
- Perfuração;
- Formação de pregas;
- Empolamentos (sobre elevações da impermeabilização);
- Arrancamento (levantamento da impermeabilização).



Figura 2.4 – Anomalias em coberturas planas (Reprodução de (Mendes da Silva, 2009))

### **Portas exteriores e janelas**

Estes são elementos que constituem a caixilharia das fachadas dos edifícios. Um bom guarnecimento dos vãos, não só tem reflexos no conforto térmico, como também no conforto acústico, para além de ter um papel importante na redução do consumo de energia (aquecimento e arrefecimento).

Antigamente, o material mais usado em portas e janelas era a madeira. Nos nossos dias, além desta recorre-se também frequentemente ao uso do PVC e do alumínio.

As anomalias mais comuns estão directamente relacionadas com a degradação dos materiais que constituem as portas e janelas (madeira, metais, pedra), nomeadamente:

- Má vedação à água e ao ar;

- Mau funcionamento;
- Empenos e prisões;
- Deterioração precoce;
- Envelhecimento e degradação dos materiais não imputáveis à humidade;
- Mau isolamento do calor e do som;
- Baixo nível de protecção contra a intrusão.

#### **2.4.2 Interior**

A presença de agentes de deterioração, particularmente de água, e a própria utilização (frequentemente desadequada) do edifício conduz à deterioração, mais ou menos rápida, dos revestimentos, acabamentos e componentes interiores (Ferreira, 2010).

##### **Entradas e zonas comuns interiores**

Fazem parte desta secção as áreas anexas, escadas, caves, garagens, sótãos e outras partes comuns. As principais anomalias de entrada e acessos são a falta de resistência ao uso e ao desgaste dos revestimentos dos pavimentos e paredes (Ferreira, 2010).

Nas caves, arrecadações e garagens os principais problemas são a estanquidade das zonas enterradas e a durabilidade dos materiais de revestimento, além da ventilação/renovação do ar (Ferreira, 2010).

##### **Cozinhas e casas de banho**

Trata-se de divisões que têm em comum a presença de equipamentos e instalações essenciais para o dia-a-dia, envolvendo a utilização de água, um importante agente de deterioração. Os principais problemas estão associados às fugas e infiltrações de água (que podem afectar também, os compartimentos vizinhos), à condensação de humidade, à deficiente ventilação, à reduzida durabilidade do equipamento e ao deficiente isolamento acústico (Ferreira, 2010).

##### **Tectos, pavimentos, paredes e caixilharia interior**

Os tectos e pavimentos constituem as duas superfícies dos diversos pisos do edifício. Os pavimentos separam horizontalmente os andares de um mesmo edifício, servindo de apoio aos ocupantes do edifício assim como a tudo o que dentro dele se encontra. Os materiais de revestimento dos pavimentos mais utilizados são as madeiras, os cerâmicos e as pedras. As

paredes interiores delimitam os vários compartimentos de cada piso, e também podem revestir-se de madeira ou de cerâmica.

Os principais problemas são (Ferreira, 2010):

- A deterioração precoce dos revestimentos;
- A presença de humidade;
- O envelhecimento dos materiais;
- O deficiente isolamento acústico e térmico (particularmente, nos edifícios dotados de sistemas de aquecimento);
- A presença de fendilhação associada a movimentos estruturais.

## **2.5 Patologias em instalações hidráulicas**

As instalações prediais de abastecimento de água, de combate a incêndios e de drenagem originam uma grande parte dos problemas presentes nos edifícios.

Os erros cometidos, tanto em projecto como na construção das instalações traduzem-se, em regra, em significativos factores de desconforto (ruídos, odores, etc.), em durabilidades reduzidas (roturas, avarias frequentes, etc.) e em problemas de humidades, obrigando a intervenções que, muitas vezes, têm custos significativos e provocam muito incómodo.

Apesar da maior incidência das patologias estar associada ao conforto dos utilizadores (deficiência de pressão, ruído, entre outros), os defeitos como a rotura da canalização, ou a má ligação entre as tubagens são os que causam maiores preocupações, já que, para além de alterarem o normal funcionamento da rede de abastecimento, podem também danificar os elementos construtivos adjacentes. Estes aspectos são agravados, com frequência, pela dificuldade de acesso dos problemas (Silva-Afonso, 2004).

Apesar de estarem na base da maioria das patologias em edifícios, as instalações prediais de águas e esgotos raramente ultrapassam o valor de 5% do custo total da obra, não fazendo qualquer sentido a pouca atenção que é dada a esta componente das edificações (Silva-Afonso, 2004).

Este tema será aprofundado no Capítulo 3.

### 3 PATOLOGIAS EM INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

Pretende-se com este capítulo aprofundar um pouco mais a temática “Patologias em instalações hidráulicas”, onde se procederá à apresentação dum conjunto de problemas e suas causas nos sistemas prediais de distribuição e drenagem de águas.

#### 3.1 Instalações de Abastecimento de Águas

Nos sistemas prediais de abastecimento de água surgem com alguma frequência manifestações patológicas, principalmente em edifícios antigos. Estas manifestações devem-se muitas das vezes a fenómenos de envelhecimento natural e/ou prematuro destes sistemas, a eventual inadequação a novas exigências regulamentares e de conforto (quer dos materiais, quer dos equipamentos instalados) e à ausência de adequada manutenção ao longo da vida útil do sistema (Paiva et al., 2006).

Estes fenómenos tornam-se mais graves pelo facto de as tubagens de abastecimento de água existentes na maior parte dos edifícios serem embutidas, o que torna difícil avaliar o seu estado de conservação e também as anomalias existentes (Paiva et al., 2006).

Grande parte das anomalias existentes pode ser dividida em três grupos (Paiva et al., 2006):

- Anomalias derivadas da perda de estanquidade do sistema de tubagem e seus acessórios;
- Anomalias causadas pela acumulação de depósitos de calcário (incrustações);
- Anomalias causadas pela má concepção da instalação.

##### 3.1.1 Perda de estanquidade

As patologias derivadas da perda de estanquidade do sistema de tubagem manifestam-se normalmente:

- Em manchas de humidade persistentes (Figura 3.1) e no consumo de água excessivo sem explicação, no caso de tubagens embutidas;

- Através de exsudações nas zonas afectadas e derrames para os pavimentos, no caso de tubagens instaladas à vista.



Figura 3.1 – Exemplo de manchas de humidade devido a perda de estanquidade de tubagens embutidas. (Reprodução de (Dicas Caseiras, 2013)).

A perda de estanquidade de tubagens do sistema predial pode ser dividida em dois grupos, dependendo do tipo de material da tubagem (metálicas ou termoplásticas).

#### **Perda de estanquidade em tubagens metálicas**

Neste tipo de materiais, a perda de estanquidade deve-se principalmente a fenómenos de corrosão, inadequada ligação entre os diversos elementos das instalações e cedência das juntas, provocada por assentamentos diferenciais dos elementos de construção.

Os fenómenos de corrosão podem ter origem no interior ou exterior das tubagens, como ilustram as figuras seguintes (Figura 3.2 e Figura 3.3).

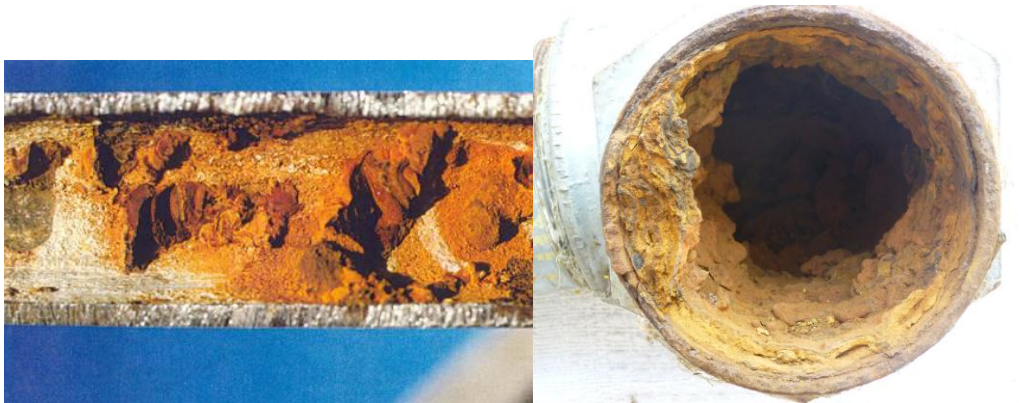


Figura 3.2 – Corrosão com origem no interior (Adaptado de (Pedroso, 2006)).



Figura 3.3 – Corrosão com origem no exterior (Adaptado de (Pedroso, 2006)).

O desempenho dos componentes metálicos usados na construção e, em particular, nos sistemas prediais de águas é condicionado principalmente pela resistência à corrosão do metal que os constitui. Verifica-se, portanto, que a corrosão é a principal causa de degradação destes materiais, conduzindo à ocorrência de falhas em serviço e, em alguns casos, à deterioração do meio envolvente (Fontinha & Salta, 2007).

As perdas de estanquidade nas tubagens metálicas estão associadas a diversos tipos de corrosão, em função do tipo de material que as constitui, da forma como está instalada a rede predial, das características químicas da água transportada e ainda da temperatura da água. Existem vários tipos de corrosão devido ao contacto com diversos meios: atmosfera, água, argamassas.

Um tipo de corrosão muito frequente em tubagens metálicas ocorre quando dois metais de nobrezas diferentes estão em contacto, em que o metal de menor nobreza sofre corrosão acelerada na zona de contacto (corrosão bimetálica (Figura 3.5)).

A designada corrosão por *arejamento diferencial* é um tipo de corrosão muito frequente em tubagens metálicas em edifícios e ocorre quando o mesmo elemento metálico tem zonas simultaneamente em contacto com meios de pH diferente, de desigual humidade ou temperatura, ou de concentrações diferentes de agentes activos, como o oxigénio.

Atendendo ao modo como se origina e progride a corrosão, e ainda ao aspecto resultante, podem ser considerados vários outros tipos de corrosão que afectam os componentes metálicos dos edifícios (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. Pode derivar dos outros tipos de corrosão e está muito associada à presença de cloretos ou de microorganismos 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 3.4).

**Corrosão intergranular** – Corrosão que se desenvolve nos limites dos grãos cristalinos, com uma progressão semelhante à formação de fissuras, tendo como consequência a desagregação da liga e a perda de propriedades mecânicas.

**Deszincificação** – Corrosão selectiva do zinco (em latões), que provoca a diminuição da resistência mecânica do metal.

**Corrosão erosão** – Corrosão localizada que se desenvolve em consequência da erosão de películas protectoras, provocada pelo movimento de um fluido (ex. erosão no revestimento de zinco das tubagens de aço galvanizado).

**Corrosão sob tensão** – Resulta da acção conjunta da corrosão e de tensões de tracção no metal. A corrosão inicia-se na superfície e propaga-se através da rede cristalina para o interior do metal na forma de fissuras.

Os metais mais usados em redes de distribuição de água são o aço galvanizado, o aço inoxidável, o cobre e o latão (em acessórios). Em Portugal, o metal mais aplicado em tubagens é o aço inoxidável apesar de, até há quinze anos atrás, o aço galvanizado ser o metal mais usado. O chumbo foi banido devido à toxicidade que transmitia à água. O cobre é usado essencialmente em circuitos de água quente e em sistemas de aquecimento.

Representa-se no Quadro 3.1 os principais tipos de corrosão que afectam as tubagens e respectivos acessórios destes metais e os danos daí resultantes.

Quadro 3.1 – Tipos de corrosão e danos mais comuns em redes de distribuição de água.  
(Fontinha & Salta, 2007)

<b>Tipos de corrosão</b>	<b>Aço Galvanizado</b>	<b>Aço Inoxidável</b>	<b>Cobre</b>	<b>Latão</b>	<b>Consequências</b>
Uniforme	X	-	X	X	- Perda de espessura - Alterações das propriedades mecânicas -Roturas -Entupimentos
Picadas	X	X	X	-	
Intersticial	X	X	X	X	
Bimetálica	X	-	-	-	
Erosão	-	-	X	X	
Deszincificação	-	-	-	X	
Metais dissolvidos	Zn, Pb, Fe, Cd	Fe, Cr, Ni	Cu	Zn, Cu	Alteração da qualidade da água: Cor/sabor/composição



Figura 3.4– Corrosão intersticial (Adaptado de (Pedroso, 2006).





Figura 3.5 – Corrosão bimetálica (Adaptado de (Paiva et al., 2006)).

### **Perda de estanquidade em tubagens termoplásticas**

As tubagens termoplásticas são, hoje em dia, as mais utilizadas em distribuição de águas, devido principalmente à sua flexibilidade e baixo custo.

Às tubagens de materiais termoplásticos estão por vezes associados fenómenos de envelhecimento prematuro e de redução das suas características iniciais de resistência mecânica, com a conseqüente eclosão de perdas de estanquidade, por inadequação do polímero que as constitui para funcionar a determinadas temperaturas. A exposição destas tubagens à acção dos raios ultravioletas, sem que estejam protegidas com um revestimento (ex. pintura) e, por outro lado, o aquecimento dos tubos para obter a sua deformação usando maçaricos de chama, faz com que a estrutura molecular dos polímeros seja fragilizada, levando muitas vezes à sua perda de estanquidade e posteriormente ao aparecimento de patologias ((Paiva et al., 2006) e (Pedroso, 2003)).

Quando não se tem em conta o elevado coeficiente de dilatação térmica deste tipo de tubagens através de implementação de medidas que possibilitem a variação linear destas, as tubagens fiquem sujeitas a tensões muito elevadas, o que pode provocar a sua rotura (Figura 3.6).



Figura 3.6 – Ruptura de tubagem multicamada, por excesso de pressão (Cotrim & Russo, 2009).

### 3.1.2 Acumulação de incrustações

A incrustação de calcário em tubagens de abastecimento de água com alguns anos é uma situação normal, mas, ao assumir proporções significativas, conduz à redução das secções de passagem, o que se traduz muitas vezes em deficientes níveis de fornecimento, com reduções acentuadas nos níveis de caudal e/ou pressão.

A produção de depósitos de calcário (Figura 3.7) aumenta significativamente com a dureza e temperatura da água (sobretudo quando a temperatura é superior a 60°C). As temperaturas elevadas são uma das causas que promovem a ocorrência de fenómenos de corrosão referidos em 3.1.1, uma vez que os depósitos calcários formados a estas temperaturas tendem a ser irregulares e porosos (causam corrosão por arejamento diferencial). No caso dos tubos de aço galvanizado pode dar-se a designada “inversão de potencial” entre ferro e o zinco, que deixa de proteger o aço (Paiva, et al., 2006).



Figura 3.7 – Tubagem com incrustação de calcário (Reprodução de (Urgences & Dépannages, 2013)),

### 3.1.3 Má concepção da instalação

Grande parte das anomalias existentes ao nível das instalações de abastecimento de água tem como causa a má concepção da instalação. Deficiências no abastecimento (em termos de pressão e caudal) e na produção e distribuição de água quente bem como o ruído são algumas das consequências de uma má concepção da instalação.

#### Deficiências no abastecimento (pressão e caudal)

As deficiências no abastecimento em termos de pressão e caudal ocorrem, geralmente, nos pisos mais elevados dos edifícios, e poderão estar associadas a:

- Uma incorrecta determinação nos projectos das características de desempenho dos elementos elevatórios e/ou sobrepessores;
- Uma alteração das condições iniciais do fornecimento por parte das entidades gestoras dos sistemas públicos de abastecimento;
- A uma deficiente ponderação dos consumos e das características físicas do edifício por parte do projectista.

#### Deficiências na produção e distribuição de água quente

A má concepção e dimensionamento do sistema destinado à produção e distribuição de água quente provoca deficiências no seu fornecimento. Tal deve-se ao facto de muitas vezes não se definirem bem as necessidades previsíveis dos utentes (função da temperatura da água distribuída, dos caudais instantâneos e do volume de água quente a disponibilizar). Estas

deficiências são geralmente materializadas por acentuadas variações de caudal e de temperatura nos pontos de distribuição.

### **Ruído**

O ruído em instalações de abastecimento é uma patologia muito presente nos edifícios, estando, grande parte das vezes, associado à má concepção das instalações. Uma das causas de ruído acontece, por exemplo, quando a água circula a velocidade excessiva e/ou pressões elevadas provocando vibrações que se propagam através da água e das tubagem a elevadas velocidades.

Quando a rede alimenta dispositivos de utilização de fecho brusco (ex.: fluxómetros), ou quando se dá a paragem de um elemento de bombagem, se a tubagem horizontal de alimentação ou de descarga é de pequeno diâmetro, a velocidade da água aumenta, propiciando a ocorrência de fenómenos de choque hidráulico (golpe de aríete).

As mudanças bruscas de diâmetro, bem como a existência de singularidades nas redes (acessórios de ligação entre troços de tubagens), são causadoras de turbulências no escoamento e fenómenos de cavitação, com a consequente produção de ruídos.

A inexistência de juntas de dilatação em tubagens sujeitas a significativos gradientes térmicos (tubagens destinadas ao transporte de água quente), dá lugar a variações das dimensões das tubagens, com o consequente reajustamento no posicionamento acompanhado da produção de ruídos.

Quando o ar arrastado no interior das tubagens se acumula nos pontos altos das redes provoca, devido à sua compressibilidade, perturbações no escoamento, o que conduz à produção de ruídos.

As instalações elevatórias e/ou sobressoradoras podem, por vezes, ao entrarem em funcionamento, transmitir vibrações, quer às canalizações quer ao edifício, com a consequente produção de ruídos.

Alguns aparelhos e dispositivos de utilização são frequentemente fonte de produção de ruído.

### **3.2 Instalações Hidráulicas de Combate a Incêndios**

O facto de os sistemas de combate a incêndio e os sistemas de abastecimento de água funcionarem sob os mesmos princípios, através de uma rede de canalização que escoar água desde a fonte de alimentação até ao dispositivo de abastecimento, faz com que os defeitos associados a estes dois tipos de sistemas sejam idênticos.

As diferenças existentes entre os dois tipos de sistemas residem essencialmente no facto de os sistemas de combate a incêndio terem um uso bastante menos regular, o que pode ocasionar alguns defeitos relacionados, por exemplo, com o entupimento precoce das tubagens ou com mau funcionamento dos dispositivos. Pode igualmente aferir-se que existem patologias, principalmente as que estão associadas às tubagens e à sua montagem e utilização, comuns aos dois tipos de sistemas referidos.

As anomalias nestas instalações podem ser divididas em três grupos:

- Anomalias derivadas da perda de estanquidade do sistema e seus acessórios;
- Anomalias derivadas do deficiente escoamento;
- Anomalias causadas pelas deficiências do sistema e dispositivos.

#### **3.2.1 Perda de Estanquidade**

Nas instalações hidráulicas de combate a incêndios, a perda de estanquidade deve-se, basicamente, aos mesmos fenómenos descritos para as instalações de abastecimento de águas, manifestando-se através de infiltrações ou derrames no pavimento.

#### **3.2.2 Deficiente Escoamento de Água**

Apesar de existirem vários tipos de patologias comuns, as suas causas podem não ser iguais. Assim, verifica-se, por exemplo, que um deficiente escoamento de água numa rede de combate a incêndio pode ter a sua origem no congelamento do líquido (a água utilizada poderá estar armazenada em tubagens instaladas em locais não aquecidos, podendo atingir temperaturas negativas), o que é mais difícil que aconteça num sistema de abastecimento de água.

O deficiente escoamento de água tem como principais causas o mau dimensionamento da rede e do sistema de bombagem em projecto, o entupimento das tubagens, alterações das condições de pressão impostas, a ausência de uso do sistema, a falta de manutenção e, como referido acima, o congelamento do líquido.

Esta anomalia pode-se manifestar através de ruído, vibrações das tubagens, deficiente abastecimento dos dispositivos e ainda pela acumulação de ar no interior das tubagens.

### **3.2.3 Deficiências do Sistema e Dispositivos**

Os métodos de combate a incêndios comportam um sistema de extinção automático que depende da detecção de fumo para ser activado. A activação do sistema pode ser feita com recurso a detectores, ou directamente através dos *sprinklers*. A inoperância dos meios de detecção é uma patologia que se pode associar aos sistemas de combate a incêndio e que assume alguma gravidade, na medida em que fica inutilizado um meio importante de combate.

Os dispositivos de combate a incêndios estão sujeitos ao aparecimento de anomalias, e estas manifestam-se, através de ruídos, vibrações do sistema e por dificuldades no seu uso. Estas anomalias têm como causas a ausência de uso e manutenção dos dispositivos, a fraca qualidade do sistema e os actos de vandalismo, pelo facto dos mecanismos utilizados no combate a incêndio poderem ser instalados em locais públicos.

## **3.3 Instalações de Drenagem de Águas Residuais**

As anomalias mais frequentes nas instalações de drenagem de águas residuais domésticas podem ser divididas em três grupos (Paiva et al., 2006):

- Anomalias causadas pela perda de estanquidade do sistema de tubagem e seus acessórios;
- Anomalias causadas pela obstrução das componentes da instalação;
- Anomalias causadas pela má concepção da instalação.

### **3.3.1 Perda de estanquidade**

Relativamente às anomalias causadas pela perda de estanquidade nas instalações de drenagem de águas residuais domésticas, pode-se fazer um paralelo com grande parte do que foi referido em 3.1.1.

Os fenómenos patológicos manifestam-se normalmente, no caso de tubagens embutidas, através de manchas de humidade persistentes nos paramentos dos elementos de construção próximos das zonas afectadas. No caso de tubagens instaladas à vista, câmaras de inspecção e

caixas de reunião, manifestam-se através de exsudações nas zonas afectadas e derrames para os pavimentos.

### **3.3.2 Obstrução das componentes da instalação**

Verificam-se com alguma frequência situações de obstrução dos sistemas de drenagem de águas residuais domésticas. Estas ocorrem maioritariamente por uso inadequado dos sistemas pelos utentes que lançam objectos não adequados para o seu interior (por ex.: fraldas, pensos higiénicos, chinelos, etc.).

As perturbações de funcionamento causadas pela obstrução das canalizações manifestam-se essencialmente na impossibilidade de descarga dos equipamentos sanitários ligados à canalização ou no refluxo da descarga de um dado equipamento através do ralo de pavimento, da tampa da caixa sifónica ou de outros equipamentos ligados à mesma canalização

A retenção de efluentes sólidos e de gorduras está ligada à natureza do efluente, a acidentes de percurso e à rugosidade das canalizações (existente ou agravada pela corrosão), para além de deficiências originais da rede, relacionadas, por exemplo, com pendentes excessivamente baixas.

### **3.3.3 Má concepção da instalação**

O mau dimensionamento do sistema de drenagem de águas residuais pode dar origem a problemas de obstrução das canalizações, ao aparecimento de ruídos e a maus odores.

#### **Ruído**

O deficiente dimensionamento dos tubos de queda, através da adopção de taxas de ocupação inadequadas, poderá ocasionar a formação de tampões, os quais rebentam devido às variações de pressão verificadas, dando origem a descargas ruidosas.

Quando o calibre dos sifões instalados é superior ao dos ramais de descarga, ocorrem depressões no escoamento, originado a produção de ruídos.

A utilização de tubagens de materiais muito rígidos, de elevada rugosidade e traçados sinuosos conduz à eclosão de ruídos de choque e ressonância.

A inadequada instalação, quer dos aparelhos sanitários, quer das tubagens, fixados rigidamente aos elementos de suporte e aos elementos estruturais atravessados, conduz inevitavelmente à transmissão e à propagação de ruídos aos edifícios.

O facto das instalações elevatórias estarem ligadas rigidamente às canalizações e ao edifício, pode levar à transmissão de vibrações quando entram em funcionamento.

### **Maus odores**

Durante as descargas dos aparelhos sanitários ocorrem, por vezes, fenómenos que conduzem à destruição total ou parcial do fecho hídrico dos sifões, fenómenos esses que podem ocasionar a passagem de odores desagradáveis do sistema de drenagem para o interior dos edifícios.

Quando se verifica a descarga de um aparelho sanitário, ocorre a formação de um tampão no respectivo ramal de descarga, o qual provoca uma aspiração, ocasionando uma redução da altura do fecho hídrico do sifão, dando origem à obstrução dos sistemas de drenagem de águas residuais domésticas e conseqüentemente a maus odores. Este fenómeno, designado por auto sifonagem, é tanto mais intenso quanto menor for a secção do ramal, maior a sua dimensão linear e maior a sua inclinação. Também o traçado em perfil da secção do aparelho sanitário influencia a ocorrência deste fenómeno, especialmente na situação de escoamento de aparelhos de secção vertical côncava, uma vez que a descarga cessa abruptamente, ao contrário do que acontece nos aparelhos sanitários de base plana, onde a descarga se processa lentamente.

Apesar de interdita regulamentarmente a instalação de dois sifões num mesmo ramal (dupla sifonagem) é frequente em instalações de drenagem de águas residuais. Na situação em que a altura “a” é inferior à altura “b” (Figura 3.8), pode não se dar o escoamento completo da água contida no aparelho sanitário. Outra situação que também pode ocorrer em casos de dupla sifonagem é a destruição parcial do fecho hídrico do primeiro sifão (aquele que está instalado logo a jusante do aparelho sanitário) permitindo a passagem de ar viciado para o ambiente.



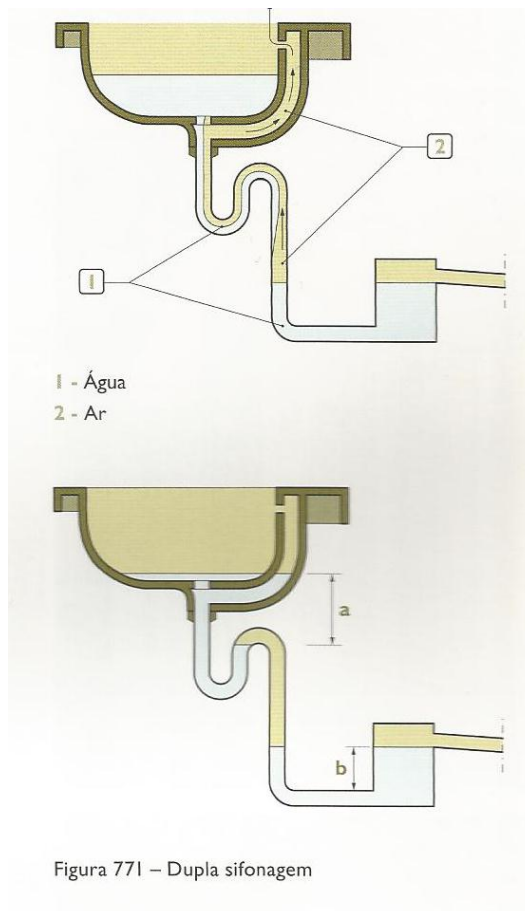


Figura 3.8 – Dupla sifonagem (Reprodução de (Paiva et al., 2006))

### 3.4 Instalações de Drenagem de Águas Pluviais

Em instalações hidráulicas de drenagem de águas pluviais, surgem também com alguma frequência manifestações patológicas.

As anomalias mais frequentes nas instalações de drenagem de águas pluviais podem ser agrupadas em três grupos (Paiva et al., 2006):

- Anomalias causadas pela perda de estanquidade do sistema de drenagem (tubos de queda e caleiras);
- Anomalias causadas pela obstrução das componentes da instalação;
- Anomalias causadas pela má concepção da instalação.

### 3.4.1 Perda de estanquidade

Relativamente à ocorrência de perda de estanquidade nos sistemas de drenagem de águas pluviais pode ser feito um paralelo com grande parte do que foi referido em 3.1.1. Nestes sistemas a perda de estanquidade está geralmente associada aos seguintes aspectos:

- Inadequada ligação entre elementos da instalação (entre caleiras e embocaduras dos tubos de queda, e entre estas últimas e os tubos de queda);
- Envelhecimento natural ou provocado (Figura 3.9);
- Entupimentos;
- Fenómenos de corrosão.



Figura 3.9 – Sistema de drenagem de águas pluviais degradado

Tal como foi analisado nos sistemas de drenagem de águas residuais domésticas, este tipo de anomalias manifesta-se principalmente, no caso de tubagens embutidas, através de manchas de humidade persistentes nos paramentos dos elementos de construção próximos das zonas afectadas. No caso de tubagens instaladas à vista, câmaras de inspecção e caixas de reunião, este tipo de anomalias manifesta-se através de exsudações nas zonas afectadas e por derrames no pavimento subjacente a essas zonas (Paiva et al., 2006).

### 3.4.2 Obstrução das componentes de instalação

Um dos principais casos de anomalias neste tipo de sistema de drenagem é a obstrução dos mesmos, causada por deficiente dimensionamento do sistema ou por entupimentos. Os problemas causados por má concepção são analisados em 3.4.3.

Os entupimentos nos sistemas de drenagem de águas pluviais devem-se fundamentalmente a entupimentos nos ralos de pinha aplicados nas embocaduras dos tubos de queda, geralmente por falta de manutenção das caleiras e algerozes. Os detritos que provocam esse entupimento derivam de materiais diversos transportados pelo vento, ou deixados por negligência por quem tem acesso aos mesmos (Figura 3.10). Esses detritos vão fazer com que a água se acumule e transborde as caleiras, extravasando muitas das vezes para o próprio edifício.



Figura 3.10 – Detritos acumulados em caleiras de recolha de águas pluviais (Pedroso, 2006).

### 3.4.3 Má concepção

Um deficiente dimensionamento dos tubos de queda mediante a adopção de taxas de ocupação inadequadas, tal como no caso das redes de drenagem de águas residuais domésticas, pode ocasionar a formação de tampões, os quais acabam por rebentar devido às variações de pressão verificadas, dando origem a descargas ruidosas.

Os ruídos de choque e de ressonância, bem como as vibrações, têm origem quando as tubagens são de materiais muito rígidos e de elevada rugosidade e quando as instalações têm traçados sinuosos.

O facto de as tubagens apresentarem rugosidades na superfície interna, faz com que as áreas adjacentes aos tubos de queda apresentem manchas de humidade.

## **4 ERROS CORRENTES NO PROJECTO E EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES PREDIAIS HIDRÁULICAS**

### **4.1 Introdução**

Erros no projecto e execução de instalações prediais hidráulicas são uma das grandes causas da manifestação de patologias em edifícios. Muitos dos erros e defeitos a este nível são de carácter sistemático.

Pretende-se, com este capítulo, apresentar alguns desses erros e defeitos e relacioná-los com as patologias descritas no terceiro capítulo.

Teve-se como base principal na realização deste capítulo, o curso realizado pela ANQIP (Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais) de “ERROS CORRENTES NO PROJECTO E EXECUÇÃO DE REDES PREDIAIS DE ÁGUAS E ESGOTOS”.

### **4.2 Erros e Defeitos na Fase de Projecto**

Os erros ou defeitos na fase de projecto podem ter origem na concepção da instalação e/ou do seu dimensionamento hidráulico, bem como na inadequada selecção de materiais e acessórios ou de equipamentos e dispositivos de utilização.

#### **4.2.1 Patologias Relacionadas com a Distribuição de Água**

##### **Deficiências na concepção e no dimensionamento das instalações**

As deficiências na concepção estão, muitas vezes, relacionadas com a falta de conhecimento adequado das variações e dos valores limite de pressões na rede pública à entrada da instalação.

As consequências de uma concepção, que não atenda devidamente a estes limites, traduzem-se em pressões excessivas ou insuficientes, podendo favorecer o aparecimento de roturas, agravar as fugas ou prejudicar o funcionamento de aparelhos e dispositivos de utilização (provocando avarias, reduzindo a sua durabilidade ou impedindo mesmo o seu adequado desempenho, como

sucedem no caso das torneiras termostáticas ou de certos equipamentos sanitários), conduzir ao sub ou sobre dimensionamento de grupos de pressurização, etc. (Silva-Afonso, 2004).

A omissão de elementos escritos e desenhados (p.ex. ausência de plantas de implantação referentes à rede de distribuição), origina problemas no processo de construção. A escolha de locais inadequados ou pouco esclarecedores dos contadores é outro dos erros de projecto.

O facto de o Regulamento Geral não estabelecer limites máximos para as velocidades de cálculo, variáveis com o diâmetro, leva a que se adoptem velocidades excessivas, causando problemas de ruído e de choque hidráulico.

A avaliação incorrecta das perdas de carga, principalmente as localizadas, pode contribuir para um inadequado dimensionamento hidráulico da instalação.

A inexistência de normas e regulamentos, em relação aos sistemas hidráulicos de combate a incêndios, tem como consequência a adopção de soluções diversificadas e, muitas vezes, pouco satisfatórias.

Entre as deficiências de concepção habituais, pode referir-se a falta de ventosas no topo das colunas secas ascendentes, a inexistência de bocas exteriores de alimentação directa (de recurso) das colunas húmidas e dos respectivos reservatórios de bombagem, a localização de carretéis em locais não apropriados e a adopção de modelos de sprinklers inadequados. Surgem muitas vezes ruídos e vibrações nos edifícios pela falta de implementação de medidas adequadas nos equipamentos de bombagem (p.ex. maciços de assentamento, etc.).

### **Seleção de materiais, acessórios, equipamentos e dispositivos de utilização**

A selecção errada de materiais e acessórios pode estar na origem de vários problemas na instalação, nomeadamente a escolha de materiais que têm resistências químicas, mecânicas e térmicas inadequadas, face às características do fluido a transportar e às condições consideradas para o assentamento.

Alguns dos erros mais comuns são:

- Materiais de nobrezas diferentes em contacto (especial atenção para o cobre);
- Suportes metálicos de nobrezas diferentes das tubagens que suportam;
- Condições erradas de assentamento de tubagens;

- Tubagens termoplásticas sujeitas a condições inadequadas face às suas características (p.ex. temperaturas elevadas, etc.);
- Utilização de materiais prejudiciais à saúde pública (p.ex. chumbo, etc.);
- Sub dimensionamento de equipamentos de aquecimento e de pressurização.

#### **4.2.2 Patologias Relacionadas com a Drenagem de Águas Residuais Domésticas e Pluviais**

##### **Deficiências na concepção e no dimensionamento das instalações**

Em relação aos sistemas de drenagem de águas residuais, o cumprimento das disposições estabelecidas no “Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais” poderá garantir, nas instalações correntes, um funcionamento minimamente correcto do sistema. Contudo, existem vários erros na concepção e dimensionamento destas redes.

A omissão de elementos escritos e desenhados, a ausência de plantas de localização (disposição das edificações e delimitação entre propriedades pública e privada) e a não colocação de câmaras de inspecção em domínio privado, constituem projectos incompletos que se traduzem em problemas no processo de construção.

Muitas vezes escolhem-se distâncias superiores a quinze metros na colocação de câmaras de inspecção sucessivas, o que é um erro, uma vez que dificulta o acesso para a manutenção da rede predial

É prática corrente escolherem-se ligações inviáveis nos tubos de queda, e ainda, não colocarem bocas de limpeza; usarem-se materiais de tubagem de natureza ou espessura inadequadas ou omissas em projecto ou adoptarem-se algumas vezes diâmetros inferiores aos mínimos regulamentares. Muitas vezes determinam-se também caudais de cálculo e taxas de ocupação desadequados.

Em projecto, o sistema de bombagem é, muitas vezes, inexistente ou inadequado e as instalações elevatórias não apresentam uma caracterização completa.

Quanto à ventilação, não se implementa a coluna de ventilação no extremo montante (colectores), subdimensiona-se as colunas e ramais de ventilação e não se coloca ventilação secundária (ou válvulas de admissão).

No que se refere às redes pluviais, é frequente adoptarem-se taxas de ocupação inadequadas o que provoca a formação de tampões, dando origem a descargas ruidosas.

### **Seleção de materiais, acessórios, equipamentos e dispositivos de utilização**

A incorrecta selecção de materiais nas redes de águas residuais e pluviais, tal como nas redes de abastecimento, leva a que a durabilidade da instalação fique comprometida. A selecção de materiais de resistências químicas, mecânicas e térmicas inadequadas, face às características do fluido a transportar e às condições consideradas para o assentamento, são erros muito comuns.

A utilização de tubos de PVC é frequente tanto em tubagens de drenagem de águas pluviais como residuais, no entanto, há aspectos que têm de ser considerados para evitar erros comuns. No caso das tubagens exteriores de drenagem de águas pluviais usa-se frequentemente tubos em PVC sem protecção ou pintura o que resulta numa durabilidade muito limitada. Nas tubagens de drenagem de águas residuais utilizam-se tubos de PVC da “série fria” (NP-1487), em troços onde se verificam temperaturas muito elevadas (p. ex. temperaturas de 90° C em esgotos de máquinas de lavar roupa).

Outro erro bastante comum é a selecção de grupos electrobomba inapropriados face à tipologia de águas a elevar.

## **4.3 Erros e Defeitos na Fase de Construção**

Na fase de construção podem surgir erros ou defeitos nas redes prediais de águas e esgotos, por não se respeitar as indicações do projecto, nomeadamente na montagem de tubos e acessórios e na instalação de equipamentos e de dispositivos de utilização.

### **4.3.1 Patologias Relacionadas com a Distribuição de Água**

#### **Montagem de tubos e acessórios**

Na montagem de tubos e acessórios observam-se vários erros, nomeadamente na ligação entre tubagens que muitas vezes é fraca, seja por soldadura (em que utilizam ligas inapropriadas) ou por acessórios de ligação (que são inadequados em termos mecânicos e/ou químicos).

Outro problema é o contacto das tubagens metálicas com as argamassas, os materiais de construção não inertes, os gessos e ainda com as zonas húmidas.



A falta de mangas no atravessamento de elementos estruturais ou divisórios, o atravessamento desses mesmos elementos com tubagens plásticas (que pode levar à rotura da tubagem) e a falta de juntas de dilatação em tubagens de água quente (pois existem tubagens com coeficientes de dilatação térmica relativamente elevados (p. ex. PPR)) constituem outra fonte de problema bastante comum.

A incorrecta implantação das tubagens pode ter repercussões graves, uma vez que a implantação de tubagens rígidas embutidas em pavimentos restringe contracções e dilatações das tubagens e a falta de dessolidarização entre tubagens e elementos de construção provoca vibrações por condução estrutural.

Muitas vezes substituem-se, em obra, a natureza dos materiais das tubagens, por exemplo:

- Substituição de materiais termoplásticos flexíveis por termoplásticos rígidos ou metálicos (PP-R por PEX, PEAD por PVC-C);
- Incorreções face às características dos fluidos a transportar (utilização de PEAD em redes de água quente).

Esta situação provoca vários problemas, desde discrepâncias ao nível das condições de assentamento das tubagens, a variações nas condições de escoamento (velocidades, pressão...).

Altera-se os diâmetros das tubagens, aumentando o diâmetro na alimentação individual dos dispositivos (o que provoca a diminuição de velocidades de escoamento e ocorrências de incrustações), ou diminuindo o diâmetro em ramais de distribuição e alimentação individual (o que origina o aumento de velocidades de escoamento e diminuição de pressão dinâmica).

Varia-se o número de dispositivos de utilização previstos em projecto, diminuindo o número de dispositivos de utilização (provocando a diminuição do caudal solicitado à rede predial) ou aumentando o número de dispositivos de utilização (provocando o aumento do caudal solicitado à rede predial, a insatisfação das necessidades de consumo exigidas à rede predial, a resposta insuficiente às solicitações na rede de água quente e a alteração dos coeficientes de simultaneidade, com risco de ocorrências de queimaduras dos utilizadores).

### **Instalação de equipamentos e de dispositivos de utilização**

Em relação aos dispositivos de instalação, muitas vezes não é assegurada a compatibilidade destes com as pressões máximas e mínimas que poderão verificar-se no local da sua instalação.

---

Isto porque existem dispositivos comercializados em Portugal para os quais é recomendado funcionarem a uma pressão de serviço inferior à máxima regulamentar (600 KPa) e outros que é recomendado funcionarem a uma pressão superior à mínima regulamentar (50 KPa), por exemplo, os fluxómetros.

Em relação a aparelhos de produção de água quente sanitária tem-se a tendência de os regular para temperaturas superiores a 55/66° C, o que favorece a formação de depósitos. Outro problema nestes equipamentos é a sua regulação para temperaturas propícias ao aparecimento de *Legionella*.

Os contadores são aparelhos que muitas vezes são instalados de uma forma inadequada o que gera vários problemas, quer aos próprios contadores e acessórios, quer à rede.

#### **4.3.2 Patologias Relacionadas com a Drenagem de Águas Residuais Domésticas e Pluviais**

##### **Montagem de tubos e acessórios**

Na montagem de tubos e acessórios realizam-se vários erros, enumerando-se de seguida alguns deles:

- Condições irregulares de ventilação da rede predial;
- Construção e implantação desadequadas de câmaras de inspecção;
- Ligações entre tubagens inapropriadas;
- Variação do número de aparelhos sanitários previstos em projecto;
- Alteração dos diâmetros das tubagens;
- Ausência de bocas de limpeza previstas em projecto;
- Alteração da natureza dos materiais das tubagens;
- Incorrecta separação de redes;
- Outros.

Condições irregulares de ventilação da rede predial:

- A abertura para o exterior da ventilação de tubos de queda de águas residuais ser realizada de forma não regulamentar.

Construção e implantação desadequadas de câmaras de inspecção:

- Escolha inadequada de dispositivos de fecho (escolha de classes desajustadas, inexistência de fecho hidráulico);
- Acabamento defeituoso da soleira (deixando arestas vivas, inclinações não regulamentares), leva a que haja estagnação das águas residuais;
- Incorrecto acabamento do corpo (ausência de vedação periférica das tubagens, deficiente estanquidade);
- Desrespeito pelo traçado descrito no projecto (eliminação de câmaras projectadas, alteração das localizações projectadas).

Ligações entre tubagens inapropriadas:

- Colocação de acessórios desadequados (não utilização dos métodos de união da própria tubagem e não utilização de curvas de concordância);
- Colocação desajustada de cones excêntricos (diminuição de secção para jusante);
- Colocação indevida de sifões (altura de fecho hídrico desajustada e dupla sinfonagem que é legalmente proibida);
- Ligações entre tubos de queda e colectores de curvas a 90° (não utilização de forquilhas ou curvas a 45° e mudança brusca de direcção da tubagem);
- Inserções incorrectas em ramais de bacias de retrete (inexistência de ventilação secundária dos ramais que escoam águas de sabão e instauração de ventilação secundária a montante dos sifões).

Variação do número de aparelhos sanitários previstos em projecto:

- O aumento do número de aparelhos sanitários faz com que a rede predial fique subdimensionada e haja uma menor circulação de ar nas tubagens (auto-sinfonagem);
- Diminuição do número de aparelhos sanitários faz com que a rede predial fique sobredimensionada;
- Deposição de efluentes sólidos no interior das tubagens;
- Bloqueios nos ramais e colectores prediais.

Alteração dos diâmetros das tubagens:

- Aumento dos diâmetros de ramais de descarga e colectores prediais, que se traduz na diminuição da taxa de ocupação (mantendo-se inalterados os caudais efluentes); em

deficientes condições de auto-limpeza das tubagens; na deposição de efluentes sólidos no interior das tubagens e em bloqueios nos ramais e colectores prediais);

- Diminuição dos diâmetros de ramais de descarga e colectores prediais, que se reflete no aumento da taxa de ocupação (mantendo-se inalterados os caudais efluentes) e na circulação de ar sofre reduções significativas);
- Diminuição dos diâmetros de tubos de queda, o que aumenta a taxa de ocupação e reduz a circulação de ar formando tampões).

A ausência de bocas de limpeza previstas em projecto provoca dificuldades na manutenção e eventual desobstrução das tubagens sem recorrer à desmontagem quer da canalização, quer dos aparelhos.

Alteração da natureza dos materiais das tubagens:

- Colocação de tubagens de PVC de classe 4 não conforme a NP EN 1329 (2002) que substituiu, há quase dez anos a NP 1487.

Incorrecta separação de redes:

- Acréscimos de caudal efluente (sistema separativo);
- Aumento da taxa de ocupação nos colectores prediais e públicos.

Outros:

- Desconsideração pelo desempenho funcional dos elementos estruturais na abertura de roços para implantação de tubagens e acessórios;
- Embutimentos de tubagens e acessórios de ligação em elementos estruturais (pilares, vigas, etc.).

Quanto às redes de drenagem de águas pluviais a instalação de algerozes, caleiras e tubos de queda interiores, é frequente colocarem-se materiais de reduzida durabilidade, o que se traduz em problemas de humidade.

### **Instalação de aparelhos e equipamentos sanitários**

A inadequada instalação dos aparelhos sanitários conduz, inevitavelmente, à transmissão e à propagação de ruídos aos edifícios.

O facto das instalações elevatórias estarem ligadas rigidamente às canalizações e edifício, facilmente leva à propagação de vibrações, sempre que entram em funcionamento.

## 5 CASOS DE APLICAÇÃO

### 5.1 Considerações Gerais

A física das construções é um elemento fundamental no dimensionamento dos elementos de construção, sendo, por isso, imprescindível recorrer aos conhecimentos disponíveis sobre patologias na construção de modo a garantir a escolha de soluções adequadas. A análise das anomalias observadas, as suas presumíveis causas e consequências, o seu registo e divulgação são muito importantes para o conhecimento das patologias mais frequentes, razão pela qual as “Fichas de Patologia” são uma ferramenta tão valiosa em todo este processo, uma vez que descrevem de forma sucinta todos estes itens.

Um diagnóstico preciso, devidamente fundamentado, identificando de forma clara as causas, é condição fundamental para a correção adequada dos problemas. Contudo, na prática, a complexidade dos elementos construtivos e a falta de informação dificultam a realização do diagnóstico. A recolha de informação é uma tarefa primordial que exige a análise dos elementos disponíveis, nomeadamente o testemunho dos utilizadores, a realização de sondagens, de medições *in situ* ou em laboratório, etc.

Neste Capítulo, as conclusões tiradas nas fichas têm apenas como base a observação visual, o registo fotográfico e os testemunhos de pessoas envolvidas no processo de reabilitação.

Apesar dos dois edifícios apresentarem vários tipos de patologias, neste capítulo serão apenas analisadas algumas patologias em instalações técnicas hidráulicas observadas em dois edifícios do “Pólo II” da Universidade de Coimbra (nos edifícios do Departamento de Engenharia Informática e do Departamento de Engenharia Civil). Apresenta-se uma pequena descrição dos dois edifícios e também o que foi observado no local. Por fim, desenvolvem-se exemplos de “Fichas de Patologia” para cada caso.

A informação das “Fichas de Patologia” está organizada em dois quadros e de acordo com seguintes campos (Quadros 5.1 e 5.2):

- **Quadro 5.1** - Referência e domínio da Ficha, Incidência do efeito, descrição da anomalia, elementos do sistema envolvidos, causas e consequências da anomalia.
- **Quadro 5.2** - Referência e domínio da Ficha, Incidência do efeito, mês e ano em que a anomalia foi observada, breve descrição das fotografias tiradas no local.

De seguida apresenta-se um exemplo de uma ficha de patologia, com ajudas explicativas para a sua realização e preenchimento.

Quadro 5.1 - Exemplo de Ficha de Patologia.

<b>FICHA DE PATOLOGIA</b>	
Ref. Ficha:	<b>Referência Interna</b>
Domínio:	<b>Sistema Hidráulico Afectado</b>
Incidência do defeito:	<b>Generalizada/Localizado</b>
<b>Descrição do problema/anomalia</b>	
“Nesta parte pretende-se incluir uma descrição sumária da patologia em estudo.”	
<b>Equipamentos / Dispositivos / Órgãos envolvidos e/ou afectados</b>	
“Devido à quantidade destes elementos que um sistema predial hidráulico apresenta, achou-se importante incluir na “Ficha de Patologia” quais são os que estão envolvidos e/ou afectados no estudo realizado.”	
<b>Causas do problema/anomalia</b>	
“Nesta secção apresentam-se as causas da anomalia estudada.”	
<b>Consequências</b>	
“Nesta secção tenta-se demonstrar quais as consequências desta anomalia ao não ser tratada.”	
<b>Proposta de Reabilitação</b>	
“Apesar de não ser objecto deste trabalho, faz-se uma pequena proposta de reabilitação do sistema.”	

Quadro 5.2 - Exemplo de Ficha de Patologia (Observação).

<b>FICHA DE PATOLOGIA</b>	
Ref. Ficha:	<b>“Referência Interna”</b>
Domínio:	<b>“Sistema Hidráulico Afectado”</b>
Incidência do defeito:	<b>“Generalizada/Localizado”</b>
<b>Observado em “mês e ano”</b>	
IMAGEM I	IMAGEM II
<b>“Breve descrição do que se observa”</b>	
IMAGEM III	IMAGEM IV

Teve-se como base para a realização deste capítulo a informação recolhida nos Capítulos 3 e 4 assim como a consulta do catálogo de fichas de patologias existentes em Portugal, site do *Patorreb*, e ainda dos *Cadernos da Tecnologia e da Reabilitação* do Prof. Doutor Raimundo Mendes da Silva (Mendes da Silva, 2009).

## 5.2 Departamento de Engenharia Informática da FCTUC

### 5.2.1 Descrição do Edifício

O primeiro edifício a ser estudado é o Departamento de Engenharia Informática da FCTUC que foi construído nos anos 90 no Pólo II da Universidade de Coimbra. Apresenta uma configuração complexa, com significativo desenvolvimento na horizontal, com altura variável, diferentes soluções de revestimento exterior e cobertura plana.

Na entrada principal do edifício, existe um terraço de grandes dimensões, com revestimento hidráulico, que fica por cima da garagem do edifício (Figura 5.1).

As patologias que serão analisadas situam-se na garagem do edifício.





Figura 5.1 – Departamento de Engenharia Informática da FCTUC

### 5.2.2 Inspeção Visual

A garagem é ampla e apresenta boa ventilação.

Os principais problemas observados foram a perda de estanquidade, tanto nas tubagens de abastecimento, como nas tubagens de drenagem de águas pluviais do terraço de cima. Por este motivo, o pavimento apresenta manchas de humidade nas zonas onde as tubagens estão afectadas (Quadro 5.4).

As tubagens de abastecimento de águas são em aço galvanizado, enquanto que as tubagens de drenagem de águas pluviais são em PVC. Ambas são exteriores, ou seja, não embutidas.

Em alguns locais pontuais das tubagens de abastecimento houve tentativas de reabilitação, tendo-se colocado abraçadeiras em ferro fundido, em inox envolvendo pedaços de PVC (Quadro 5.4).

Foram recolhidas amostras de tubagens de abastecimento de água que apresentavam corrosão interior bastante avançada, face aos anos de utilização que tinham (Quadro 5.4).

Em algumas tubagens de drenagem de águas pluviais era visível a perda de estanquidade pelas manchas esbranquiçadas que apresentavam na sua superfície, devido à acumulação de calcário

(Quadro 5.6). Também alguns acessórios de fixação das tubagens se encontravam em mau estado, devido a fenómenos de corrosão.

### 5.2.3 Fichas de Patologia

Procede-se à apresentação de duas fichas de patologia (DEI-I e DEI-II)

Quadro 5.3 – Ficha de Patologia DEI-1

<b>FICHA DE PATOLOGIA</b>	
Ref. Ficha:	<b>DEI-1</b>
Domínio:	<b>Sistema de Abastecimento de Águas</b>
Incidência do defeito:	<b>Generalizada</b>
<b>Descrição do problema/anomalia</b>	
<p>Perda de estanquidade das tubagens de abastecimento de águas.  Derrames no pavimento da garagem nas zonas de passagem das tubagens de abastecimento.  Exsudações nas zonas afectadas.  Degradação, empolamento e vestígios de ferrugem nas tubagens.</p>	
<b>Equipamentos / Dispositivos / Órgãos envolvidos e/ou afectados</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tubagens em aço galvanizado;</li> <li>- Abraçadeiras em Ferro Fundido;</li> <li>- Ligações.</li> </ul>	
<b>Causas do problema/anomalia</b>	
<p>Corrosão com origem no interior da tubagem e que se propaga para o exterior até levar à rotura da tubagem.  Tubagens com fraca resistência à corrosão.</p>	
<b>Consequências</b>	
<p>Abastecimento e qualidade da água deficiente.  Degradação acentuada do aspecto da tubagem, pavimento e parede.</p>	

<b>FICHA DE PATOLOGIA</b>	
Ref. Ficha:	<b>DEI-1</b>
Domínio:	<b>Sistema de Abastecimento de Águas</b>
Incidência do defeito:	<b>Generalizada</b>
<b>Proposta de Reabilitação</b>	
Proposta mais económica – colocação de abraçadeiras	
Proposta menos económica – substituição das actuais tubagens por tubagens com resistência à corrosão superior.	

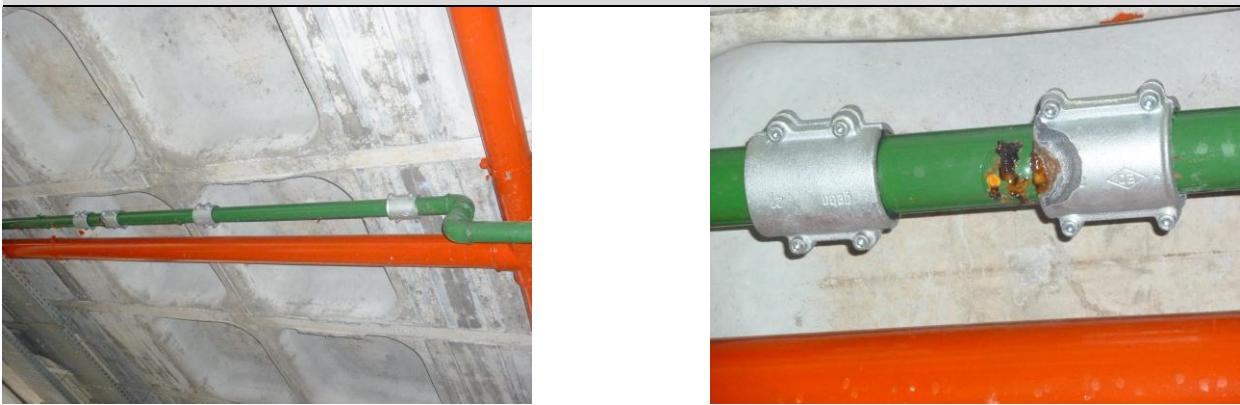
Quadro 5.4 – Ficha Patologia DEI-1 (Observação)

<b>FICHA DE PATOLOGIA</b>	
Ref. Ficha:	<b>DEI-1</b>
Domínio:	<b>Sistema de Abastecimento de Águas</b>
Incidência do defeito:	<b>Generalizada</b>
<b>Observado em Junho de 2013</b>	
	

**FICHA DE PATOLOGIA**

Ref. Ficha:	<b>DEI-1</b>
Domínio:	<b>Sistema de Abastecimento de Águas</b>
Incidência do defeito:	<b>Generalizada</b>

**Abraçadeiras em Ferro Fundido (Algumas afectadas pela corrosão)**



**Vestígios de Corrosão**



**Tubagem com corrosão interna e abraçadeiras**



Quadro 5.5 – Ficha de Patologia DEI-2

<b>FICHA DE PATOLOGIA</b>	
Ref. Ficha:	<b>DEI-2</b>
Domínio:	<b>Sistema de Drenagem de Águas Pluviais</b>
Incidência do defeito:	<b>Generalizada</b>
<b>Descrição do problema/anomalia</b>	
<p>Perda de Estanquidade em Tubagens de Drenagem de Águas Pluviais;  Derrames no pavimento nas zonas das tubagens de drenagem.;  Exsudações nas zonas afectadas;  Manchas de calcário junto às tubagens;  Acessórios apresentam oxidação.</p>	
<b>Equipamentos / Dispositivos / Órgãos envolvidos e/ou afectados</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tubagens em PVC</li> <li>- Ligações e acessórios</li> </ul>	
<b>Causas do problema/anomalia</b>	
<p>Incrustações de calcário (não muito frequente em tubagens de drenagem de águas pluviais) que levaram à rotura da tubagem.  Detritos/Lixo que provocaram entupimentos dos tubos de queda.  Provavelmente o calcário virá das argamassas utilizadas no terraço de cima.  Insuficiência de capacidade de drenagem.</p>	
<b>Consequências</b>	
<p>Estagnação da água no terraço de cima.  Degradação acentuada do aspecto da tubagem, acessórios, pavimento e parede.</p>	
<b>Proposta de Reabilitação</b>	
<p>Substituição ou reparação dos tubos de queda afectados e respectivos acessórios  Alteração do traçado da rede.</p>	

Quadro 5.6 – Ficha de Patologia DEI-2 (Observação)

<b>FICHA DE PATOLOGIA</b>	
Ref. Ficha:	<b>DEI-2</b>
Domínio:	<b>Sistema de Drenagem de Águas Pluviais</b>
Incidência do defeito:	<b>Generalizada</b>

**Observado em Junho de 2013**



**FICHA DE PATOLOGIA**



Ref. Ficha: **DEI-2**

Domínio: **Sistema de Drenagem de Águas Pluviais**

Incidência do defeito: **Generalizada**

**Manchas de Calcário e Acessórios Oxidados**



<b>FICHA DE PATOLOGIA</b>	
Ref. Ficha:	<b>DEI-2</b>
Domínio:	<b>Sistema de Drenagem de Águas Pluviais</b>
Incidência do defeito:	<b>Generalizada</b>
<b>Tubagem Reparada</b>	
	

### 5.3 Departamento de Engenharia Civil da FCTUC

#### 5.3.1 Descrição do Edifício

O edifício que constitui o Departamento de Engenharia Civil (D.E.C.) da Universidade de Coimbra no Pólo II é composto por dois blocos, cuja ligação é feita por uma passagem pedonal sobre via rodoviária. Este edifício desenvolve-se por 3 pisos e uma cave, numa extensão superior a 200 metros, através de uma planta de base rectangular. A estrutura do edifício é em betão armado, bem como as paredes exteriores que também são resistentes.

A cobertura é plana invertida, sendo rematada por uma platibanda de betão armado, com cerca de 30 cm de altura, incluindo capeamento metálico provido de inclinação para o interior da cobertura. A camada superior da cobertura é em brita, existindo clarabóias que permitem a



entrada de luz natural nos pisos mais elevados do edifício. Estas têm formas rectangulares ou circulares, sendo a sua superfície exterior inclinada para escoamento das águas pluviais.



Figura 5.2 – Departamento de Engenharia Civil

### 5.3.2 Inspeção Visual

A cobertura encontra-se aparentemente em bom estado. No entanto, os locais de escoamento de água (ralos de pinha) estão, em muitos casos imperceptíveis devido à presença anormal de vegetação. Este facto pode ser indicador de uma manutenção deficiente, uma vez que o próprio acesso à cobertura não é fácil.

As tubagens de drenagens de águas pluviais são em PVC e embutidas.

### 5.3.3 Ficha de Patologia

Apresenta-se de seguida a uma “Ficha de Patologia” (DEC) (Quadros 5.7 e 5.8).

Quadro 5.7 – Ficha de Patologia DEC

<b>FICHA DE PATOLOGIA</b>	
Ref. Ficha:	<b>DEC</b>
Domínio:	<b>Sistema de Drenagem de Águas Pluviais</b>
Incidência do defeito:	<b>Generalizada</b>
<b>Descrição do problema/anomalia</b>	
Crescimento anormal de vegetação junto aos ralos de pinha.	
<b>Equipamentos / Dispositivos / Órgãos envolvidos e/ou afectados</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tubagens em PVC;</li> <li>- Ralos de Pinha.</li> </ul>	
<b>Causas do problema/anomalia</b>	
<p>Falta de manutenção;</p> <p>Ambiente húmido propício ao desenvolvimento deste tipo de vegetação.</p>	
<b>Consequências</b>	
Obstrução do sistema de drenagem e conseqüente estagnação de água na cobertura.	
<b>Proposta de Reabilitação</b>	
Realização periódica de manutenção.	

Quadro 5.8 – Ficha de Patologia DEC (Observação)

<b>FICHA DE PATOLOGIA</b>	
Ref. Ficha:	<b>DEC</b>
Domínio:	<b>Sistema de Drenagem de Águas Pluviais</b>
Incidência do defeito:	<b>Generalizada</b>
<b>Observado em Junho de 2013</b>	
	
	

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento das diversas patologias e suas causas nas instalações prediais hidráulicas é um tema que merece muita consideração.

As patologias em instalações prediais hidráulicas são muito frequentes e derivam, maioritariamente, de erros na fase de projecto e/ ou construção, reflectindo-se em factores de desconforto e durabilidades reduzidas das instalações.

Assim, a recolha e síntese de informação sobre as patologias mais correntes poderá ser útil para a realização de um diagnóstico correcto e para o estudo das várias patologias.

No entanto, antes de se iniciar qualquer exercício de integração das anomalias e de definição de uma estratégia global, é fundamental estudar e compreender cada uma por si, como se de um caso isolado e pontual se tratasse, embora, frequentemente, já com algumas ligações mais evidentes estabelecidas.

É esse o papel das fichas de patologias, onde, de forma mais ou menos atomizada, se analisam as diferentes anomalias observadas e se descrevem, de forma sucinta, as suas presumíveis causas e consequências, bem como a evolução previsível do defeito.

A informação contida nos capítulos três e quarto, que descrevem as patologias e os erros, respectivamente, forneceu o material de base para uma análise mais correcta das patologias existentes nos casos de aplicação abordados no Capítulo 5.

As Fichas descritas no Capítulo 5, constituem um exemplo de como analisar as causas e consequências das patologias em instalações prediais hidráulicas e posteriormente proceder ao seu tratamento.

Ao terminar este trabalho deseja-se que ele constitua um documento utilizável pelos profissionais da área (Engenheiros, Arquitectos, etc.), servindo de apoio para a realização de um diagnóstico correcto deste tipo de patologias, bem como da sua prevenção.

## **6.1 Trabalhos Futuros**

No seguimento do trabalho desenvolvido neste documento, de detectar e diagnosticar as anomalias mais frequentes nos sistemas prediais hidráulicos, faria todo o sentido dar continuidade a todo este processo. Assim sendo, em trabalhos futuros, seria bastante útil a elaboração de documentos que abordassem técnicas e soluções viáveis para a reabilitação destas instalações.

Outro trabalho a considerar seria o desenvolvimento das anomalias relacionadas com os equipamentos (p.ex. electrobombas, etc.) nas patologias em instalações prediais hidráulicas.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cóias, V. (2006). "Inspeções e Ensaios na Reabilitação de Edifícios". Lisboa: IST PRESS.
- Cotrim, C. M., & Russo, G. M. (2009). "Deconstrução de Sistemas Prediais de águas". Aveiro: Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil.
- Cruz, H., & Aguiar, J. (2009). "*Patologias em Pavimentos e Coberturas de Edifícios*". 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios. Porto: FEUP.
- Ferreira, J. (2010). "*Técnicas de Diagnóstico de Patologias em Edifícios*". Tese de Mestrado. Porto: FEUP.
- Fontinha, I. R., & Salta, M. M. (2007). "Desempenho de Componentes Metálicos em Edifícios". *Corros. Prot. de Mater.*, pp. 86-91.
- Gonçalves, C. (2004). "*Anomalias Não Estruturais em Edifícios Correntes. Desenvolvimento de um Sistema de Apoio à Inspeção, Registo e Classificação*". Coimbra: Universidade de Coimbra.
- Luso, E., Lourenço, P., & Almeida, M. (2004). "*Centro Histórico de Bragança: Caracterização do Edificado, Aspectos Arquitectónicos e Anomalias*". Obtido em Maio de 2013, de <http://www.engenhariacivil.com/centro-historico-de-braganca-caracterizacao-do-edificado-aspectos-arquitectonicos-e-anomalias>
- Mendes da Silva, J. A. (2009). "*Anomalias em Coberturas*". *Cadernos de Apoio ao Ensino da Tecnologia da Construção e da Reabilitação de Anomalias Não Estruturais em Edifícios*. Coimbra: DEC-FCTUC.
- Mendes da Silva, J. A. (2009). "*Defeitos na Envolvente dos Edifícios do Pólo II*". *Cadernos de Apoio ao Ensino da Tecnologia da Construção e da Reabilitação de Anomalias Não Estruturais em Edifícios*. Coimbra: DEC-FCTUC.
- Paiva, J. V., Aguiar, J., & Pinho, A. (2006). "Guia Técnico de Reabilitação Habitacional". In *Vol. II*. Lisboa: IHRU.
- Pedroso, V. M. (2003). "Problemas e Reabilitação dos Sistemas Prediais de Distribuição e de Drenagem de Águas". 3º Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios, (pp. 1201-1208). Lisboa.
- Pedroso, V. M. (2006). "*Patologias das Construções - Reabilitação de Instalações*". Obtido em Março de 2013, de Un. Técn. Lisboa: <http://mestrado-reabilitacao.fá.utl.pt/disciplinas/jbastos/vpedroso.pdf>

- Silva-Afonso, A. (2004). "Águas e esgotos: Uma das principais causas de patologias em edifícios em Portugal". *2º Congresso Nacional da Construção 2004*, (pp. 737-742). Porto.
- Veiga, M., Aguiar, J., Silva, A., & Carvalho, F. (2004). *Conservação e Renovação de Revestimentos de Parede de Edifícios Antigos*. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

## Outras Referências e Sites consultados

- Cóias, V. (2004). *"Guia Prático para a Conservação de Imóveis"*. Lisboa: Dom Quixote.
- Dicascaseiras@ (2013). *"Guia completo de como combater, eliminar e prevenir a humidade"*., de <http://www.dicascaseiras.com/2010/02/10/guia-completo-como-combater-eliminar-prevenir-humidade/>. Acedido em Abril de 2013
- Freitas, V., Torres, M., & Guimarães, A. (2008). *"Humidade Ascensional"*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Luso, E., Lourenço, P., & Almeida, M. (2004). *"Centro Histórico de Bragança: Caracterização do Edifício, Aspectos Arquitectónicos e Anomalias"*. Obtido em Maio de 2013, de <http://www.engenhariacivil.com/centro-historico-de-braganca-caracterizacao-do-edificio-aspectos-arquitectonicos-e-anomalias>
- Pedroso, V. M. (1997). "Patologias das Instalações Prediais de Distribuição de Águas". *Congresso Ibero-Americano de Patologia das Construções*. Porto Alegre - Brasil: LNEC.
- Rodrigues, C., & Silva - Afonso, A. (2007). "A qualidade na construção ao nível das instalações prediais de águas e esgotos. Situação e perspectivas em Portugal". *Congresso construção 2007 - 3º congresso nacional*. Coimbra.
- Silva-Afonso, A. (2004). "Águas e esgotos: Uma das principais causas de patologias em edifícios em Portugal". *2º Congresso Nacional da Construção 2004*, (pp. 737-742). Porto.
- Urgences & Dépannages@ (2013). *"La plupart des chauffe-eau supportent difficilement l'arrivée de l'hiver!"*. Obtido em Abril de 2013, de <http://www.urgences-depannages.fr/chauffe-eau.html>