



M 2015

U. PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

ESPAÇOS PARA INSTALAÇÕES TÉCNICAS EM EDIFÍCIOS

ESPAÇOS PARA AS REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS

TIAGO PINTO VIANA FERREIRA DE LEMOS

DISSERTAÇÃO DE Mestrado APRESENTADA
À FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO EM
Mestrado Integrado em Engenharia Civil

ESPAÇOS PARA INSTALAÇÕES TÉCNICAS EM EDIFÍCIOS

Espaços para as Redes de Abastecimento de
Água e de Drenagem de Águas Residuais

TIAGO PINTO VIANA FERREIRA DE LEMOS

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

Orientador: Professor Doutor Carlos Alberto Baptista Medeiros

JUNHO DE 2015

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2014/2015

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2014/2015 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2015.*

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

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

Aos meus Pais e ao meu Irmão

*Aprender é a única coisa de que a mente
nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende*

Leonardo Da Vinci

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Doutor Carlos Alberto Baptista Medeiros pela proposta do tema da dissertação, que despertou desde de logo o meu interesse, pela orientação, ajuda prestada e disponibilidade ao longo deste semestre.

Deixo também o meu agradecimento a todos a aqueles que se disponibilizaram e permitiram que fosse possível visitar as áreas técnicas dos respetivos edifícios – Eng. Carlos Vigo, Eng. Joaquim Cantista, Arq. Álvaro Leite Siza Vieira, Dra. Conceição Egas, Dr. Joaquim Fernandes, Dr. José Alves, SONAE, RAR Imobiliária e à TDGI.

RESUMO

A importância dos espaços técnicos, naquilo que concerne à sua concepção, localização e dimensionamento, é inegável como elemento estrutural da maior importância em qualquer tipo de edifício. As sociedades atuais são cada vez mais exigentes em termos de segurança e conforto, daí a preocupação com estes equipamentos, que devem ser pensados com o maior cuidado e adequação às construções a que se destinem.

Tendo sido dedicado um capítulo exclusivamente a propostas para a concepção de espaços para instalações, é possível agora desenvolver um guia ou manual para ser utilizado em novas construções de modo a facilitar a sua correta implementação.

A utilização de *software* BIM (*Building Information Modelling*) permite agrupar os projetos das várias especialidades e assim evitar erros de incompatibilidade, reduzir custos e tempo de execução de projetos e de obra uma vez que, hoje em dia, os edifícios apresentam cada vez maior complexidade de instalações e de serviços.

PALAVRAS-CHAVE: Espaços técnicos, concepção, localização, dimensionamento, propostas.

ABSTRACT

Space requirements for services as regards conception, placement and sizing, are structural elements of the greatest importance for any kind of building. As a matter of fact, modern society is more and more demanding as to security and comfort. Therefore, our concern to obtain the most suitable equipment adapted to the buildings for which they are meant.

Considering the fact that in our country it does not exist literature on detailed technical information regarding space requirements for services, we consider it is necessary to develop and present proposals to implement solutions for these spaces as we did in this work. And as a matter of fact a whole chapter concerns proposals in order to achieve this goal, and we are confident that from now on it could be used as a guide for the planning of new buildings.

The use of BIM software (Building Information Modelling) makes it possible to group plans of different specialities thus preventing incompatibilities, reducing costs and time considering that nowadays buildings present more and more complexity as regards space requirements for services.

KEYWORDS: Space requirements, conception, placement, sizing, proposals.

ÍNDICE GERAL

| | |
|---|-----|
| AGRADECIMENTOS | i |
| RESUMO | iii |
| ABSTRACT | v |
| | |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1. ENQUADRAMENTO GERAL | 1 |
| 1.2. OBJETIVO | 1 |
| 1.3. ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO | 1 |
| 1.4. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL | 2 |
| | |
| 2. REDES PREDIAIS – EVOLUÇÃO E CARATERIZAÇÃO | 3 |
| 2.1. GENERALIDADES | 3 |
| 2.2. EVOLUÇÃO HISTÓRICA | 4 |
| 2.2.1. ABASTECIMENTO NA CIDADE DO PORTO | 5 |
| 2.3. SISTEMAS PREDIAIS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA | 7 |
| 2.3.1. GENERALIDADES | 7 |
| 2.3.2. SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA FRIA | 8 |
| 2.3.2.1. SISTEMA DIRETO | 8 |
| 2.3.2.2. SISTEMA INDIRETO | 9 |
| 2.3.2.3. SISTEMA MISTO | 11 |
| 2.3.3. INSTALAÇÕES ELEVATÓRIAS E SOBREPRESSORAS | 12 |
| 2.3.4. RESERVATÓRIOS DE ACUMULAÇÃO DE ÁGUA | 15 |
| 2.3.5. MEDIÇÃO DOS CONSUMOS DE ÁGUA | 17 |
| 2.3.6. SISTEMAS DE PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA QUENTE | 19 |
| 2.3.6.1. SISTEMAS DE RETORNO DE ÁGUA QUENTE | 21 |
| 2.4. SISTEMAS PREDIAIS DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS | 22 |
| 2.4.1. GENERALIDADES | 22 |
| 2.4.2. SISTEMAS DE DRENAGEM | 23 |
| 2.4.2.1. DRENAGEM GRAVÍTICA | 24 |
| 2.4.2.2. DRENAGEM COM ELEVAÇÃO | 24 |
| 2.4.2.3. SISTEMAS MISTOS DE DRENAGEM | 25 |

| | |
|---|-----------|
| 2.4.3. INSTALAÇÕES ELEVATÓRIAS | 25 |
| 2.4.4. CAMARAS DE RETENÇÃO..... | 26 |
| 2.4.4.1. GENERALIDADES..... | 26 |
| 2.4.4.2. CÂMARAS DE RETENÇÃO DE GORDURAS..... | 26 |
| 2.5. TUBAGENS: MATERIAIS CONSTITUINTES | 28 |
| 2.5.1. GENERALIDADES..... | 28 |
| 2.5.2. TUBAGENS METÁLICAS..... | 28 |
| 2.5.2.1. TUBAGENS DE AÇO | 28 |
| 2.5.2.2. TUBAGENS DE AÇO INOX | 29 |
| 2.5.2.3. TUBAGENS DE AÇO GALVANIZADO | 29 |
| 2.5.2.4. TUBAGENS DE COBRE | 30 |
| 2.5.2.5. TUBAGENS DE FERRO FUNDIDO..... | 30 |
| 2.5.3. TUBAGENS TERMOPLÁSTICAS..... | 31 |
| 2.5.3.1. TUBAGENS DE POLICLORETO DE VINILO (PVC) | 31 |
| 2.5.3.2. TUBAGENS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD)..... | 31 |
| 2.5.3.3. TUBAGENS DE POLIETILENO RETICULADO (PEX)..... | 32 |
| 2.5.3.4. TUBAGENS DE POLIPROPILENO (PP)..... | 32 |
| 2.5.4. TUBAGENS MULTICAMADA..... | 32 |
| 2.5.5. QUADRO COMPARATIVO..... | 33 |
| 2.6. EQUIPAMENTOS ELEVATÓRIOS E DISPOSITIVOS DE UTILIZAÇÃO | 34 |
| 2.6.1. TIPOS DE BOMBAS | 34 |
| 2.6.2. TIPOS DE VÁLVULAS..... | 34 |
| 2.7. QUALIDADE DAS INSTALAÇÕES | 35 |
| | |
| 3. ESPAÇOS PARA INSTALAÇÕES..... | 37 |
| 3.1. GENERALIDADES | 37 |
| 3.2. ESPAÇOS PARA INSTALAÇÕES VERTICAIS | 38 |
| 3.3. ESPAÇOS PARA INSTALAÇÕES HORIZONTAIS | 40 |
| 3.3.1. TETOS FALSOS | 40 |
| 3.3.2. PAVIMENTOS TÉCNICOS | 41 |
| 3.3.3. PISOS INTERMÉDIOS | 42 |
| 3.3.4. CONDUTAS HORIZONTAIS..... | 42 |
| 3.3.5. GALERIAS HORIZONTAIS..... | 43 |

| | |
|---|----|
| 3.4. ESPAÇOS PARA EQUIPAMENTOS | 44 |
| 3.5. SISTEMAS DE FIXAÇÃO | 44 |
| 3.6. SEGURANÇA AO FOGO | 46 |
| 3.7. VENTILAÇÃO | 46 |
| 3.8. RUÍDO | 47 |
| 3.9. MANUTENÇÃO | 48 |
| | |
| 4. ESTUDO DE CASOS | 49 |
| 4.1. INTRODUÇÃO | 49 |
| 4.2. CASO 1: HOTÉIS | 49 |
| 4.2.1. HOTEL A | 49 |
| 4.2.2. HOTEL B | 54 |
| 4.2.3. HOTEL C | 58 |
| 4.3. CASO 2: CENTROS COMERCIAIS | 63 |
| 4.3.1. NORTE SHOPPING..... | 63 |
| 4.3.2. SHOPPING CIDADE DO PORTO | 67 |
| 4.3.3. SHOPPING VIA CATARINA | 72 |
| 4.4. CASO 3: EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS | 76 |
| 4.4.1. EDIFÍCIO BURGO..... | 76 |
| 4.4.2. EDIFÍCIO PORTO OFFICE | 79 |
| 4.5. CASO 4: EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO | 82 |
| 4.5.1. CASA FEZ..... | 82 |
| 4.5.2. EDIFÍCIO DO PARQUE | 84 |
| 4.6. CASO 5: EDIFÍCIOS REABILITADOS | 89 |
| 4.6.1. PALÁCIO DO FREIXO..... | 90 |
| | |
| 5. CONCEÇÃO DOS ESPAÇOS | 91 |
| 5.1. INTRODUÇÃO | 91 |
| 5.2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS ESPAÇOS TÉCNICOS | 91 |
| 5.3. LOCALIZAÇÃO DOS ESPAÇOS | 92 |
| 5.3.1. EM HOTÉIS..... | 93 |
| 5.3.2. EM CENTROS COMERCIAIS..... | 93 |
| 5.3.3. EM EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO UNIFAMILIAR | 94 |

| | |
|---|------------|
| 5.3.4. EM EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR E EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS | 94 |
| 5.4. DIMENSIONAMENTO DOS ESPAÇOS TÉCNICOS | 94 |
| 5.4.1. CENTRAL DE BOMBAGEM..... | 94 |
| 5.4.1.1. DIMENSIONAMENTO DE CISTERNAS..... | 94 |
| 5.4.1.2. DIMENSIONAMENTO DE GRUPOS HIDROPNEUMÁTICOS | 95 |
| 5.4.2. CENTRAL DE AQUECIMENTO DE ÁGUA E RESERVA..... | 98 |
| 5.5. PROJETAR OS ESPAÇOS TÉCNICOS | 99 |
| | |
| 6. CONCLUSÃO | 101 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Fig. 2.1 – Sistema de abastecimento e saneamento da civilização do Vale Indo | 4 |
| Fig. 2.2 – Primeiro aqueduto romano – <i>Aqua Appia</i> , 312 a.C. | 5 |
| Fig. 2.3 – Serviços Municipalizados de Águas e Saneamento | 6 |
| Fig. 2.4 – Rede de distribuição de água. | 7 |
| Fig. 2.5 – Alimentação direta..... | 8 |
| Fig. 2.6 – Alimentação direta com elemento sobressor..... | 9 |
| Fig. 2.7 – Alimentação indireta com reservatório no topo do edifício | 10 |
| Fig. 2.8 – Alimentação indireta com reservatório na base e no topo | 10 |
| Fig. 2.9 – Alimentação indireta com elemento elevatório | 11 |
| Fig. 2.10 – Sistema de abastecimento misto | 11 |
| Fig. 2.11 – Instalação elevatória ou sobressora tipo | 12 |
| Fig. 2.12 – Instalação sobressora ou elevatória com bombagem direta | 13 |
| Fig. 2.13 – Instalação hidropneumática | 14 |
| Fig. 2.14 – Esquema tipo de um reservatório do sistema predial..... | 16 |
| Fig. 2.15 – Contador..... | 17 |
| Fig. 2.16 – Instalação de um contador..... | 18 |
| Fig. 2.17 – Instalação de uma bateria de contadores | 18 |
| Fig. 2.18 – Funcionamento do sistema de termossifão | 19 |
| Fig. 2.19 – Sistema de circulação forçada | 20 |
| Fig. 2.20 – Sistema de retorno de água quente..... | 21 |
| Fig. 2.21 – Rede unitária | 22 |
| Fig. 2.22 – Rede separativa | 22 |
| Fig. 2.23 – Elementos constituintes de um sistema de drenagem | 23 |
| Fig. 2.24 – Drenagem gravítica | 24 |
| Fig. 2.25 – Drenagem com elevação | 24 |
| Fig. 2.26 – Sistema misto de drenagem | 25 |
| Fig. 2.27 – Câmara de retenção de gorduras e de elementos pesados (prefabricadas) | 26 |
| Fig. 2.28 – Câmara retentora de gorduras com deflectores (prefabricada) | 27 |
| Fig. 2.29 – Câmara de retenção de gorduras fabricada <i>in situ</i> | 27 |
| Fig. 2.30 – Exemplo de tubagem e acessórios em aço | 28 |
| Fig. 2.31 – Exemplo de tubagem em aço inox | 29 |

| | |
|---|----|
| Fig. 2.32 – Exemplo de tubagem e acessórios em aço galvanizado..... | 29 |
| Fig. 2.33 – Exemplo de tubagem e acessórios em cobre..... | 30 |
| Fig. 2.34 – Exemplo de tubagem em ferro fundido..... | 30 |
| Fig. 2.35 – Exemplo de tubagem de policloreto de vinilo (PVC) | 31 |
| Fig. 2.36 – Exemplo de tubagem de polietileno de alta densidade (PEAD) | 31 |
| Fig. 2.37 – Exemplo de tubagem de polietileno reticulado (PEX) | 32 |
| Fig. 2.38 – Exemplo de tubagem de polipropileno (PP) | 32 |
| Fig. 2.39 – Exemplo de tubagem multicamada e respetivos acessórios..... | 33 |
| Fig. 2.40 – Marcação CE | 35 |
| Fig. 2.41 – Certificação ISO 9001:2008 | 36 |
| Fig. 3.1 – Coluna vertical, ou corete, embutida (em planta) | 38 |
| Fig. 3.2 – Coluna vertical parcialmente embutida (em planta) | 38 |
| Fig. 3.3 – Coluna vertical de dois espaços técnicos independentes (em planta) | 39 |
| Fig. 3.4 – Coluna vertical totalmente acessível (em planta) | 39 |
| Fig. 3.5 – Estrutura de metal, em malha, para teto falso | 40 |
| Fig. 3.6 – Teto falso revestido | 40 |
| Fig. 3.7 – Pavimento técnico | 41 |
| Fig. 3.8 – Interior do pavimento técnico – <i>plenum</i> | 41 |
| Fig. 3.9 – Exemplo de piso intermédio | 42 |
| Fig. 3.10 – Conduta horizontal (em corte)..... | 42 |
| Fig. 3.11 – Galeria horizontal | 43 |
| Fig. 3.12 – Galeria horizontal | 43 |
| Fig. 3.13 – Sala técnica..... | 44 |
| Fig. 3.14 – Tubagem suspensa à esquerda e fixada a estrutura de aço à direita..... | 44 |
| Fig. 3.15 – Tipos de abraçadeiras..... | 45 |
| Fig. 3.16 – Abraçadeira de aço com proteção de borracha..... | 45 |
| Fig. 3.17 – Perfis em aço para fixação de tubagens..... | 45 |
| Fig. 3.18 – Exemplos de ligações de tubagens a paredes e tetos | 47 |
| Fig. 4.1 – Central de bombagem..... | 49 |
| Fig. 4.2 – Sala das caldeiras. | 50 |
| Fig. 4.3 – Pormenor dos depósitos de água quente “elevados”. | 50 |
| Fig. 4.4 – Pormenor dos perfis de fixação das tubagens à laje | 51 |
| Fig. 4.5 – Conjunto de bombas para abastecimento de água quente | 51 |

| | |
|--|----|
| Fig. 4.6 – Cisterna | 52 |
| Fig. 4.7 – Estação de tratamento de água | 52 |
| Fig. 4.8 – Armário para instalações..... | 53 |
| Fig. 4.9 – Planta do piso -5, áreas técnicas do Hotel Porto Palácio | 54 |
| Fig. 4.10 – Grupos hidropneumáticos | 55 |
| Fig. 4.11 – Caldeira | 55 |
| Fig. 4.12 – Entrada para a cisterna | 56 |
| Fig. 4.13 – Corte da cisterna | 56 |
| Fig. 4.14 – Planta da galeria | 57 |
| Fig. 4.15 – Galeria vertical | 57 |
| Fig. 4.16 – Área técnica para abastecimento e reserva de água quente | 58 |
| Fig. 4.17 – Exemplo de corete entre dois quartos | 59 |
| Fig. 4.18 – Entrada das colunas de abastecimento de água fria para os pisos superiores | 59 |
| Fig. 4.19 – Sala das caldeiras | 60 |
| Fig. 4.20 – Reservatório de água fria | 61 |
| Fig. 4.21 – Pormenor de bocas de limpeza e perfil de fixação das respetivas tubagens..... | 61 |
| Fig. 4.22 – Sala de bombagem | 62 |
| Fig. 4.23 – Galeria horizontal | 63 |
| Fig. 4.24 – Contador de espaço comercial | 64 |
| Fig. 4.25 – Instalações de abastecimento de água das casas de banho | 64 |
| Fig. 4.26 – Bocas de limpeza e válvula de corte, em cima. Bypass e junta antivibrática, em baixo | 65 |
| Fig. 4.27 – Central de bombagem..... | 66 |
| Fig. 4.28 – Central de bombagem – Grupos Hidropneumáticos..... | 67 |
| Fig. 4.29 – Central de bombagem – Serviço de Incêndio..... | 68 |
| Fig. 4.30 – Central de bombagem – Drenagem..... | 68 |
| Fig. 4.31 – Corete 1..... | 69 |
| Fig. 4.32 – Corete 2..... | 70 |
| Fig. 4.33 – Troço final da rede de drenagem de águas residuais e pluviais | 71 |
| Fig. 4.34 – Sala de bombagem de água | 72 |
| Fig. 4.35 – Central de Incêndio e cisternas..... | 73 |
| Fig. 4.36 – Cisternas de água | 73 |
| Fig. 4.37 – Estação de tratamento de água | 74 |
| Fig. 4.38 – Sinalização na estação de tratamento de água..... | 74 |

| | |
|--|-----|
| Fig. 4.39 – Ramais na galeria horizontal..... | 75 |
| Fig. 4.40 – Sala de bombagem | 76 |
| Fig. 4.41 – Perfis de fixação das tubagens | 77 |
| Fig. 4.42 – Espaço técnico | 77 |
| Fig. 4.43 – Corete..... | 78 |
| Fig. 4.44 – Rotulagem das tubagens | 78 |
| Fig. 4.45 – Aviso de avaria..... | 79 |
| Fig. 4.46 – Sala de bombagem | 79 |
| Fig. 4.47 – Reservatórios e drenagem da sala | 80 |
| Fig. 4.48 – Coluna montante | 80 |
| Fig. 4.49 – Armário de contadores das frações | 81 |
| Fig. 4.50 – Casa Fez..... | 82 |
| Fig. 4.51 – Área técnica | 83 |
| Fig. 4.52 – Drenagem do espaço técnico | 83 |
| Fig. 4.53 – Edifício do Parque..... | 84 |
| Fig. 4.54 – Espaço técnico para contadores..... | 84 |
| Fig. 4.55 – Sala de bombagem | 85 |
| Fig. 4.56 – Caldeiras das zonas comuns..... | 86 |
| Fig. 4.57 – Câmaras de bombagem de água residuais, à direita, e ralo de drenagem, à esquerda..... | 86 |
| Fig. 4.58 – Segunda sala de bombagem | 87 |
| Fig. 4.59 – Interior da cisterna..... | 88 |
| Fig. 4.60 – Palácio do Freixo..... | 89 |
| Fig. 4.61 – Conduitas horizontais. Palácio do Freixo, Vitor Abrantes, Projeto dos Sistemas Prediais .. | 90 |
| Fig. 5.1 – Relação entre capacidade da cisterna e a área ocupada..... | 95 |
| Fig. 5.2 – Desenho tipo de instalação do grupo hidropneumático..... | 96 |
| Fig. 5.3 – Desenho tipo de grupo hidropneumático | 96 |
| Fig. 5.4. – Relação entre capacidade máxima de aquecimento da caldeira e a área necessária à implantação da sala de aquecimento de água..... | 98 |
| Fig. 5.5. – Exemplo de central de aquecimento de água..... | 99 |
| Fig. 5.6 – Projeto de um espaço técnico integrado nos restantes projetos | 100 |
| Fig. 6.1 – Galeria em Copenhaga, Dinamarca. Transporta água aquecida e vapor diretamente aos consumidores | 102 |

ÍNDICE DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 – Caraterísticas das tubagens | 27 |
| Quadro 2 – Tipos de bombas..... | 32 |
| Quadro 3 – Tipos de válvulas | 32 |
| Quadro 4 – Localização de espaços técnicos..... | 90 |
| Quadro 5 – Análise comparativa das dimensões de dois sistemas pressurizadores..... | 95 |

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

H – Pressão mínima [kPa]

n – Número de pisos acima do solo incluindo piso térreo

a.C. – Antes de Cristo

Fig. – Figura

ANQIP – Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais

CE – Conformidade Europeia

IPQ – Instituto Português da Qualidade

ISO – International Organization for Standardization

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PEX – Polietileno Reticulado

PP – Polipropileno

PVC – Policloreto de Vinilo

RAC – Reservatório de Ar Comprimido

REH – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação

SCIE – Segurança Contra Incêndio em Edifícios

SMAS – Serviços Municipalizados de Água e Saneamento

UE – União Europeia

1

INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO GERAL

A introdução de novos serviços nos edifícios, nos últimos cem anos, está intimamente ligada ao melhoramento das condições de vida dos seus utentes e de novas funcionalidades. De facto, à medida que vão surgindo novos serviços é necessário repensar os espaços para os acomodar. Uma vez que as exigências de qualidade e segurança dos edifícios são cada vez mais pertinentes torna-se indispensável o estudo deste assunto.

O estudo antecipado e cuidado dos espaços para as instalações técnicas permite reduzir os custos inerentes às instalações, facilitar a manutenção, aumentar a eficiência hídrica dos edifícios e também os níveis de conforto.

O presente trabalho é direccionado para aprofundar o conhecimento dos espaços para instalações de redes de abastecimento de água e de redes de drenagem de águas residuais em edifícios, uma vez que há pouca informação sobre este tema e é uma preocupação corrente dos engenheiros e arquitetos.

1.2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho passa não só pela avaliação da necessidade de espaços para instalações técnicas em edifícios, mas também pela sua conceção e características, dimensionamento e localização desses mesmos espaços. É necessário conhecer as várias opções existentes para tais espaços, as limitações e vantagens de cada solução, de acordo com os tipos de sistemas e redes que serão projetados para determinado edifício.

1.3. ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

O presente documento é composto por seis capítulos:

Capítulo 1 – Introdução ao tema proposto “Espaços para Instalações em Edifícios – Redes de Abastecimento de Água e de Drenagem de Águas Residuais”.

Capítulo 2 – Caracterização geral das redes hidráulicas prediais e seus materiais constituintes – evolução histórica no tempo e especificamente na cidade do Porto.

Capítulo 3 – Apresentação das várias soluções existentes para espaços técnicos em edifícios – exigências em termos de segurança ao fogo, ruído, ventilação e sistemas de fixação.

Capítulo 4 – Aplicação da teorização acima exposta a casos concretos – centros comerciais, hotéis, edifícios de escritórios e edifícios de habitação.

Capítulo 5 – Propostas de conceção, localização e dimensionamento dos espaços técnicos nos vários tipos de edifícios estudados.

Capítulo 6 – Conclusão.

1.4. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

No presente trabalho foram tidos em consideração os seguintes diplomas legais aplicáveis:

- Decreto Regulamentar 23/95, de 23 de Agosto – Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais. Dispõe sobre conceção dos sistemas, dimensionamento, rede de distribuição e seus elementos acessórios, instalações complementares, verificação, ensaios e desinfeção, relativamente aos sistemas públicos e de distribuição predial de água, bem como aos sistemas de drenagem pública e predial de águas residuais (domésticas, fluviais e industriais). Regula ainda o estabelecimento e exploração dos referidos sistemas.
- Lei nº 75/2013, de 12 de Setembro, estabelece o regime jurídico das autarquias locais, aprova o estatuto das entidades intermunicipais, estabelece o regime jurídico da transferência de competências do Estado para as autarquias locais e para as entidades intermunicipais e aprova o regime jurídico do associativismo autárquico.
- Decreto-Lei nº 306/2007, de 27 de Agosto – O presente diploma regula a qualidade da água destinada ao consumo humano e tem por objetivo proteger a saúde humana dos efeitos nocivos resultantes da eventual contaminação dessa água e assegurar a disponibilização tendencialmente universal de água salubre, limpa e desejavelmente equilibrada na sua composição.
- Portaria n.º1532/2008 de 29 de Dezembro – Tem por objeto a regulamentação técnica das condições de segurança contra incêndio em edifícios e recintos, a que devem obedecer os projetos de arquitetura, os projetos de SCIE e os projetos das restantes especialidades a concretizar em obra, designadamente no que se refere às condições gerais e específicas de SCIE referentes às condições exteriores comuns, às condições de comportamento ao fogo, isolamento e proteção, às condições de evacuação, às condições das instalações técnicas, às condições dos equipamentos e sistemas de segurança e às condições de autoproteção.

2

REDES PREDIAIS EVOLUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO

2.1. GENERALIDADES

A água é, provavelmente o único recurso natural que tem a ver com todos os aspetos da civilização humana, desde o desenvolvimento agrícola e industrial aos valores culturais e religiosos estruturantes das sociedades. É um recurso natural essencial, seja como componente bioquímico de seres vivos, como meio de vida de várias espécies vegetais e animais, como elemento representativo de valores sociais e culturais e até como fator de produção dos mais variados bens.

A água desempenha um papel de extrema importância em todos os aspetos da vida humana e no equilíbrio do ecossistema. Possui um enorme valor económico, ambiental, social e até simbólico, fundamental à sobrevivência do Homem e dos ecossistemas no nosso planeta.

Atualmente o desperdício aliado ao enorme consumo de água, dado o grande crescimento da população e da indústria, tornou-se uma preocupação crescente e generalizada que requer a atenção de todos, devido à decrescente disponibilidade ou mesmo escassez de água doce no nosso planeta. Se tivermos em conta que diariamente usamos a água nas mais diversas atividades na nossa vida (higiene pessoal, alimentação, rega e limpeza, indústria e agricultura) torna-se imprescindível procurar alcançar um consumo sustentável. Porém, um abastecimento abundante de água potável de qualidade, isto é, incolor, inodora, sem partículas em suspensão e com sabor agradável é hoje essencial para os utilizadores de qualquer edifício sem perder, embora, o sentido da sua preservação.

Tal como os sistemas de abastecimento, os sistemas de drenagem de águas residuais são hoje imprescindíveis, nomeadamente por questões de salubridade e de saúde pública. Aliás, a preocupação com o saneamento básico, ao longo da história, esteve quase sempre relacionada com a transmissão de doenças e, na sua ausência, foram impressionantes os estragos para a saúde humana. Aquilo que frequentemente se designa na história por “pestes” teve origem, na maior parte dos casos, na ausência de uma rede de saneamento básico e de fornecimento de água de qualidade. Assim, ao longo do tempo, o homem encontrou e aperfeiçoou soluções inteligentes e engenhosas para levar água aos locais de consumo e aos respetivos consumidores.

2.2. EVOLUÇÃO HISTÓRICA

Durante a maior parte da pré-história, o Homem estava dependente da distribuição de água à superfície e subterrânea, acessível em rios, lagos e nascentes e por isso vivia junto a fontes de água doce. Os recipientes de argila foram inventados mais tarde ainda na pré-história (10.000 a.C.), aquando da passagem das sociedades caçadoras e recolectoras – paleolítico – para as sedentárias – neolítico. Estes recipientes eram usados para manter a água nas habitações e para ser utilizada durante o dia.

A primeira aproximação daquilo a que chamamos abastecimento de água deu-se entre 7.500 e 6.000 anos a.C., com o aparecimento dos primeiros poços escavados, em que se tornou possível usar a água não só para uso doméstico como também para agricultura. Importantes inovações tiveram lugar durante o neolítico médio europeu, onde foram documentados os primeiros poços revestidos a madeira, construídos cerca de 5.000 a.C..

Por volta do ano 4.000 a.C., na Mesopotâmia, o triângulo compreendido entre o delta dos rios Tigre e Eufrates é teatro do primeiro grande desenvolvimento das técnicas de utilização de água: a construção dos primeiros diques e canais de irrigação.

As primeiras evidências da construção de sistemas de canalizações para abastecimento e drenagem de água remontam à civilização do Vale do Indo, cerca de 3.000 a.C., civilização essa que vivia da agricultura e do comércio. Contudo, quatrocentos anos mais tarde, organizam-se as primeiras cidades e com cerca de 30.000 habitantes, as mais povoadas. Desenvolve-se então o planeamento urbano, a administração municipal e o primeiro sistema conhecido no mundo de tratamento de águas residuais. Vivendo da agricultura e do comércio, surgiu uma cidade cujas moradias atestavam a sofisticação alcançada por aquele povo. As casas ofereciam todo o conforto doméstico: um poço interno com água fresca, sala de banhos, pátio com balaustrada e claraboia mantendo o ar fresco, cozinha, dependências de serviço, quarto para dormir no andar superior para os donos da casa e no andar inferior para os seus servos.



Fig. 2.1 – Sistema de abastecimento e saneamento da civilização do Vale Indo. [15] [16]

A cerca de 40 quilómetros a Sul do Cairo jazem as ruínas de Sadd El-Kafara, uma barragem de aterro, originalmente com 113 metros de comprimento e 14 metros de altura, construída entre 2.700 e 2.600 a.C., e que é considerada a maior barragem e mais antiga encontrada até hoje.

O primeiro aqueduto conhecido, construído acima do solo, foi o aqueduto de Jerwan, na Assíria, cuja construção se iniciou no ano 691 a.C.. Em 312 a.C. acaba de ser construído o primeiro aqueduto romano - *Aqua Appia*, figura 2.2. Mais tarde em plena civilização romana, dá-se o grande desenvolvimento da construção.



Fig. 2.2 – Primeiro aqueduto romano – *Aqua Appia*, 312 a.C.. [17]

Desde as épocas do Império Romano até ao Século XVII, as estratégias de drenagem e saneamento em meio urbano não sofreram na Europa praticamente nenhum avanço. Em termos sanitários, pode mesmo falar-se em “regressão” ao longo de pelo menos uma parte da Idade Média – a higiene e limpeza eram completamente ignoradas pela maior parte dos cidadãos (Matos, 2003).

Apenas em 1370, em Paris, surge a primeira vala coberta, que descarregava diretamente no rio Sena mantendo-se ainda valas descobertas até ao Século XVII. Estar “limpo” passa a ser uma referência estimável, a partir sobretudo do Século XVIII. O “limpo” hierarquiza-se, confere distinção.

O início do século XIX foi marcado por uma significativa evolução no sector, uma verdadeira revolução tecnológica, com a introdução dos sistemas de abastecimento e de distribuição de água domiciliária, construídos com tubagens de ferro fundido funcionando sob pressão. Anteriormente, já os romanos se serviam de balneários coletivos, mas não individuais. Nesses casos, o consumo não se processava ao nível de cada fogo, de cada edifício. Começa também, nessa altura e paralelamente, a ser gradualmente generalizada a prática da instalação de ramais domiciliários e coletores prediais construídos, aliás, com materiais de utilização milenar, como o barro e o grés.

2.2.1. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA CIDADE DO PORTO

Até meados do século XIX, a população da cidade do Porto abastecia-se de água em poços, fontes e chafarizes, proveniente de nascentes, rios e ribeiras. As fontes e chafarizes eram abastecidas por vários mananciais, dos quais os mais abundantes eram os de Paranhos, Salgueiros, Campo Grande, Camões, Póvoa de Cima, Cavaca, Fontainhas, Virtudes, Aguardente e Malmeajudas.

O crescimento acelerado da população, induzido pelo início da industrialização da cidade, fez com que em meados do século XIX, o Porto começasse a perceber que a água disponível escasseava, principalmente no Verão, quando muitas nascentes secavam e, como cada manancial abastecia um determinado número de fontes e chafarizes ligados sequencialmente, quando secos todo o circuito de alimentação era quebrado, com bastante prejuízo para a população (Amorim, Pinto, 2001).

A falta de água e qualidade da mesma, que por vezes se encontrava inquinada, era uma fonte de propagação de doenças, e por isso tornava-se urgente uma transformação no sistema de abastecimento.

Assim, em 1882 é assinado um contrato com a "Compagnie Générale des Eaux pour l'Étranger", que prevê a captação, elevação, transporte e distribuição de água à cidade do Porto. Contudo, só no início do ano de 1887 é que o abastecimento é regularizado. A população da Cidade era, então, de 122.000 habitantes e a água tida como a melhor da Europa.

Durante os quarenta anos em que a companhia francesa manteve a concessão da distribuição de água à cidade, tinham sido vários os problemas levantados pela sua gestão. Estes tinham-se agravado nos últimos anos, em grande parte por causa da redução de meios com que aquela empresa se defrontava desde os finais do primeiro conflito mundial, traduzindo-se num progressivo abandono a que então foi votado todo o sistema de distribuição de água. As sucessivas falhas no cumprimento do contrato - nomeadamente quanto à garantia de fornecimento do indispensável volume de água por dia e por habitante, de forma a satisfazer as necessidades existentes - levaram a autarquia a denunciar o contrato, municipalizando todo o sistema. Criaram-se assim os Serviços Municipalizados de Águas e Saneamento em 1 de Abril 1927, figura 2.3.



Fig. 2.3 – Serviços Municipalizados de Águas e Saneamento. [18]

A rede de drenagem de águas residuais domésticas encontra-se estabelecida desde 1907.

O primeiro sistema separativo doméstico construído no País terá sido o da cidade do Porto. Com projeto da autoria de ingleses, foram precisos mais de trinta anos para se realizarem as difíceis instalações e ligações domiciliárias, que nos anos "30" puseram a cidade em "polvorosa" (Costa, 1990).

2.3. SISTEMAS PREDIAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

2.3.1. GENERALIDADES

As instalações de abastecimento de água devem ser projetadas de modo a garantir a potabilidade da água do sistema de abastecimento e do sistema de distribuição, garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade suficiente, com pressões e velocidades adequadas e compatíveis com o perfeito funcionamento dos aparelhos e das peças de utilização, promover conforto aos utilizadores (níveis de ruído aceitáveis e peças convenientemente adotadas), proporcionar facilidade de manutenção, operação e futuras alterações ou reparações e possibilitar economia de água, energia e manutenção (Medeiros,2014).

Em relação à circulação de água entre a rede pública e os dispositivos de alimentação, o regulamento geral faz referência, no Anexo III, à terminologia a adotar, como se indica na figura abaixo.

- Ramal de ligação – canalização entre a rede pública e o limite da propriedade a servir;
- Ramal de introdução coletivo – canalização entre o limite da propriedade e os ramais de introdução individuais dos utentes;
- Ramal de introdução individual – canalização entre o ramal de introdução coletivo e os contadores individuais dos utentes ou entre o limite da propriedade e o contador, no caso de edifício unifamiliar;
- Ramal de distribuição – canalização entre os contadores individuais e os ramais de alimentação;
- Ramal de alimentação – canalização para alimentar os dispositivos de utilização.
- Coluna – troço de canalização de prumada de um ramal de introdução ou de um ramal de distribuição.

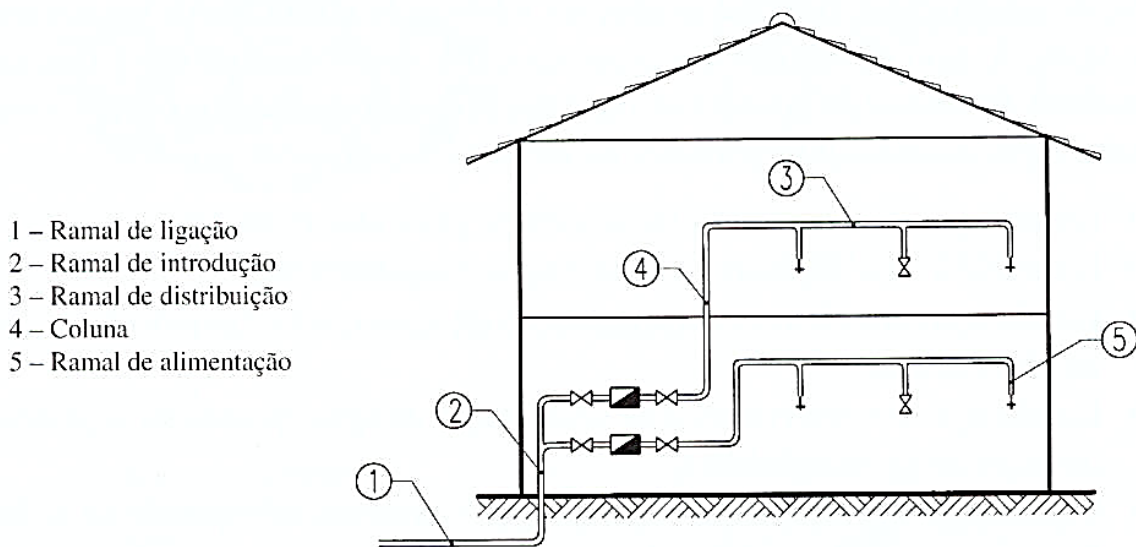


Fig. 2.4 – Rede de distribuição de água. [11]

Os sistemas prediais cuja alimentação é assegurada através de rede pública de distribuição terão obrigatoriamente de ser independentes de outros sistemas de alimentação com origem diferente. (Pedroso, 2008)

De acordo com o regulamento geral (Artigo 87.º), na conceção de novos sistemas há que atender:

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

As pressões de serviço nos dispositivos de utilização devem situar-se entre 50 kPa e 600 kPa, sendo recomendável, por razões de conforto e durabilidade dos materiais, que se mantenham entre 150 kPa e 300 kPa.

De acordo com o regulamento geral (Artigo 21.º), a pressão de serviço em qualquer dispositivo de utilização predial para o caudal de ponta não deve ser, em regra, inferior a 100 kPa o que, na rede pública e ao nível do arruamento, corresponde aproximadamente a:

$$H = 100 + 40n \quad (1)$$

Onde H é a pressão mínima (kPa) e n o número de pisos acima do solo, incluindo o piso térreo. Em casos especiais, é aceitável uma redução daquela pressão mínima, a definir caso a caso, em função das características do equipamento.

2.3.2. SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

2.3.2.1. SISTEMA DIRETO

Este sistema, exemplificado na figura 2.5, caracteriza-se pelo abastecimento dos dispositivos de utilização diretamente da rede pública de distribuição de água. A adoção deste tipo de abastecimento só deverá ser feita nos casos em que exista garantia de que a rede pública de distribuição é abundantemente servida em termos de caudal e que o seu estado de conservação é satisfatório.

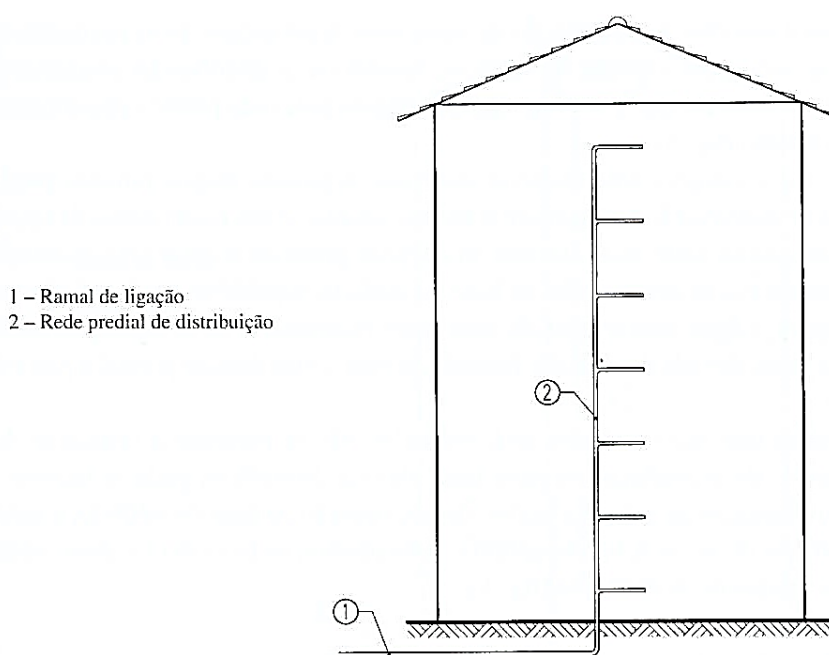


Fig. 2.5 – Alimentação direta. [11]

Porém, caso não se verifiquem as condições ideais de caudal e pressão acima referidas, será necessário instalar um elemento sobrepessor que garanta tais condições. Ver figura 2.6.

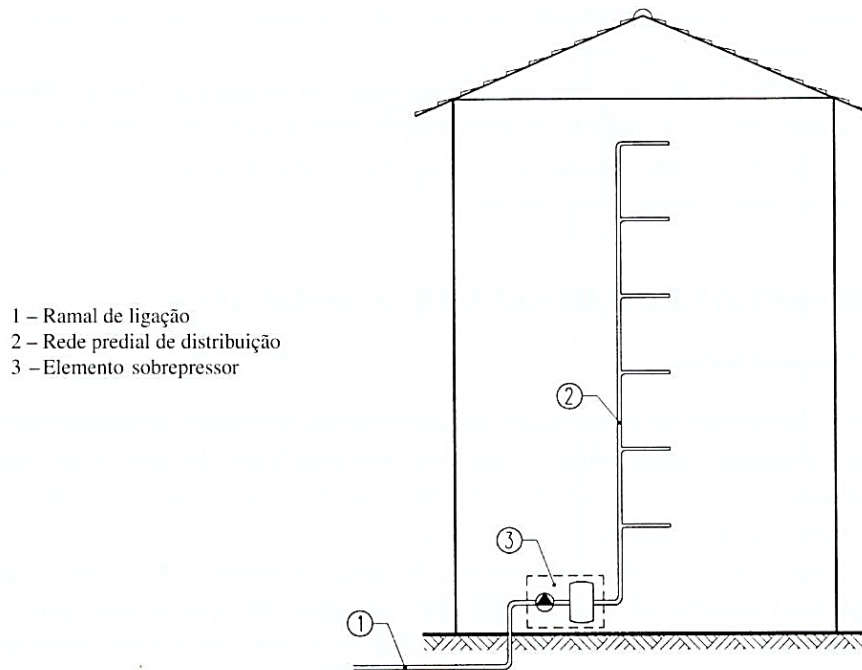


Fig. 2.6 – Alimentação direta com elemento sobrepessor. [11]

O sistema direto poderá ser considerado como o sistema ideal, quer sob o ponto de vista económico quer como garante da manutenção da qualidade da água.

2.3.2.2. SISTEMA INDIRETO

Este sistema caracteriza-se pela ligação da rede pública de distribuição a um reservatório, que por sua vez se liga ao ramal de distribuição do edifício. A água acumulada no reservatório permite ter um abastecimento contínuo no edifício, caso a rede não o permita por falta de caudal, em determinados períodos de tempo ou em picos de utilização.

Contudo o uso de reservatórios necessita de cuidados especiais na sua conceção e manutenção, de forma a manter a qualidade da água proveniente da rede pública, como adiante se aprofundará no terceiro capítulo.

O reservatório pode ser instalado na base e/ou na parte mais elevada do edifício, como se mostra nas figuras 2.7 e 2.8 apresentadas na página que se segue. Sempre que a pressão na rede pública é insuficiente, é necessário instalar um elemento sobrepessor para garantir o abastecimento dos dispositivos de utilização – a figura 2.9 exemplifica esta última situação.

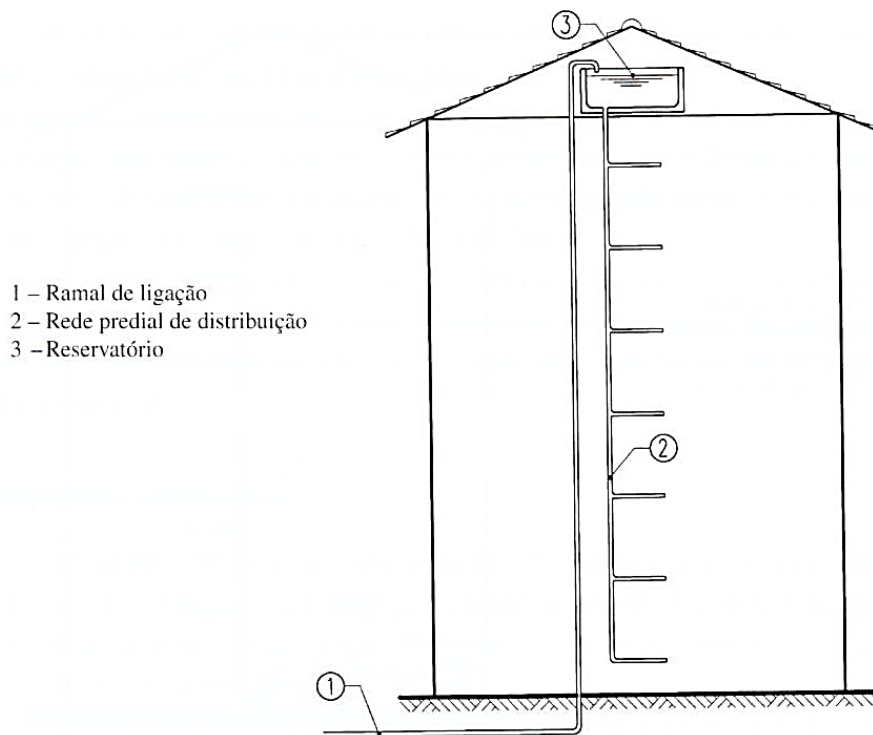


Fig. 2.7 – Alimentação indireta com reservatório no topo do edifício. [11]

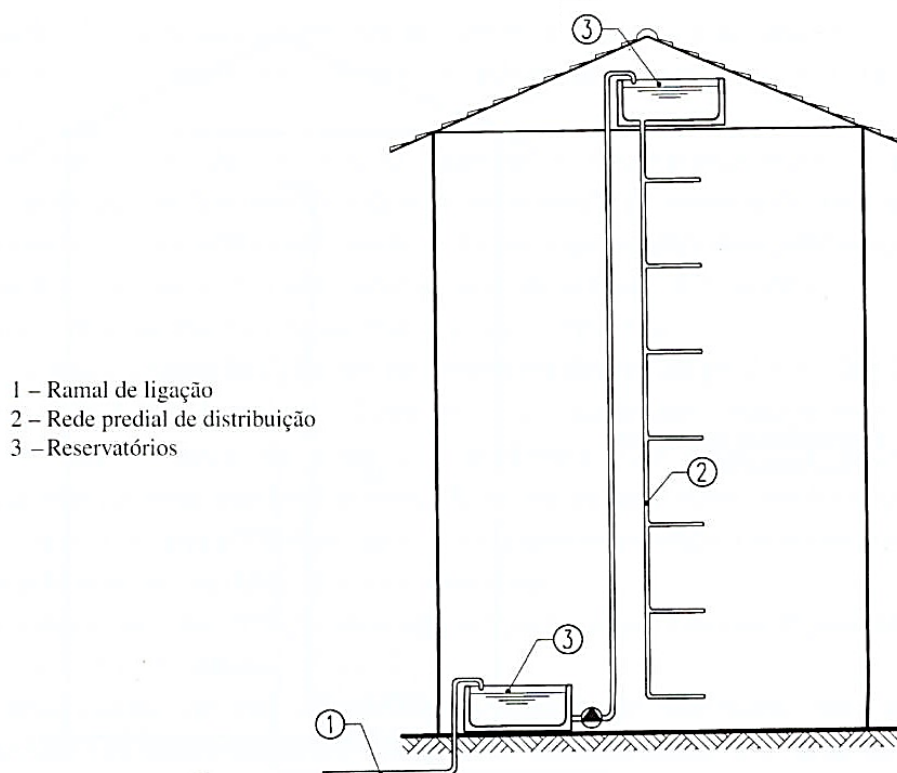


Fig. 2.8 – Alimentação indireta com reservatório na base e no topo. [11]

- 1 – Ramal de ligação
- 2 – Rede predial de distribuição
- 3 – Reservatório
- 4 – Sistema elevatório

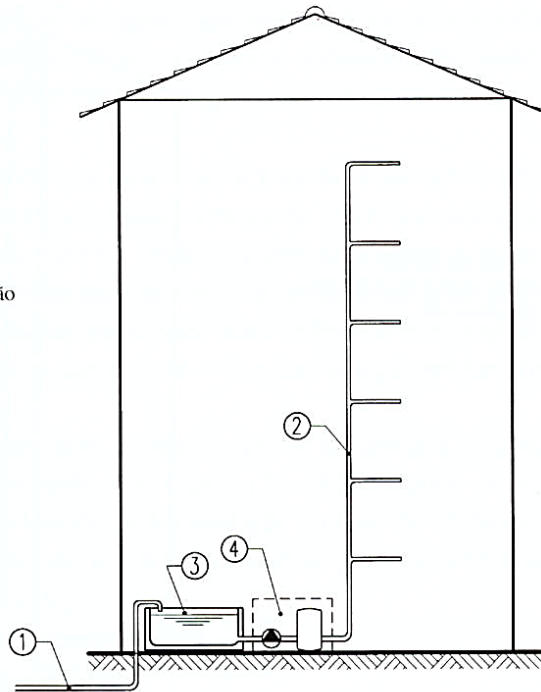


Fig. 2.9 – Alimentação indireta com elemento elevatório. [11]

2.3.2.3. SISTEMA MISTO

Consiste na utilização dos dois sistemas acima descritos, sistema direto e sistema indireto respectivamente. É utilizado em edifícios de grande altura, permite otimizar a distribuição de água tirando o melhor partido da pressão existente na rede, figura 2.10.

- 1 – Ramal de ligação
- 2 – Rede predial de distribuição
- 3 – Sistema elevatório

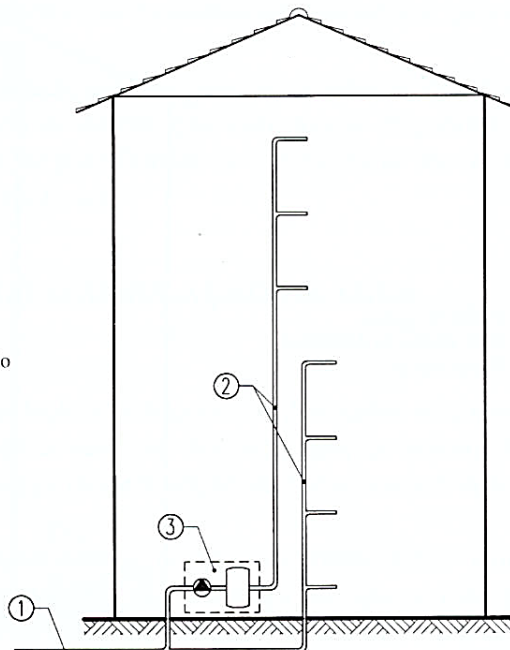


Fig. 2.10 – Sistema de abastecimento misto. [11]

2.3.3. INSTALAÇÕES ELEVATÓRIAS E SOBREPRESSORAS

A construção de edifícios cada vez mais altos e a obrigação de os equipar com sistemas individuais de combate a incêndios implicam que, na sua grande maioria, estes edifícios tenham de ser dotados de instalações elevatórias ou sobrepessoras para a distribuição predial de água (Pedroso,2008).

Os sistemas elevatórios ou sobrepessores mais utilizados, a fim de proporcionar aos utentes das instalações prediais de abastecimento de águas as condições desejáveis de desempenho funcional dos equipamentos instalados, são fundamentalmente dos seguintes tipos:

- Instalação elevatória para reservatório: utiliza-se quando é necessário elevar a água por meio mecânico para abastecer um reservatório instalado a um nível superior do edifício, de modo a que, posteriormente, o abastecimento se faça por gravidade como se exemplifica na figura 2.11.

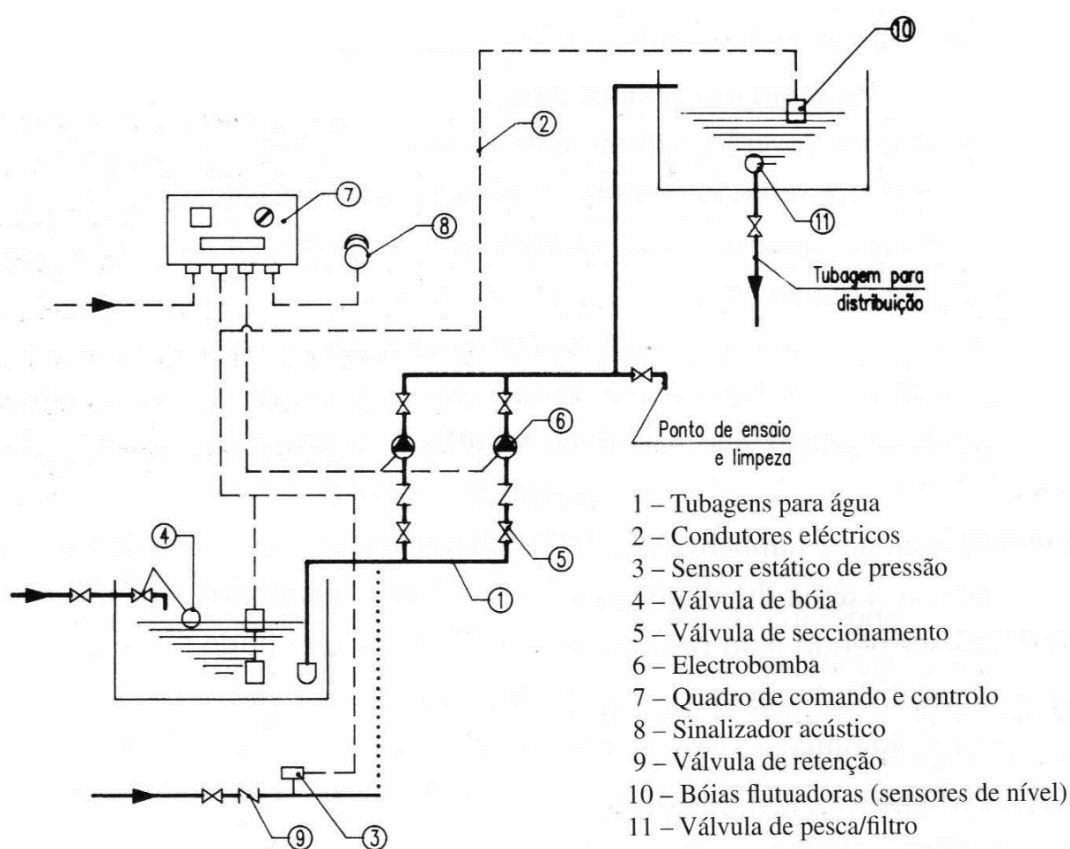


Fig. 2.11 – Instalação elevatória ou sobrepessora tipo. [11]

- Instalação sobrepessora com bombagem direta: sempre que a rede pública de distribuição não possuir as condições de pressão que possibilitem o abastecimento da rede em condições satisfatórias terá que recorrer-se a um incremento de pressão da água. O sistema mecânico utilizado vai permitir que, através de uma transformação de energia, seja transmitida ao fluido uma energia que lhe possibilite atingir o nível altimétrico desejado.

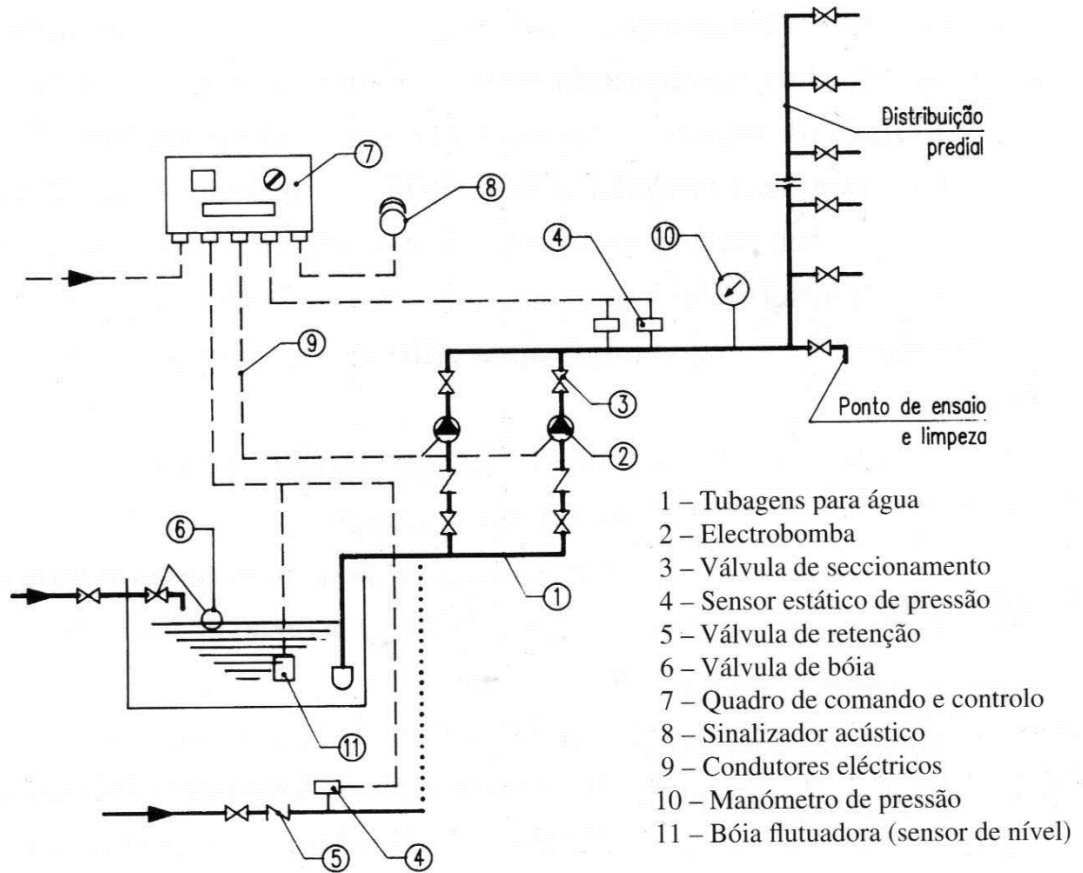


Fig. 2.12 – Instalação sobrepessora ou elevatória com bombagem direta. [11]

Nos sistemas por bombeamento direto podem considerar-se duas soluções alternativas.

A primeira solução, cada vez mais corrente no mercado, consiste em utilizar bombas de velocidade variável que, automaticamente, sob a ação de transdutores e circuitos eletrónicos, adequam a velocidade de rotação às exigências de caudal que é solicitado em cada instante pela rede.

A segunda solução consiste na utilização de duas ou mais bombas de velocidade fixa, instaladas em paralelo, com arranque e paragem automáticas, em função do caudal ou pressão, ao mesmo tempo que é operada também de forma automática uma válvula de controlo de pressão em série ou em paralelo com as bombas.

- Instalação hidropneumática: integra um reservatório a jusante dos elementos de bombagem que permite limitar o número horário de arranques dos grupos de bombagem, o que é conseguido através da manutenção, no seu interior, de uma reserva de água a determinada pressão pré-estabelecida, com a ajuda de uma almofada de ar. O seu princípio de funcionamento é o seguinte: sempre que o nível da água atinge o ponto mais baixo no interior do reservatório hidrofórico, um interruptor de flutuador, pressóstato, ou ainda, um sensor, dá partida à bomba, enchendo-se o reservatório. À medida que o nível da água se eleva no reservatório, aumenta a pressão no seu interior e a almofada de ar comprime-se armazenando energia potencial (elástica). Quando a água atinge o nível máximo a bomba é desligada; se entretanto for atingido um nível superior prefixado será acionado o compressor de ar. O reservatório hidropneumático apenas dá resposta a pequenas solicitações de consumo, pelo que a sua capacidade volúmica será função quer do número de arranques horário do grupo de bombagem, quer do consumo previsível, e ainda da pressão de funcionamento (figura 2.13).

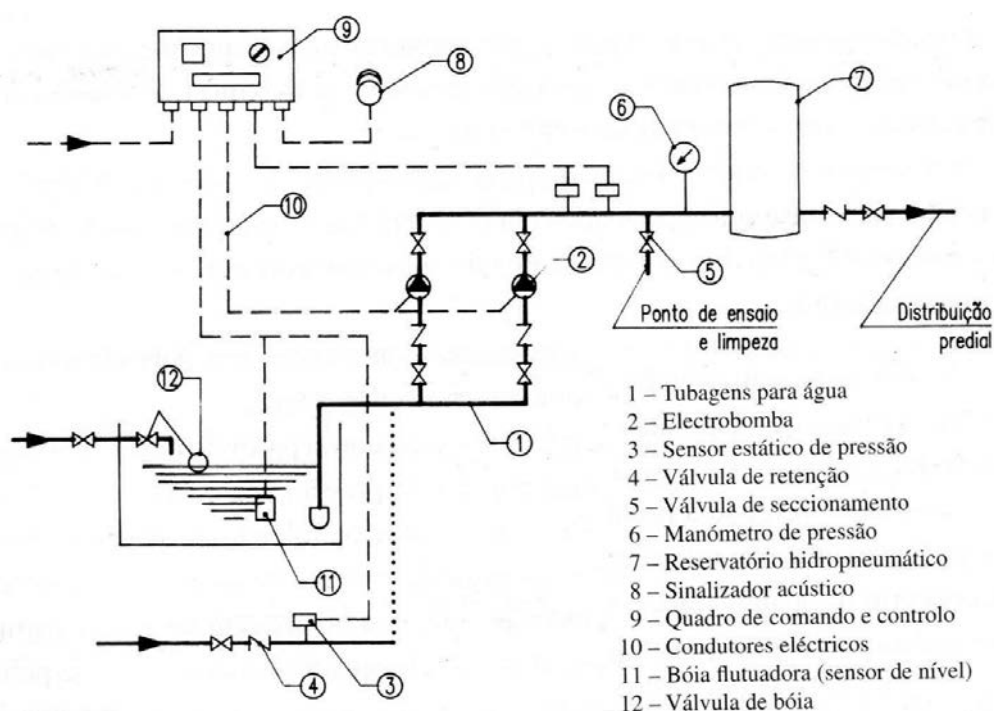


Fig. 2.13 – Instalação hidropneumática. [11]

As instalações elevatórias ou sobrepessoras devem possuir:

- Dois grupos eletrobomba, destinados a funcionar como reserva ativa mútua, de funcionamento automático e permitirem simultaneamente o seu comando manual;
- Eléctrodos ou interruptores de nível;
- Manómetros, medidores de caudal e todos os sensores e equipamento necessário ao comando, proteção e controle das bombas e compressores;
- Características que não alterem a qualidade da água;
- Isolamento acústico (embasamentos isolados e fixações elásticas), de modo a atenuar ruídos e vibrações;

Devem ser localizadas em zonas comuns e ventiladas, que permitam uma fácil inspeção e manutenção.

2.3.4. RESERVATÓRIOS DE ACUMULAÇÃO DE ÁGUA

Os reservatórios de acumulação são dispositivos destinados ao armazenamento de água à pressão atmosférica, a qual constitui uma fonte de reserva destinada à alimentação dos sistemas prediais de distribuição, de forma a suprir deficiências da rede pública de alimentação (Pedroso,2008).

Este armazenamento só deverá ser equacionado no caso em que a rede pública de distribuição, não garanta eficazmente os consumos e pressões prediais requeridas. Prevendo-se a instalação de reservatórios estes são condicionados, por razões de defesa de saúde pública dos utentes, à renovação na sua totalidade com periodicidade de pelo menos uma vez por dia. Os reservatórios de água para consumo humano devem também ser sujeitos a operações de inspeção e limpeza periódica de forma a acautelar a não contaminação da água armazenada.

Relativamente aos aspetos construtivos existem algumas considerações que devem ser tidas em conta:

- Deve ser garantida a resistência e estanqueidade dos reservatórios;
- O fundo do reservatório deverá ter uma inclinação mínima de 1% no sentido da caixa de descarga;
- As arestas devem ser boleadas, de forma a evitar o depósito de elementos que podem contaminar a água;
- Os reservatórios devem permitir uma limpeza eficaz, através da utilização de elementos de revestimento que o permitam, bem como de um *bypass* que permita o esvaziamento do mesmo.
- Deverá igualmente considerar-se que os reservatórios devem ser instalados em zonas de fácil acesso, de forma a possibilitar, para além da sua limpeza, a sua inspeção e manutenção;
- Deverá dotar-se os reservatórios de sistema de ventilação, permitindo a renovação do ar que contacta com a água. Este sistema deve ser convenientemente protegido com rede de malha fina, tipo mosquiteiro, de material não corrosivo, que deve impedir a entrada de luz direta e assegurar a renovação frequente do ar em contacto com a água;
- Os reservatórios elevados com uma capacidade superior a 2 m³, assim como todos os reservatórios enterrados e semienterrados, devem ser constituídos, pelo menos, por duas células que estejam preparadas para funcionar isoladamente, mas que comuniquem em funcionamento normal;
- A entrada e saída da água nos reservatórios devem estar posicionadas de modo a facilitar a circulação de toda a massa de água armazenada. O fundo e a cobertura dos reservatórios não devem ser comuns aos elementos estruturais do edifício, nem as paredes deverão ser comuns às paredes de edificações vizinhas.
- Quando for necessário recorrer-se a dois reservatórios, um no topo e outro na base do edifício, deve ter-se em atenção que a capacidade do reservatório superior deverá ser 2/5 da capacidade total da rede, estando os outros 3/5 destinados ao reservatório inferior.

Os reservatórios podem ser de betão, alvenaria de tijolo ou de blocos de cimento, aço ou outros materiais que se mostrem adequados a manter a qualidade da água armazenada.

Os materiais e revestimentos usados na sua construção não devem alterar a qualidade da água de modo a que não afetem a saúde pública.

A figura que se segue ilustra o que acaba de ser referido quer em planta, quer em corte.

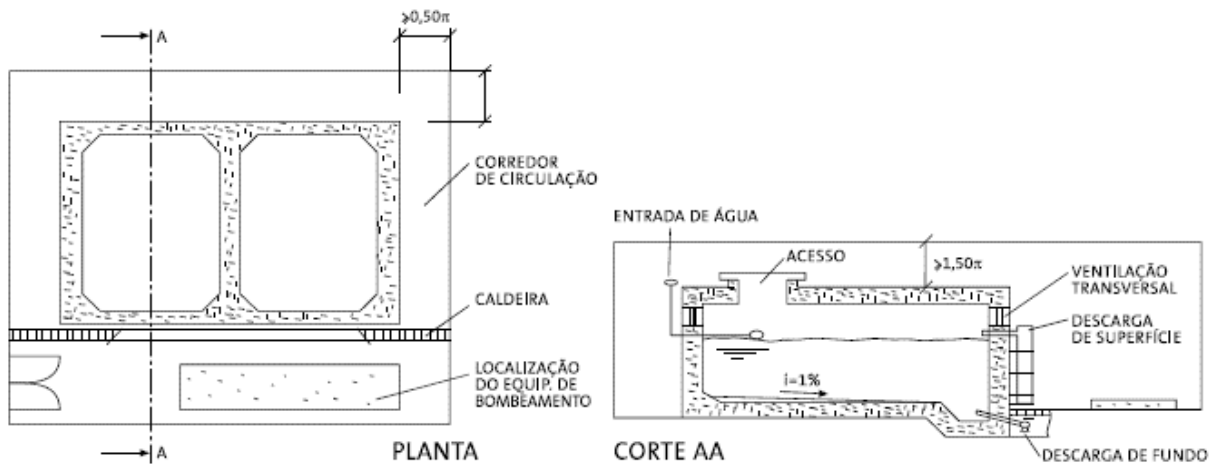


Fig. 2.14 – Esquema tipo de um reservatório do sistema predial. [9]

Cada reservatório ou célula de reservatório deve dispor de:

- Entrada de água localizada, no mínimo a 50 mm acima do nível máximo da superfície livre do reservatório em descarga, equipada com uma válvula de funcionamento automático, destinada a interromper a alimentação quando o nível máximo de armazenamento for atingido;
- Saídas para distribuição, protegidas com ralo e colocadas, no mínimo, a 150 mm do fundo;
- Descarregador de superfície colocado, no mínimo, a 50 mm do nível máximo de armazenamento e conduta de descarga de queda livre e visível, protegida com rede de malha fina, tipo mosquiteiro, dimensionados para um caudal não inferior ao máximo de alimentação do reservatório;
- Descarga de fundo implantada na soleira, com válvula adequada, associada a caixa de limpeza;
- Acesso ao interior com dispositivo de fecho que impeça a entrada de resíduos sólidos ou escorrências.

2.3.5. MEDIÇÃO DOS CONSUMOS DE ÁGUA

A medição dos consumos de água é feita através de aparelhos de medição, designados por contadores, que medem e registam o volume de água passado pelo seu interior (figura 2.15). (Pedroso,2008)

É da responsabilidade da entidade gestora da distribuição de água a definição do tipo, calibre e classe metrológica do contador, tendo em conta as condições de funcionamento da instalação a servir, nomeadamente no que se refere:

- Às características físicas e químicas da água distribuída;
- À pressão máxima de serviço admissível;
- Ao caudal previsto para o sistema de distribuição predial;
- À perda de carga admissível por este provocada.

Num edifício deverão ser obrigatoriamente instalados tantos contadores quantos os consumidores existentes (entende-se por consumidor, por exemplo, uma habitação). (Pedroso,2008)

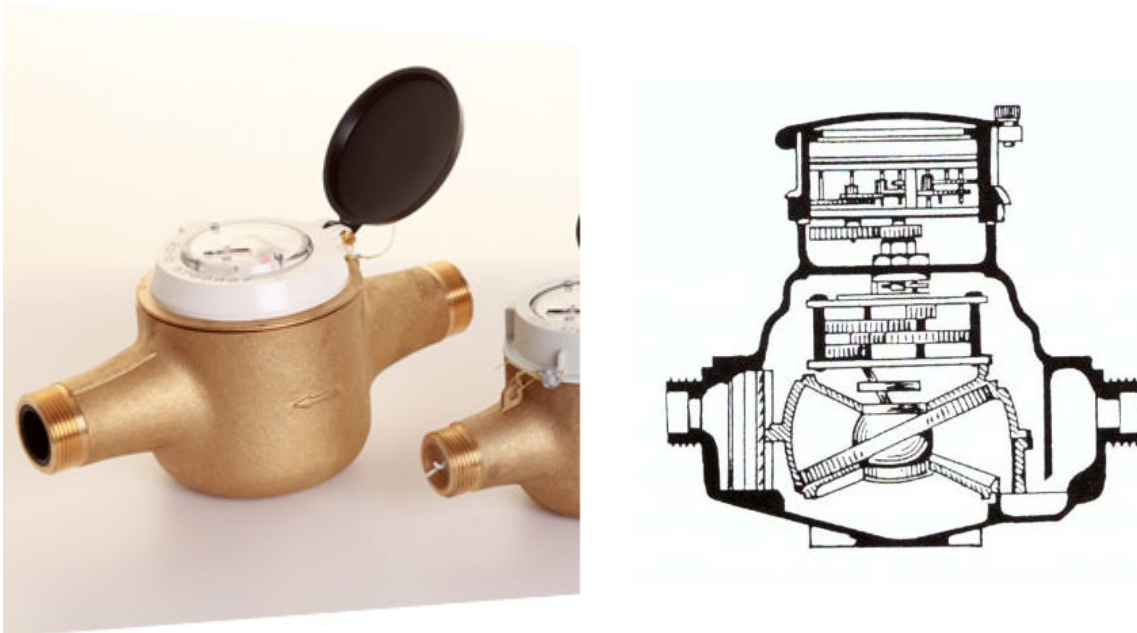


Fig. 2.15 – Contador. [32] [11]

Os contadores devem localizar-se no interior dos edifícios, na zona de entrada ou em zonas comuns, consoante se trate de um ou vários consumidores. Deverão estar instalados a um nível superior ao do pavimento, de modo a facilitar a sua leitura e manutenção, pelo que deverá ser assegurado a adequada iluminação do espaço e a ausência de obstáculos que impossibilitem o seu acesso.

As figuras 2.16 e 2.17 ilustram de forma esquemática a instalação de um contador isolado e de uma bateria de contadores.

- 1 – Sentido do escoamento
- 2 – Seccionamentos
- 3 – Filtro
- 4 – Contador

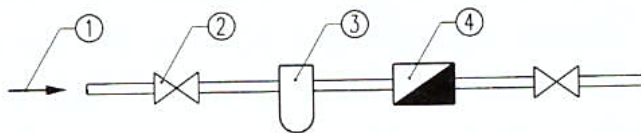


Fig. 2.16 – Instalação de um contador. [11]

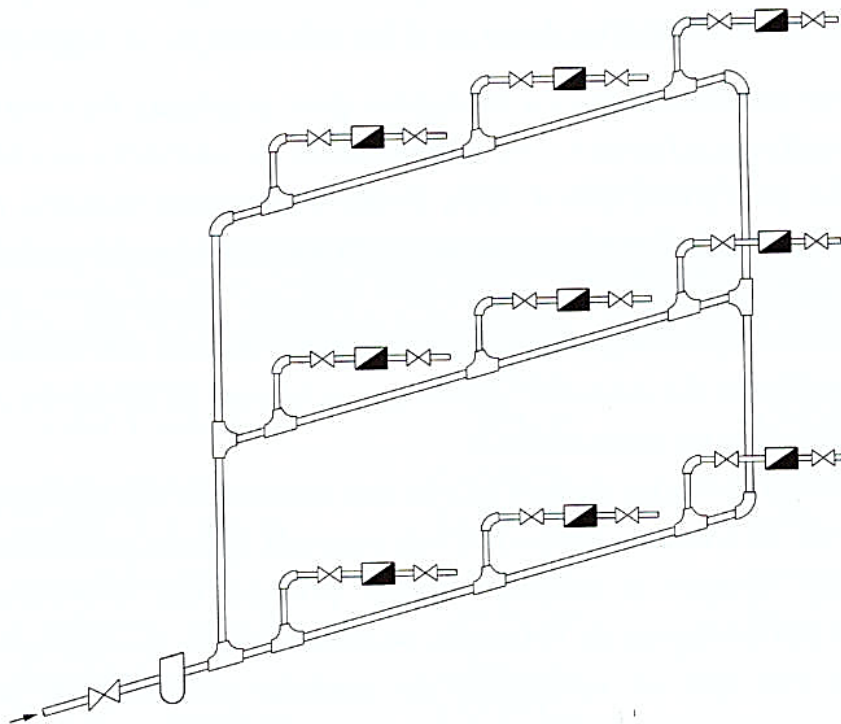


Fig. 2.17 – Instalação de uma bateria de contadores. [11]

2.3.6. SISTEMAS DE PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA QUENTE

O dimensionamento hidráulico da rede predial de água quente tem como base o dimensionamento efetuado para o abastecimento predial de água fria, considerando igualmente os limites de pressão, os caudais instantâneos, os caudais de cálculo, as velocidades regulamentares, bem como a rugosidade dos materiais – de notar que, devido ao aumento de temperatura nas tubagens e à sua dilatação diametral, o coeficiente de rugosidade será menor e consequentemente menor será a perda de carga unitária, logo, o material e a sua rugosidade, devem ser pensados de modo a suportar tais temperaturas (Medeiros,2014).

De acordo com o REH – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação, artigo 27.º, é obrigatória a instalação de sistemas solares térmicos para aquecimento de água sanitária nos edifícios novos, sempre que haja exposição solar adequada. Em alternativa, podem ser considerados outros sistemas de aproveitamento de energias renováveis que visem assegurar, numa base anual, a obtenção de energia equivalente ao sistema solar térmico.

Existem, atualmente, dois tipos de sistemas solares térmicos: sistema de termossifão e sistema de circulação forçada. O sistema de termossifão é composto por um depósito colocado acima do painel solar, funcionando de forma autónoma, ou seja, sem recurso a bomba auxiliar para fazer a circulação do fluido térmico, ver figura 2.18.

O mesmo fluido a temperaturas diferentes tem também densidades diferentes, quanto maior é a sua temperatura menor a sua densidade. Por isso, quando se aquece um fluido, este tem tendência a estratificar-se ficando a parte mais quente na zona superior. No sistema de termossifão a água aquecida pelo Sol no coletor, sobe "empurrando" a água mais fria do depósito, forçando-a a tomar o seu lugar, descendo, para subir novamente quando, por sua vez for aquecida. Este sistema tem um investimento mais baixo e a instalação e manutenção são mais simples. No entanto, este sistema, não permite a regulação da temperatura de depósito.

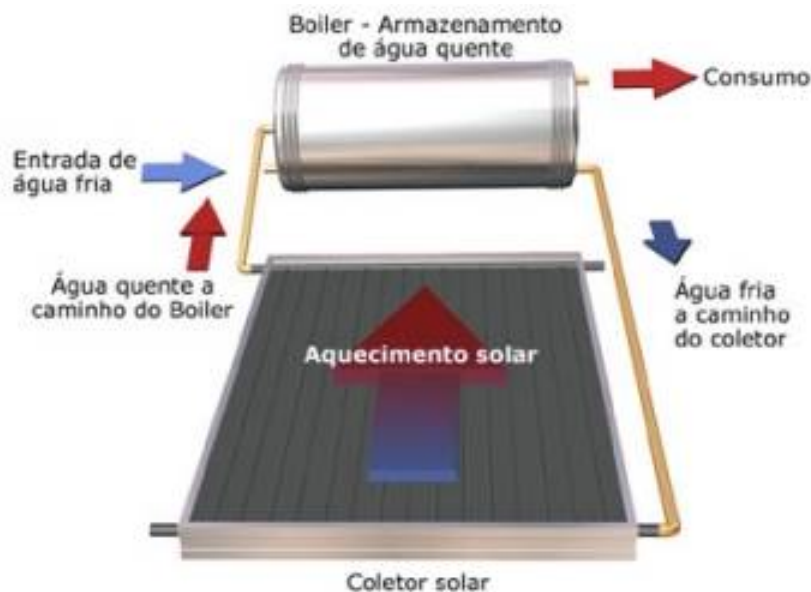


Fig. 2.18 – Funcionamento do sistema de termossifão. [19]

O sistema de circulação forçada, indicado na figura 2.19, tem um rendimento superior ao sistema anteriormente apresentado, dado que a gestão da energia é mais eficaz por ser regulada através de um controlador diferencial. O funcionamento destes sistemas é semelhante ao sistema por termossifão, mas neste caso apenas os painéis solares ficam no exterior e a circulação do líquido solar tem de ser forçada entre o painel e o depósito, pelo grupo de circulação e gerida por uma central de controlo. O grupo de circulação é comandado por dois parâmetros, a temperatura pretendida no sistema de acumulação (depósito) e a temperatura do painel solar. Desta forma evita-se que haja circulação sem haver energia no painel solar o que seria contrário ao propósito deste sistema. É um sistema mais complexo, proporcionando um nível de conforto mais elevado.

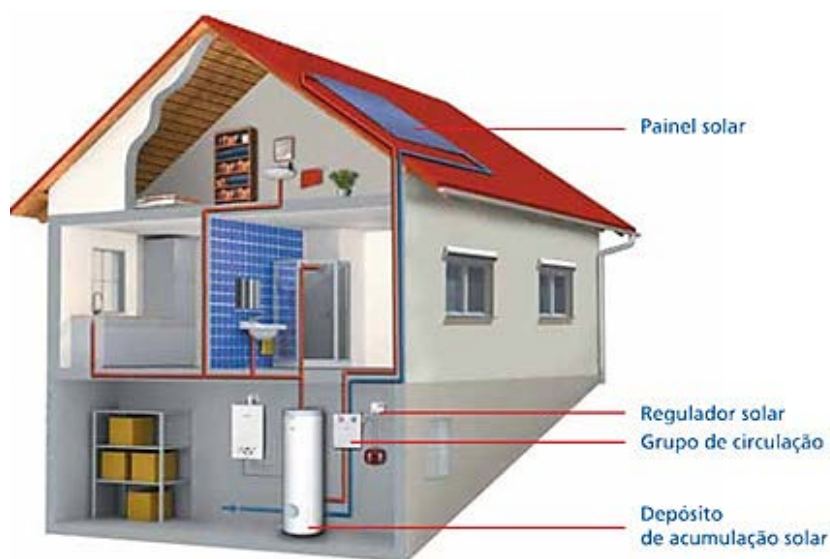


Fig. 2.19 – Sistema de circulação forçada. [19]

Este sistema prevê um depósito no interior do edifício, pelo que obriga a ter espaço para a colocação do mesmo. Para quem se preocupa com a estética do painel e do edifício, é uma boa solução, dado que possibilita uma melhor integração arquitetónica.

Deverá acoplar-se ao sistema uma unidade auxiliar de produção de água quente alimentada por outro tipo de energia, de modo a suprir eventuais falhas de insolação que se verifiquem em determinados períodos do ano. (Pedroso, 2008)

Os sistemas auxiliares de produção de água quente podem ser de produção para uso instantâneo (esquentadores), de acumulação (termoacumuladores) ou ainda de caldeiras tipo mural de condensação.

Um aparelho de produção instantânea permite o fornecimento instantâneo de água quente. Estes aparelhos necessitam de possuir grande potência de produção, a qual apenas é utilizada em pequenos períodos diários. As discontinuidades do seu funcionamento estão relacionadas com a cadência das necessidades dos utilizadores em termos de água quente. (Pedroso, 2008)

Os termoacumuladores, elétricos ou a gás, apresentam-se sobre a forma de reservatórios onde a água é armazenada. Mantém a temperatura da água por volta dos 60°C, por um sistema de regulação e controlo através de termóstatos, nos elétricos, e por um dispositivo de aquecimento (um queimador a gás), nos que funcionam a gás.

As caldeiras murais funcionam a gás e permitem não só a produção de água quente sanitária, como também a produção de água quente para aquecimento central do ambiente. Têm um desempenho muito semelhante ao dos esquentadores.

2.3.6.1. SISTEMAS DE RETORNO DE ÁGUA QUENTE

A água quente quando não está a ser utilizada fica parada nas tubagens e arrefece. Consequentemente, ao abrir a água é preciso aguardar algum tempo até começar a sair água quente. Este tempo de espera depende do comprimento do sistema, da temperatura a que a água sai do sistema utilizado no seu aquecimento e da temperatura ambiente, do diâmetro, do isolamento e do material da tubagem. Quanto maior for a distância do equipamento utilizado ao sistema de aquecimento, maior é o desperdício da água fria, mas também da energia gasta para voltar a aquecer.

Para evitar o arrefecimento de água nas tubagens e consequentemente o desperdício de água, é comum o uso de um sistema de recirculação, que consiste na ligação dos pontos mais distantes da rede ao equipamento de aquecimento, construindo assim, um circuito fechado, figura 2.20. A recirculação da água pode ser feita de duas formas distintas. Num primeiro caso é utilizado o mesmo princípio utilizado nos sistemas de termossifão, em que a água quente tende a subir, por possuir uma massa específica inferior, provocando uma força que favorece o movimento, no entanto é necessário utilizar mais energia para manter a água quente. Num segundo caso, é utilizado uma bomba que provoca a circulação da água quente no circuito.

Uma vez que o calor da água está constantemente a dissipar-se nas tubagens é necessário possuir um bom isolamento térmico das mesmas. Este sistema só se torna vantajoso do ponto de vista económico se o custo da água desperdiçada sem este sistema for maior que o custo da energia utilizada para o sistema. É um sistema mais utilizado em grandes edifícios, como hotéis, hospitais e edifícios de serviços.

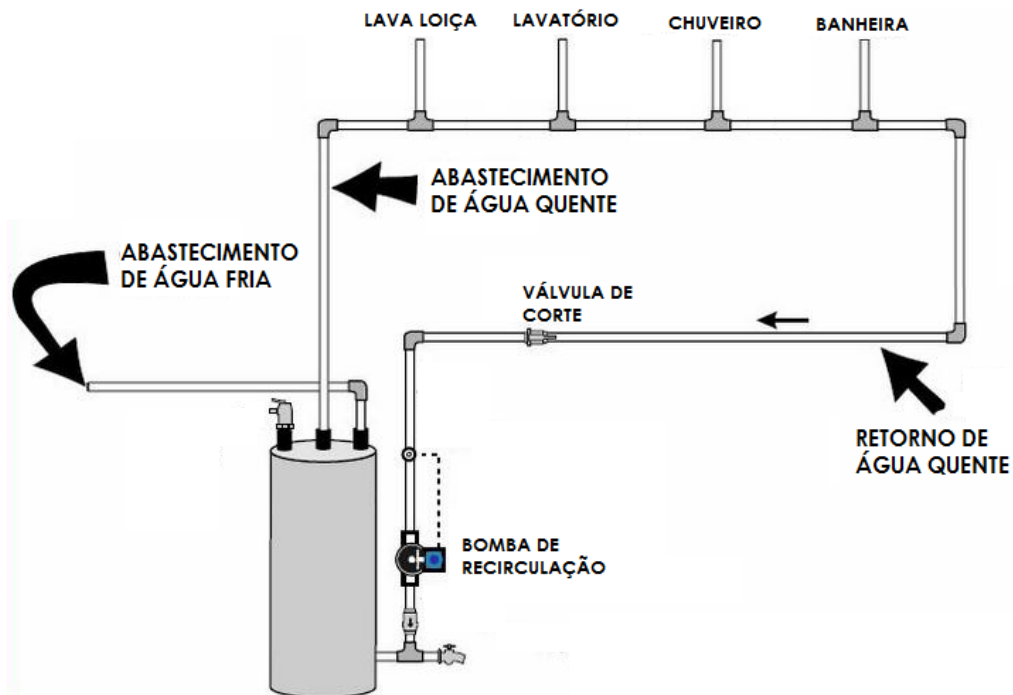


Fig. 2.20 – Sistema de retorno de água quente. Adaptada de [20].

2.4. SISTEMAS PREDIAIS DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS

2.4.1. GENERALIDADES

As águas residuais são águas resultantes de atividades humanas com origem na necessidade de transportar resíduos domésticos, comerciais e industriais e outros, e na utilização da água para fins higiénicos, recreativos e outros ou resultantes de ocorrências de precipitação. (Medeiros,2014)

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

- Unitários: constituídos por uma única rede de coletores onde são admitidas conjuntamente as águas residuais domésticas, industriais e pluviais;

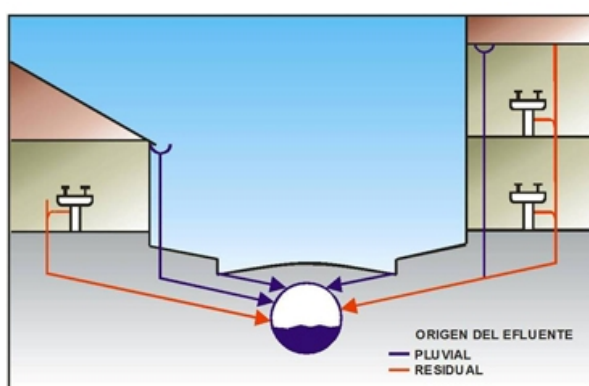


Fig. 2.21 – Rede unitária. [21]

- Separativos: constituídos por duas redes de coletores distintas, uma destinada às águas residuais domésticas e industriais e outra à drenagem das águas pluviais ou similares;

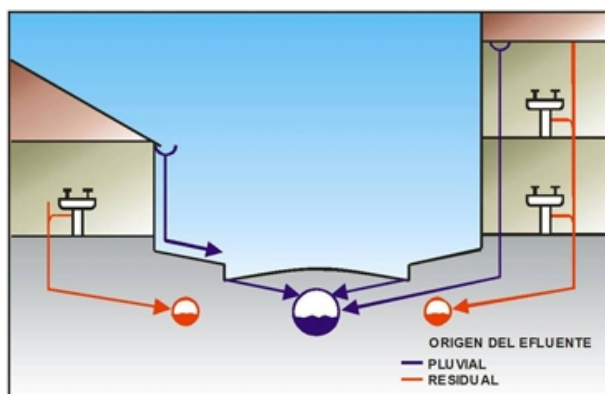


Fig. 2.22 – Rede separativa. [21]

- Mistos: constituídos pela conjugação dos dois anteriores, em que parte da rede funciona como sistema unitário e a restante como sistema separativo;
- Pseudo-separativos: em que se admite em condições excepcionais, a ligação de águas pluviais de pátios interiores, ao coletor de águas residuais domésticas.

Os sistemas de drenagem de águas residuais domésticas são constituídos pelos seguintes elementos, localizados como mostra a figura seguinte:

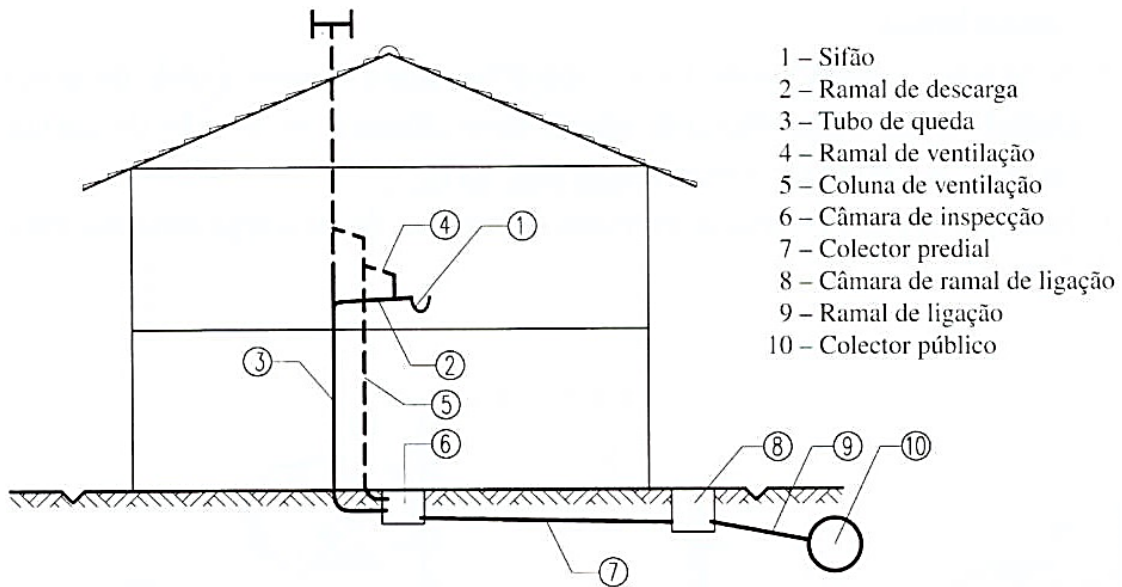


Fig. 2.23 – Elementos constituintes de um sistema de drenagem. [11]

- Ramais de descarga: canalização destinada ao transporte das águas provenientes dos aparelhos sanitários para o tudo de queda ou colector predial;
- Ramais de ventilação: canalização destinada a assegurar o fecho hídrico nos sifões, quando tal não seja feito por outra forma;
- Tubo de queda: canalização destinada a aglutinar em si as descargas provenientes dos pisos mais elevados, a transportá-las para o colector predial e a ventilar a rede predial e pública;
- Colunas de ventilação: canalização destinada a completar a ventilação feita através do tubo de queda;
- Colectores prediais: canalização destinada a aglutinar em si as descargas dos tubos de queda e dos ramais de descarga provenientes do piso adjacente, e transportá-las para outro tudo de queda ou ramal de ligação;
- Ramal de ligação: canalização compreendida entre a câmara de ramal de ligação e o colector público de drenagem, destinada a conduzir as águas residuais provenientes da rede predial para a rede pública.
- Sifão: dispositivo destinado a impedir a passagem de odores provenientes das tubagens dos sistemas de drenagem.

2.4.2. SISTEMAS DE DRENAGEM

A drenagem predial deverá ser obtida por um dos processos seguidamente enumerados, em função dos níveis altimétricos de recolha das águas residuais domésticas relativamente ao nível do arruamento em que o colector público de drenagem está instalado.

2.4.2.1 DRENAGEM GRAVÍTICA

Nas situações em que as águas residuais domésticas são recolhidas ao nível do arruamento em que se encontra instalado o coletor público de drenagem, ou a nível superior, a sua condução até este terá de ser feita única e exclusivamente por ação da gravidade. A figura 2.24 ilustra de forma esquemática uma situação de drenagem predial de águas domésticas obtida por gravidade.

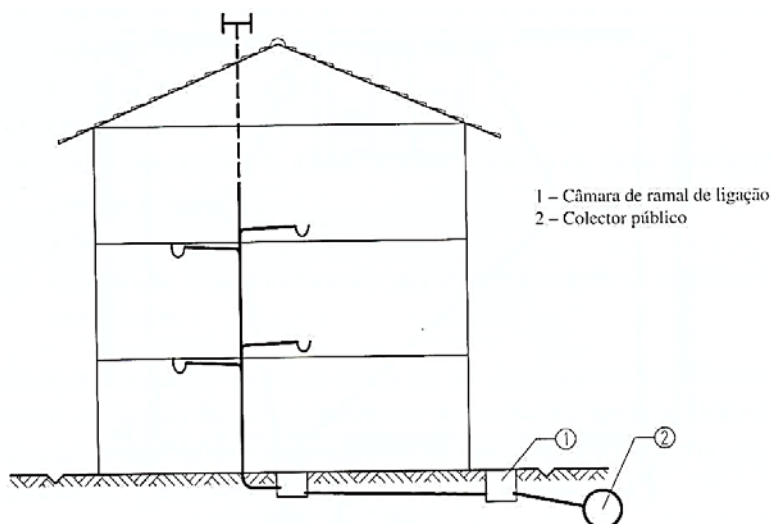


Fig. 2.24 – Drenagem gravítica. [11]

2.4.2.2 DRENAGEM COM ELEVAÇÃO

Quando a recolha das águas residuais domésticas se processe a um nível inferior ao do coletor público, estas deverão ser elevadas por meios mecânicos para um nível, no mínimo, com o do arruamento, a partir do qual e, por gravidade, serão conduzidas posteriormente para o sistema público de drenagem, figura 2.25, evitando-se assim o alagamento dos pisos inferiores.

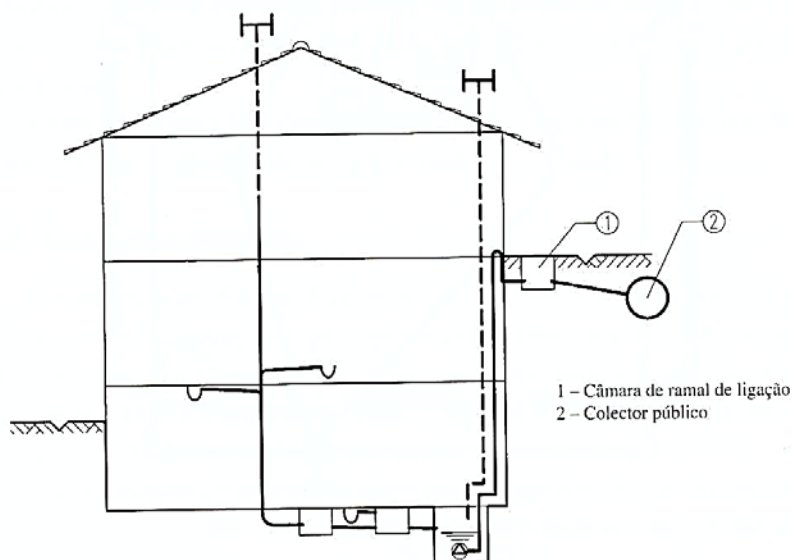


Fig. 2.25 – Drenagem com elevação. [11]

2.4.2.3 SISTEMAS MISTOS DE DRENAGEM

Nas situações em que se verifiquem num mesmo edifício recolhas de águas residuais a níveis superior e inferior ao do arruamento onde está instalado o coletor público de drenagem, deverá proceder-se de acordo com os requisitos atrás especificados, para cada uma das situações, na condução dos caudais até à câmara de ramal de ligação e, a partir daí, proceder à sua condução por gravidade até ao coletor público de drenagem. (Pedroso,2008)

A figura 2.26 mostra de forma esquemática um sistema de drenagem do tipo misto.

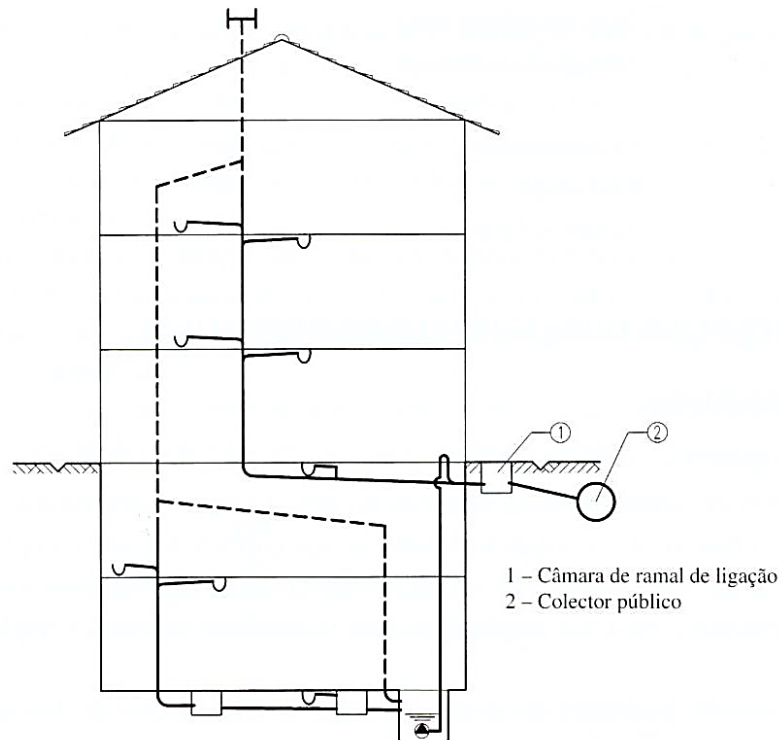


Fig. 2.26 – Sistema misto de drenagem. [11]

2.4.3. INSTALAÇÕES ELEVATÓRIAS

Uma vez que atualmente se constroem cada vez mais edifícios com vários pisos abaixo do nível dos arruamentos é necessário utilizar instalações elevatórias para elevar por meios mecânicos as águas residuais, acumuladas em câmaras de bombagem, aos coletores públicos.

Os grupos de bombagem deverão ser constituídos por dois elementos de bombagem funcionando como reserva ativa mútua, dotados de dispositivos de comando, segurança e alarme, devendo este último emitir sinalética sonora em caso de avaria. (Pedroso,2008)

Estas instalações deverão ficar o mais afastado possível das zonas habitadas, não só pela razão da eventualidade de emanação de maus cheiros, mas também para minimizar os efeitos dos ruídos derivados do seu funcionamento, devendo ainda ser dotadas de sistemas de isolamento conveniente, nomeadamente embasamentos isolados e fixações elásticas. (Pedroso,2008)

2.4.4. CÂMARAS DE RETENÇÃO

2.4.4.1 GENERALIDADES

As câmaras de retenção são dispositivos a intercalar nos sistemas prediais de drenagem e destinadas a reter no seu interior substâncias que eventualmente possam pôr em causa o correto desempenho funcional dos sistemas prediais e públicos de drenagem de águas residuais. (Pedroso,2008)

Segundo o regulamento geral, artigos 263.º e 264.º - câmaras retentoras e dimensionamento, respetivamente:

- 1 – As câmaras retentoras têm por finalidade separar e reter matérias transportadas pelas águas residuais que sejam suscetíveis de produzir obstruções, incrustações ou outros danos nas canalizações ou nos processos de depuração.
- 2 – As câmaras retentoras de gorduras e as câmaras retentoras de hidrocarbonetos têm por finalidade a separação, por flutuação, de matérias leves.
- 3 – As câmaras retentoras de sólidos tem por finalidade a separação, por sedimentação, de matérias pesadas.
- 4 – As câmaras retentoras devem ser dimensionadas de modo a terem volume e área de superfície livre adequados ao caudal afluyente e ao teor de gorduras, hidrocarbonetos ou sólidos a reter.

2.4.4.2 CÂMARAS DE RETENÇÃO DE GORDURAS

As câmaras de retenção de gorduras são dispositivos a intercalar nas redes de drenagem de águas residuais, sempre que estas transportem elevados teores de gorduras. Esta separação é obtida através da redução de velocidade do escoamento ao entrar na câmara e das diferenças de densidades dos elementos que constituem essas águas.

Estas câmaras existem em sistemas pré-fabricados, no mercado, e oferecem como maior vantagem, em relação aos fabricados *in situ*, a facilidade de instalação e eventual substituição.

No sentido de assegurar um desempenho funcional satisfatório, a instalação de retenção deverá ser inspecionada com periodicidade adequada, para remoção das gorduras retidas e verificação do seu estado de conservação. (Pedroso,2008)

As figuras 2.27, 2.28 e 2.29 ilustram diferentes tipos de sistemas de retenção de gorduras.

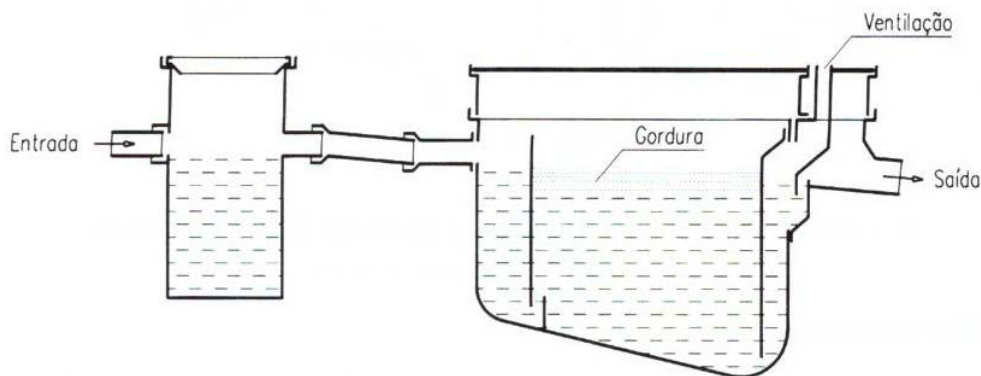


Fig. 2.27 – Câmara de retenção de gorduras e de elementos pesados (prefabricadas). [11]

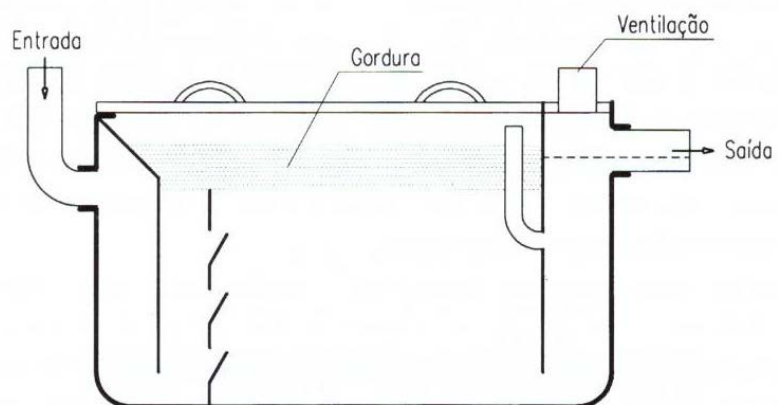


Fig. 2.28 – Câmara retentora de gorduras com deflectores (prefabricada). [11]

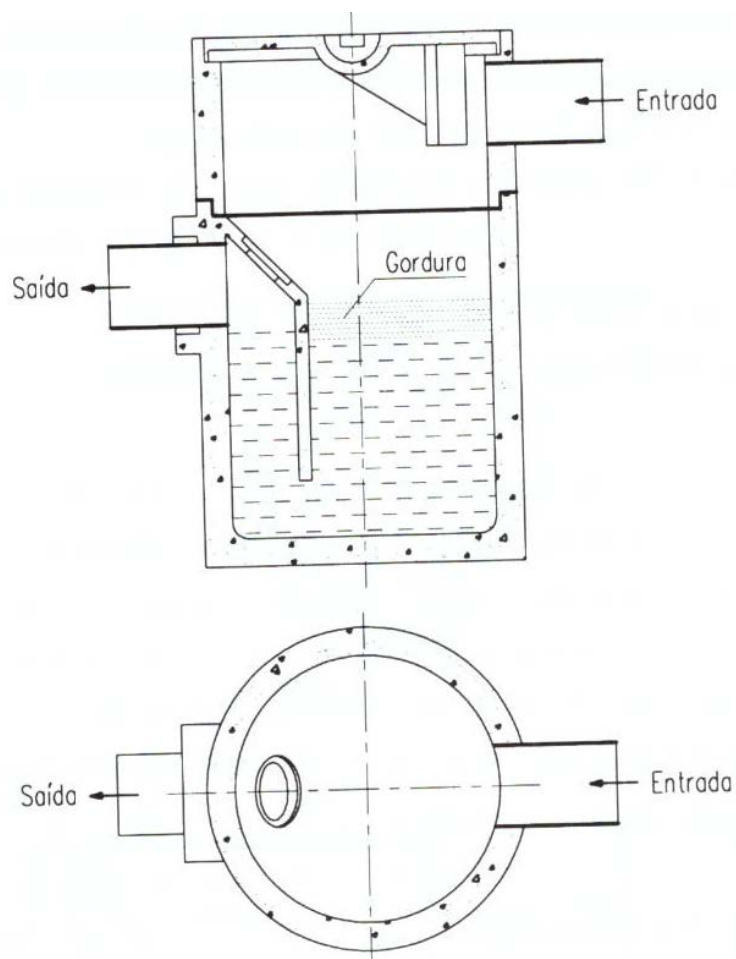


Fig. 2.29 – Câmara de retenção de gorduras fabricada *in situ*. [11]

2.5. TUBAGENS: MATERIAIS CONSTITUINTES

2.5.1. GENERALIDADES

Tendo em vista a correta conceção dos sistemas prediais de distribuição de água e da drenagem de águas residuais é indispensável o conhecimento prévio dos diferentes tipos de tubagens suas características.

Na escolha do tipo de tubagem a utilizar nas redes de distribuição de água fria e quente, para além do fator económico deve ter-se em consideração as condições de aplicação, a composição química e temperatura da água e também as características físico-químicas (Tensão de rotura, condutibilidade térmica, coeficiente de dilatação térmica, resistência à temperatura e às condições atmosféricas, compatibilidade com a água e a corrosão). Será apresentado em seguida um elenco das diferentes tubagens mais usuais, tendo em conta as suas características e disponibilidade no mercado.

2.5.2. TUBAGENS METÁLICAS

As tubagens metálicas continuam a ter grande utilização nos sistemas de distribuição de água quente e fria. Os materiais mais utilizados no fabrico destas tubagens são o aço galvanizado, o cobre e o aço inox. Por outro lado as tubagens de ferro fundido são as mais utilizadas no que se refere aos sistemas de drenagem de águas residuais domésticas (Pedroso,2008).

2.5.2.1. TUBAGENS DE AÇO

O aço, ou ferro preto, é uma liga metálica formada essencialmente por ferro e carbono. Constituem-se como alternativa apenas para as situações em circuito fechado, do tipo dos sistemas de aquecimento central.

Este tipo de tubagens são geralmente comercializadas em varas de 6 metros, com diâmetros nominais que oscilam entre 8 e 150 milímetros.



Fig. 2.30 – Exemplo de tubagem e acessórios em aço. [22]

2.5.2.2. TUBAGENS DE AÇO INOX

O aço inoxidável é uma liga de ferro e cromo, podendo conter também níquel, molibdênio e outros elementos, que apresenta propriedades físico-químicas superiores aos aços comuns, sendo a alta resistência à oxidação atmosférica a sua principal característica.

A alta resistência à corrosão e a sua grande durabilidade faz com que o aço inoxidável, juntamente com o cobre, seja um metal bastante utilizado em tubagens de transporte de água para consumo humano. São geralmente comercializadas em varas de 4 a 7 metros, com diâmetros nominais que oscilam entre 10 e 54 milímetros.



Fig. 2.31 – Exemplo de tubagem em aço inox. [23]

2.5.2.3. TUBAGENS DE AÇO GALVANIZADO

As tubagens de aço galvanizado surgem do revestimento do aço por uma camada de zinco, obtido por imersão (galvanização), no sentido de lhes conferir uma maior resistência à corrosão. Continuam a constituir grande parte dos sistemas de distribuição de água no nosso país.

Tal como as tubagens de aço, são comercializadas em varas de 6 metros, com diâmetros nominais que oscilam entre 8 e 150 milímetros.



Fig. 2.32 – Exemplo de tubagem e acessórios em aço galvanizado. [24]

2.5.2.4. TUBAGENS DE COBRE

Caracterizam-se por uma grande durabilidade em uso, uma boa plasticidade, uma excelente condutibilidade térmica, boa resistência química, reduzida tendência aos encrustamentos e uma grande facilidade de instalação em obra, tornam-se por isso competitivos em relação às tubagens de aço galvanizado apesar do custo superior.

Estas tubagens são geralmente comercializadas em varas de 5 metros ou em rolos de 25 ou 50 metros, com diâmetros que geralmente oscilam entre 8 e 54 milímetros.



Fig. 2.33 – Exemplo de tubagem e acessórios em cobre. [25] [26]

2.5.2.5. TUBAGENS DE FERRO FUNDIDO

Destinadas a redes de drenagem de águas residuais domésticas, as tubagens de ferro fundido deverão ser selecionadas em função da adequação do tipo de proteção, do tipo de composição química das águas a drenar, bem como das características da instalação.

A proteção destas tubagens de aço, no sentido de lhes conferir uma maior capacidade contra a oxidação, é feita por aplicação de revestimentos betuminosos, tintas de zinco, asfálticas ou epóxicas.

São geralmente comercializadas em varas de 0,5 a 3 metros, quando dotadas de abocardamento, e em varas de 3 metros, quando sem abocardamento, com diâmetros nominais que oscilam entre os 50 e os 300 milímetros.



Fig. 2.34 – Exemplo de tubagem em ferro fundido. [27]

2.5.3. TUBAGENS TERMOPLÁSTICAS

Tem vindo a verificar-se uma maior utilização de tubagens em materiais plásticos no fabrico dos sistemas prediais de distribuição de água fria e quente. Os materiais mais usuais são os que se seguem.

2.5.3.1. TUBAGENS DE POLICLORETO DE VINILO (PVC)

Os tubos de PVC estão dimensionados para suportar temperaturas que rondam os 20°C em condições de funcionamento contínuo, pelo que só devem ser usados em redes de distribuição de água fria.

São normalmente comercializadas em varas de 6 metros, com diâmetros nominais que oscilam entre 16 e 315 milímetros.



Fig. 2.35 – Exemplo de tubagem de policloreto de vinilo (PVC). [28]

2.5.3.2. TUBAGENS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD)

Os tubos de PEAD, tal como os de PVC, só devem ser usados em redes de distribuição de água fria, uma vez que estão dimensionados apenas para temperaturas que rondem os 20°C.

Estas tubagens são geralmente comercializadas em rolos ou varas, com diâmetros nominais que oscilam entre 20 e 160 milímetros.

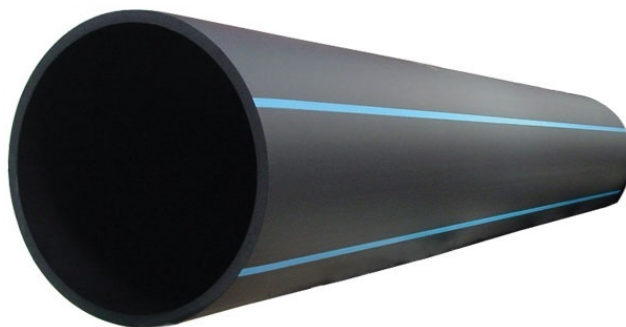


Fig. 2.36 – Exemplo de tubagem de polietileno de alta densidade (PEAD). [29]

2.5.3.3. TUBAGENS DE POLIETILENO RETICULADO (PEX)

Os tubos de PEX poderão ser utilizados em redes de distribuição de água fria e quente, uma vez que estão dimensionados para suportar temperaturas de 95°C, em condições de funcionamento contínuo.

Estas tubagens são geralmente comercializadas em rolos ou varas, com diâmetros nominais que oscilam entre 10 e 110 milímetros.



Fig. 2.37 – Exemplo de tubagem de polietileno reticulado (PEX). [30]

2.5.3.4. TUBAGENS DE POLIPROPILENO (PP)

Os tubos de PP poderão ser utilizados em redes de distribuição de água fria e quente, uma vez que estão dimensionados para suportar temperaturas até 100°C, em condições de funcionamento contínuo. Estas tubagens são geralmente comercializadas em varas, com diâmetros nominais que oscilam entre 16 e 90 milímetros.



Fig. 2.38 – Exemplo de tubagem de polipropileno (PP). [31]

2.5.4. TUBAGENS MULTICAMADA

As tubagens multicamada combinam as vantagens das tubagens termoplásticas (flexibilidade, resistência à agressão química e à corrosão) com as vantagens do alumínio (rigidez, estanquicidade à difusão do oxigénio e resistência à pressão).



Fig. 2.39 – Exemplo de tubagem multicamada e respetivos acessórios. [32]

2.5.5. COMPARAÇÃO DAS VANTAGENS DOS DIFERENTES TIPOS DE TUBAGENS

No quadro seguinte são apresentadas as vantagens de cada tipo de tubagem.

| | Água Fria | Água Quente | Águas Residuais | Resistência ao Choque | Resistência à Corrosão | Resistência a Químicos | Resistência à Temperatura | Coefficiente Dilatação | Flexibilidade | Facilidade Instalação | Perdas Carga Contínuas | Perdas Carga Localizadas | Retenção do Calor | Custo |
|---------------|-----------|-------------|-----------------|-----------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|---------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|-------------------|-------|
| Aço | • | • | | • | | • | • | • | | | | | | 4 |
| Inox | • | • | | • | • | • | • | • | | | • | | | 5 |
| Galvanizado | • | • | | • | • | • | • | • | | | | | | 5 |
| Cobre | • | • | | • | | • | • | • | | • | • | | | 4 |
| Ferro Fundido | | | • | • | | • | • | • | | | | | | 5 |
| PVC | • | | • | | • | • | | | | | • | | • | 1 |
| PEAD | • | | | • | • | • | | | • | | • | • | • | 3 |
| PEX | • | • | | • | • | • | • | | • | | • | • | • | 2 |
| PP | • | • | • | | • | • | • | | | | • | | • | 2 |
| Multicamada | • | • | • | • | • | • | • | | • | • | • | • | • | 3 |

Quadro 1 – Características das tubagens.

2.6. EQUIPAMENTOS ELEVATÓRIOS E DISPOSITIVOS DE UTILIZAÇÃO

Nos quadros a seguir, apresentam-se tipos de bombas e válvulas correntes e suas principais aplicações.

2.6.1. TIPOS DE BOMBAS

| Tipos de Bombas | | Aplicações |
|-----------------|---------------|--|
| Monocelulares | Horizontais | Abastecimento de água, circulação e transferência de água, serviços industriais, pressurização, agricultura, etc. |
| | Verticais | Abastecimento de água, serviços industriais, irrigação e circulação de água em sistemas, pressurização, etc. |
| Multicelulares | Horizontais | Elevação, pressurização e circulação de água, agricultura, etc. |
| | Verticais | Abastecimento de água, circulação e pressurização, serviços industriais, irrigação, instalações especiais, transferência de líquidos, etc. |
| Circuladoras | | Circulação de líquidos em circuitos de aquecimento e circuitos de arrefecimento e de ar condicionado. |
| Submersíveis | Abastecimento | Abastecimento de água, captação de águas subterrâneas, transferência de líquidos, rebaixamento de aquíferos, sistemas de rega, etc. |
| | Drenagem | Drenagem de águas residuais, esvaziamento de reservatórios e piscinas, rebaixamento de aquíferos, agricultura, etc. |
| <i>Jockey</i> | | Abastecimento de água em condições de pequeno débito e elevada pressão. |

Quadro 2 – Tipos de Bombas. [9]

2.6.2. TIPOS DE VÁLVULAS

| Tipos de Válvulas | Aplicações |
|-----------------------|--|
| Seccionamento | Destinam-se a impedir ou estabelecer a passagem de água em ambos os sentidos. |
| Retenção | Destinam-se a impedir a passagem de água num dos sentidos. |
| Antipoluição | Destinam-se a impedir o retorno de águas contaminadas. |
| Segurança | Destinam-se a manter a pressão abaixo de determinado valor por efeito de descarga. |
| Reguladoras de caudal | Permitem limitar os caudais a um valor máximo regulado quaisquer que sejam as variações da pressão de serviço. |
| Redutoras de pressão | Destinam-se a manter a pressão abaixo de determinado valor através da introdução de uma perda de carga. |
| Purga | Destinam-se à descarga de um troço, ou parte da rede predial, localizando-se em cota baixa. |

Quadro 3 – Tipos de válvulas. [9]

2.7. QUALIDADE DAS INSTALAÇÕES

As instalações prediais constituem uma das principais origens de problemas em edifícios, mesmo em construções recentes, estando a distribuição de água e drenagem de esgotos na base de mais de 50% dos problemas detetados em edifícios. Os erros nestas instalações traduzem-se, em regra, em significativos fatores de desconforto, em durabilidades reduzidas e em problemas de humidades, obrigando a intervenções que são, em geral, custosas e incomodativas. Dado que o custo das instalações sanitárias raramente ultrapassa o valor de 5% do custo total da obra, um maior investimento na qualidade resulta em benefícios no futuro, tanto em termos de redução dos problemas de funcionamento, como também em termos de qualidade e conforto para os utilizadores.

Existe em Portugal uma associação de sociedade civil sem fins lucrativos, denominada ANQIP que tem como objetivos gerais a promoção e a garantia da qualidade e da eficiência nas instalações prediais, com particular ênfase nas instalações de águas e esgotos e nas questões de sustentabilidade.

A escolha de materiais certificados, a execução por mão-de-obra especializada e o cumprimento do projeto, são garantia de qualidade. A certificação de materiais, feita através da marcação CE, figura 2.40, indica que um determinado produto está em conformidade com a legislação da UE, significa que o produto foi avaliado, antes de ser colocado no mercado, garantindo assim que são satisfeitos os requisitos essenciais, nomeadamente, a nível da saúde, da segurança e da proteção ambiental.



Fig. 2.40 – Marcação CE.

A ISO (*International Organization for Standardization*) é uma organização não-governamental fundada em 1947, em Genebra, e hoje presente em cerca de 189 países, cuja função é a de promover a normalização de produtos e serviços, para que a qualidade dos mesmos seja permanentemente melhorada. Entre os vários tipos de classificações da ISO encontram-se Normas de Procedimento, como por exemplo, as de gestão da qualidade de acordo com a ISO 9000. Esta família de normas estabelece requisitos que auxiliam a melhoria dos processos internos, a maior capacitação dos colaboradores, a monitorização do ambiente de trabalho, a verificação da satisfação dos clientes, colaboradores e fornecedores, num processo contínuo de melhoria do sistema de gestão da qualidade. De notar que tais normas aplicam-se a campos tão distintos quanto materiais, produtos, processos e serviços.

Em Portugal, a entidade responsável pela ISO é o Instituto Português da Qualidade (IPQ). Este instituto tem por missão a coordenação do sistema português da qualidade, a promoção e a coordenação de atividades que visem contribuir para demonstrar a credibilidade da ação dos agentes económicos, bem como o desenvolvimento das atividades necessárias às suas funções de Instituição Nacional de Metrologia e de Organismo Nacional de Normalização.

A SGS Portugal é a empresa portuguesa que atribui certificação ISO 9001:2008 (figura 2.41).



Fig. 2.41 – Certificação ISO 9001:2008.

3

ESPAÇOS PARA INSTALAÇÕES

3.1. GENERALIDADES

Por muitas razões, existe necessidade de minimizar o espaço necessário às instalações técnicas nos edifícios. Para tal, há que assegurar nos projetos um eficiente uso do espaço para os sistemas de distribuição de serviços quer na direção horizontal, quer na direção vertical.

Os espaços técnicos requerem um planeamento cuidadoso, o qual deve ser considerado logo numa primeira fase do projeto do edifício. O objetivo de um espaço técnico é ocultar tubagens e equipamentos das várias instalações de um edifício e também facilitar a manutenção, reparações e alterações. Um espaço técnico bem concebido deve melhorar o conforto acústico e evitar danos nas instalações.

O ponto de entrada das instalações deve, sempre que possível, localizar-se na frente do edifício mais próximo da rua por onde passa a rede pública. Deve ser obtida a informação detalhada acerca da posição da rede de distribuição de água no arruamento, a fim de determinar o ponto de entrada das instalações técnicas no edifício.

De acordo com o regulamento geral dos sistemas públicos e prediais de distribuição de água, artigo 96.º - Instalação, há que ter em conta, o seguinte:

- 1 – As canalizações interiores da rede predial de água fria e quente podem ser instaladas à vista, em galerias, caleiras, tetos falsos, embainhadas ou embutidas.
- 2 – As canalizações não embutidas são fixadas por braçadeiras, espaçadas em conformidade com as características do material.
- 3 – Na instalação de juntas e no tipo de braçadeiras a utilizar deverão ser consideradas a dilatação e a contração da tubagem.
- 4 – As canalizações exteriores da rede predial de água fria podem ser enterradas em valas, colocadas em paredes ou instaladas em caleiras, devendo ser sempre protegidas de ações mecânicas e isoladas termicamente quando necessário.
- 5 – As canalizações não devem ficar:
 - a) Sob elementos de fundação;
 - b) Embutidas em elementos estruturais;
 - c) Embutidas em pavimentos, exceto quando flexíveis e embainhadas;
 - d) Em locais de difícil acesso;
 - e) Em espaços pertencentes a chaminés.

3.2. ESPAÇOS PARA INSTALAÇÕES VERTICAIS

Os espaços para instalações verticais comportam colunas ou coretes que se estendem a toda a altura do edifício. O número de colunas necessárias depende da viabilidade de acomodar os vários serviços no mesmo espaço ou em vários. O número de colunas verticais e o seu espaçamento deve permitir a distribuição lateral conveniente dos serviços em cada andar. A coluna deve ser construída de modo a ser uma barreira ao fogo nos vários andares do edifício.

A figura 3.1 mostra uma coluna vertical embutida com distribuição de água fria e quente, tubagem para ventilação e também para drenagem de águas residuais. As tubagens encontram-se fixadas a um suporte de aço e estão envolvidas por isolamento térmico.

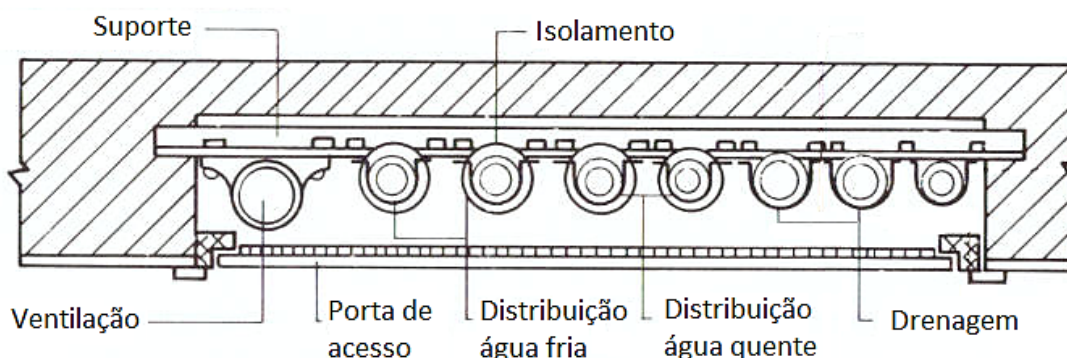


Fig. 3.1 – Coluna vertical, ou corete, embutida (em planta). [5]

Na figura seguinte (figura 3.2) a coluna está parcialmente embutida. Estas colunas são usadas, normalmente, quando é necessário ter um determinado afastamento entre diferentes tubagens ou até quando é necessário separar tubagens de água de tubagens de cabos elétricos. Utilizam-se tubagens de tamanho médio e cabos até 100 milímetros de diâmetro.

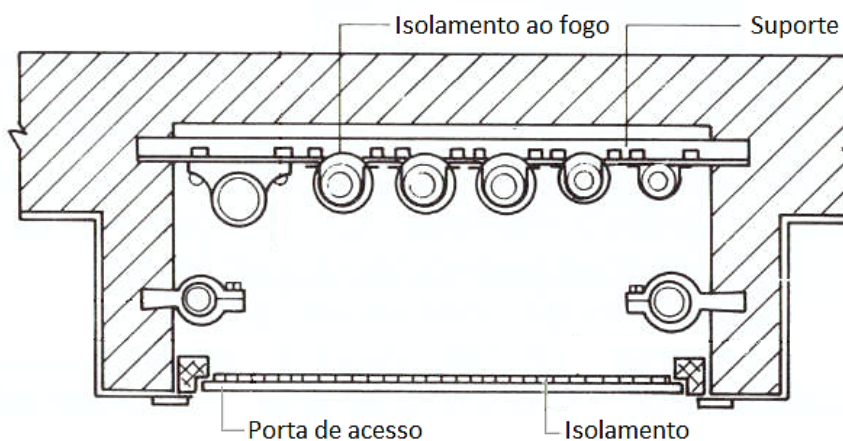


Fig. 3.2 – Coluna vertical parcialmente embutida (em planta). [5]

Na figura 3.3 podemos observar outro tipo de coluna vertical, onde do lado direito se encontra um espaço exclusivamente para abastecimento e drenagem de água, e do lado esquerdo um espaço, totalmente independente, para acomodar as instalações elétricas do edifício.

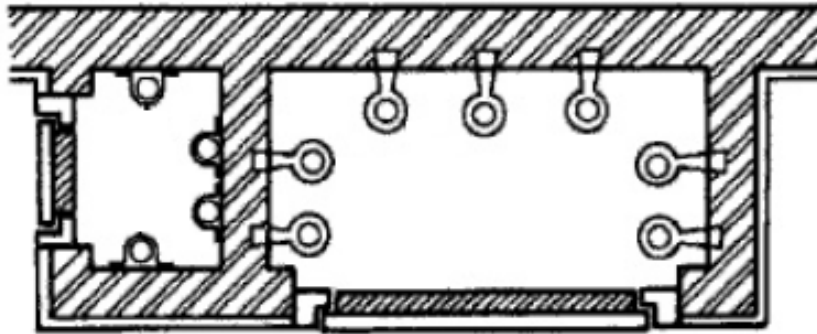


Fig. 3.3 – Coluna vertical de dois espaços técnicos independentes (em planta). [6]

As colunas verticais para grandes edifícios necessitam de espaço para acomodar uma maior quantidade de tubagens e são totalmente acessíveis para trabalhos de manutenção ou a instalação de novos serviços nos edifícios. São por isso denominadas de galerias verticais, figura 3.4.

São frequentemente utilizadas tubagens até 150 milímetros de diâmetro. As tubagens devem ser fixadas recorrendo-se a abraçadeiras encastradas e ainda a um suporte de aço para que se mantenham retilíneas e estáveis ao longo do edifício. O pavimento deve ser forrado com chapa de alumínio por se tratar de uma zona de manutenção. Poderá ter de se incluir uma escada em aço, fixada no centro da parede, em frente à porta, para acesso à coluna a níveis superiores.

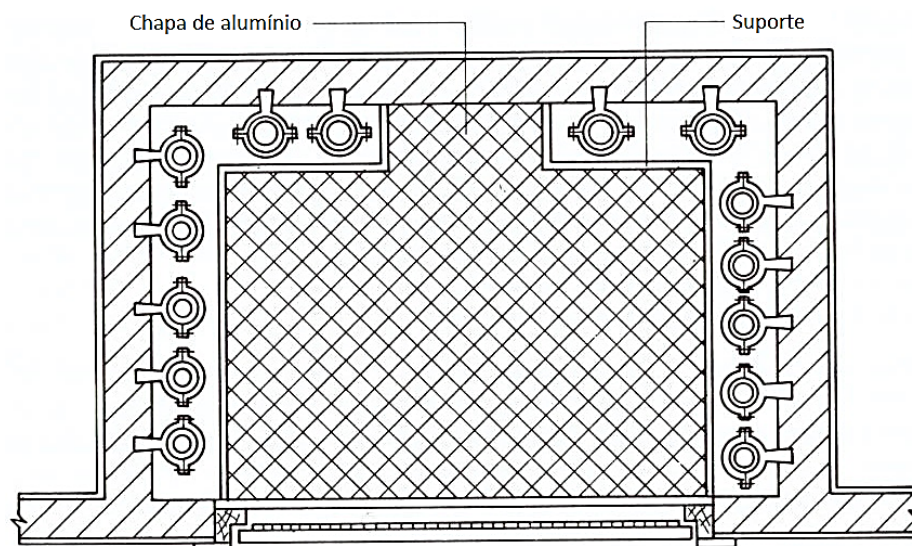


Fig. 3.4 – Coluna vertical totalmente acessível (em planta). [5]

3.3. ESPAÇOS PARA INSTALAÇÕES HORIZONTAIS

3.3.1. TETOS FALSOS

A principal função de um teto falso é acomodar e esconder instalações e equipamentos, de forma a tornar os espaços esteticamente mais apelativos e facilitar o acesso. Os tetos falsos podem ser construídos em madeira ou utilizando uma estrutura de alumínio ou aço galvanizado. A figura 3.5 exemplifica uma estrutura usada para teto falso.

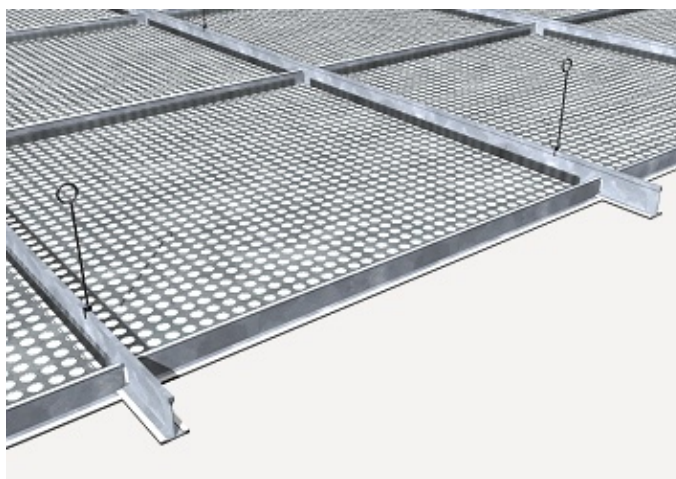


Fig. 3.5 – Estrutura de metal, em malha, para teto falso. [34]

Nesta estrutura em malha suspensa são colocadas placas de gesso cartonado, aglomerados ou compósitos, como mostra a figura 3.6. Dependendo do material usado, podemos assim ter um melhor isolamento térmico, acústico e até proteção contra o fogo. É um sistema frequentemente utilizado em grandes superfícies, escritórios, hotéis, fábricas, etc.

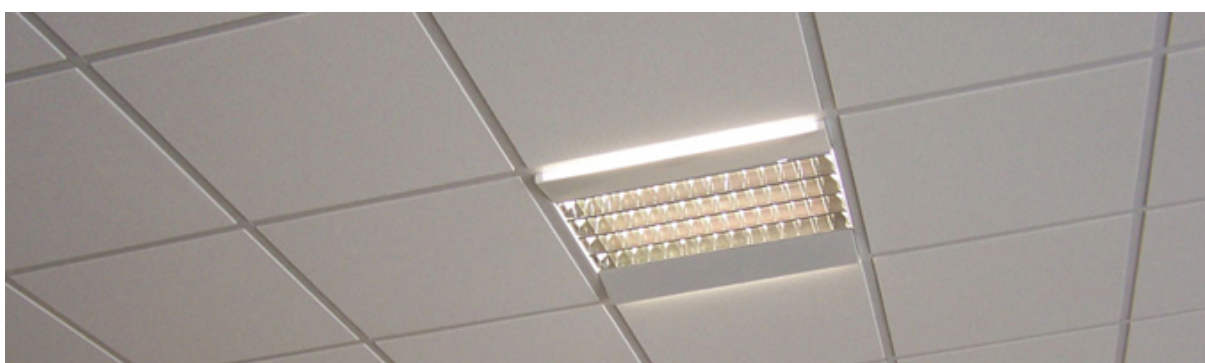


Fig. 3.6 – Teto falso revestido. [35]

3.3.2. PAVIMENTOS TÉCNICOS

Os pisos técnicos, figura 3.7, são maioritariamente usados para acomodar cabos elétricos, de dados e de telecomunicações, contudo também podem ser usados para instalar tubagens de distribuição de água, ventilação e até para pisos radiantes. Tal como os tetos falsos, estes pavimentos são assentes numa estrutura de aço com pedestais. Os painéis que assentam na estrutura metálica têm dimensões *standard* de 60 centímetros quadrados, são de aglomerado de alta densidade com apoios de aço e têm como acabamento final alcatifa, madeira, grés, vinílico, etc. O acesso ao *plenum*, espaço compreendido entre a laje do piso e a estrutura metálica, figura 3.8, é fácil e imediato em qualquer ponto do pavimento, permitindo alterações ou intervenções às infraestruturas aí instaladas. A estrutura, suporte no qual assentam os módulos de pavimento sobrelevado, permite que o pavimento seja montado com diferentes alturas, tornando possível, com o seu ajuste compensar eventuais desníveis da laje. A altura do pavimento à laje varia entre 10 e 60 centímetros.



Fig. 3.7 – Pavimento técnico. [36]



Fig. 3.8 – Interior do pavimento técnico – *plenum*. [37]

3.3.3. PISOS INTERMÉDIOS

Os pisos intermédios caracterizam-se por se localizarem entre pisos, e terem um pé direito inferior ao pé direito normal dos restantes pisos do edifício. Como mostra a figura 3.9, estes pisos destinam-se a acomodar tubagens, no entanto, podem também alojar equipamentos, como por exemplo bombas e reservatórios. São totalmente acessíveis para manutenção ou alterações à rede de abastecimento ou drenagem de água, bem como para quaisquer outros trabalhos que sejam necessários.



Fig. 3.9 – Exemplo de piso intermédio. [8]

3.3.4. CONDUTAS HORIZONTAIS

As condutas horizontais podem ter tampas contínuas ou intervaladas ao longo do pavimento. Estes espaços, construídos em betão armado, devem ser suficientemente amplos para permitir o acesso de um técnico para manutenção ou reparação. Isto requer que tais condutas, tenham no mínimo um metro de largura e de altura e, no mínimo, 690 milímetros entre tubagens, figura 3.10. As tampas de cobertura devem ser suficientemente leves para poderem ser levantadas por uma só pessoa ou no máximo por duas pessoas. Em situações em que as condutas horizontais atravessem compartimentos contíguos, estas devem ter barreiras internas a separar estes espaços para que o fogo não se propague através dessas condutas.

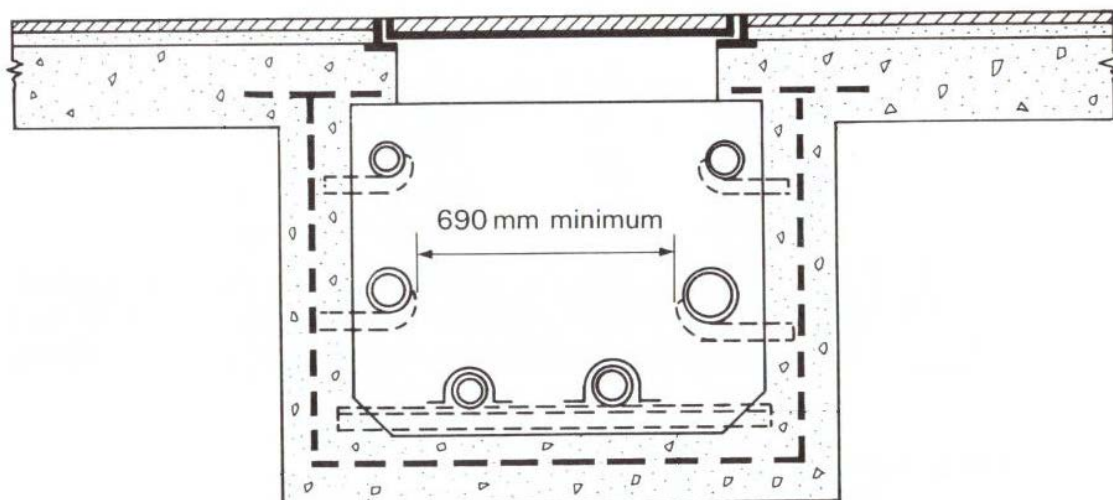


Fig. 3.10 – Condução horizontal (em corte). [5]

3.3.5. GALERIAS HORIZONTAIS

As galerias horizontais são corredores técnicos para acomodar tubagens fixadas nas paredes laterais ou no teto, como mostra a figura 3.11. Estes espaços são contruídos em betão e impermeáveis à água. Se neles for instalada uma caldeira ou outro tipo de instalação, estas têm de ser isoladas da galeria principal e deverão ter portas corta-fogo para impedir a propagação do fogo. A ventilação das galerias horizontais é essencial bem como a construção do pavimento com inclinação suficiente para drenar possíveis fugas de água até um ralo contínuo na base das paredes.



Fig. 3.11 – Galeria horizontal. [2]

As galerias horizontais também podem ser contruídas com secção circular de grande diâmetro, como mostra a figura 3.12.



Fig. 3.12 – Galeria horizontal. [38]

3.4. ESPAÇOS PARA EQUIPAMENTOS

Denominadas por *plant rooms* e muitas vezes referidas em projetos como central de bombagem ou sala das caldeiras, estes espaços permitem acomodar equipamentos como chillers, caldeiras, grupos hidropneumáticos, reservatórios, equipamentos de AVAC ou até geradores (figura 3.13). Estes espaços são, na maioria dos casos, geridos por um engenheiro e uma equipa de técnicos, onde todos os equipamentos aí presentes são controlados num painel de controlo ou numa central.



Fig. 3.13 – Sala técnica. [39]

3.5. SISTEMAS DE FIXAÇÃO

Quando as tubagens das instalações prediais de distribuição de água e drenagem de águas residuais não se encontram embutidas, devem ser fixadas através de abraçadeiras, de modo a assegurar a sua correta fixação e adequada resistência mecânica, permitindo que se deem livremente eventuais contrações ou dilatações e devem ser em quantidade que assegure a correta fixação das tubagens (Pedroso,2008).

As tubagens podem ser fixadas através de duas formas distintas, montadas em estruturas de aço ou fixadas em perfis de aço suspensos ou encastrados, como mostra a figura 3.14.

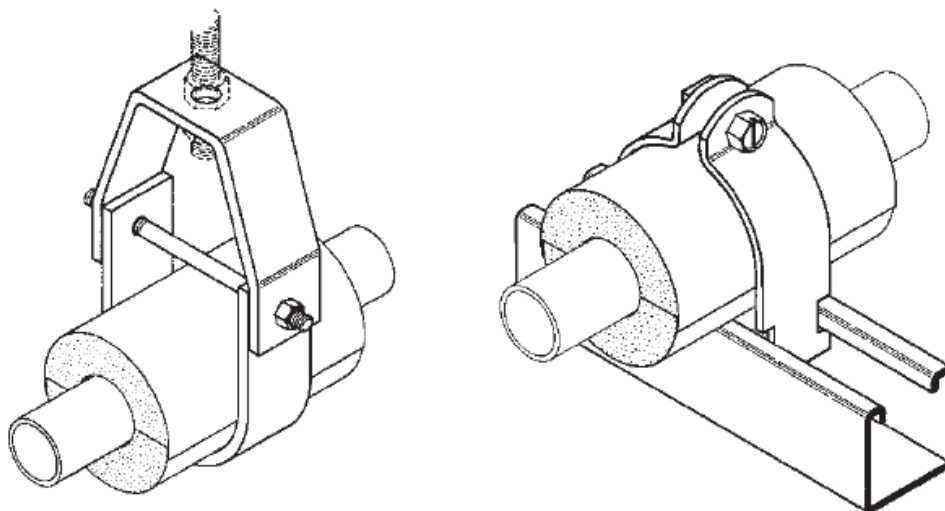


Fig. 3.14 – Tubagem suspensa à esquerda e fixada a estrutura de aço à direita. [46]

Independentemente do sistema de fixação escolhido é necessário usar sempre abraçadeiras, que podem ser fabricadas em aço ou PVC, para envolver e prender a tubagem. Estas abraçadeiras podem ter várias formas dependendo da utilização a que se destinam, ver figura 3.15.



Fig. 3.15 – Tipos de abraçadeiras.

Quando é necessário fixar tubagens de PVC, as abraçadeiras necessitam de ter uma borracha a proteger as tubagens de sofrerem danos (figura 3.16).



Fig. 3.16 – Abraçadeira de aço com proteção de borracha. [40]

A figura 3.17 mostra alguns perfis encastrados na parede e no teto usados com bastante frequência para sustentar tubagens, geralmente de grande diâmetro.

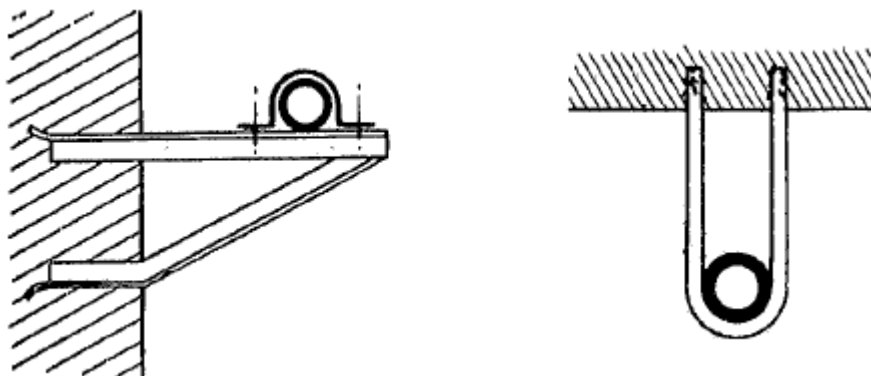


Fig. 3.17 – Perfis em aço para fixação de tubagens. [2]

3.6. SEGURANÇA AO FOGO

De acordo com a Portaria n.º 1532/2008 de 29 de Dezembro, os espaços técnicos devem atender às seguintes regras de conceção:

- O isolamento das condutas e das canalizações dos edifícios pode ser obtido por:
 - a) Alojamento em ductos;
 - b) Atribuição de resistência ao fogo às próprias canalizações ou condutas;
 - c) Instalação de dispositivos no interior das condutas para obturação automática em caso de incêndio.
- Os ductos com secção superior a 0,2 m² devem ser construídos com materiais da classe A1.
- Sem prejuízo do disposto no número seguinte, os ductos devem, sempre que possível, ser seccionados por septos constituídos por materiais da classe A1 nos pontos de atravessamento de paredes e pavimentos de compartimentação corta-fogo ou de isolamento entre locais ocupados por entidades distintas.
- Nos ductos destinados a alojar canalizações de líquidos e gases combustíveis:
 - a) Não é permitido qualquer seccionamento;
 - b) Os troços verticais devem dispor de aberturas permanentes de comunicação com o exterior do edifício com área não inferior a 0,1 m², situadas uma na base do ducto, acima do nível do terreno circundante, e outra no topo, ao nível da cobertura.
- A passagem de canalizações ou condutas através de elementos estruturais devem ser seladas ou ter registos corta-fogo com características de resistência ao fogo padrão iguais aos elementos que atravessam, ou a metade desse tempo se passarem em ductos e desde que a porta de acesso ao ducto garanta, também, metade desse valor.
- Sem prejuízo do disposto no ponto anterior, as portas de acesso devem ser da classe de resistência ao fogo padrão E 30 C, se a altura do edifício for menor ou igual a 28 metros, ou E 60 C, nas restantes situações.

3.7. VENTILAÇÃO

Um sistema de ventilação deve ser concebido, tendo em linha de conta atingir quatro objetivos:

- Fornecer continuamente uma determinada quantidade de ar exterior, fresco e limpo;
- Manter o meio ambiente interior com condições termo higrométricas confortáveis para os seus ocupantes e (ou) adequadas a processos industriais específicos;
- Reduzir possíveis riscos de incêndio ou explosão;
- Remover ou diluir contaminantes do ar.

Uma vez que muitos destes espaços se localizam em pisos subterrâneos, como é recorrente nas unidades hoteleiras, e por isso estão sujeitos a grandes concentrações de dióxido de carbono proveniente do estacionamento nos pisos adjacentes, e por vezes até nos próprios pisos, é necessário assegurar condições exigidas de qualidade do ar interior nestes espaços. Com vista a assegurar as condições de bem-estar e saúde dos ocupantes, o Decreto de Lei n.º 118/2013, que visa assegurar e promover a melhoria do desempenho energético dos edifícios, estabelece:

- Os valores mínimos de caudal de ar novo por espaço, em função da ocupação, das características do próprio edifício e dos seus sistemas de climatização;
- Os limiares de proteção para as concentrações de poluentes do ar interior.

Para assegurar os valores de caudal mínimo de ar novo previstos no RECS, os edifícios de comércio e serviços devem ser dotados de soluções para ventilação por meios naturais, meios mecânicos ou uma combinação de ambos.

A ventilação com recurso às ações naturais do vento e da diferença de temperatura baseia-se em soluções que permitam o escoamento natural do ar nos espaços interiores do edifício, através de aberturas permanentes ou controláveis, com área adequada para o efeito, sendo que o caudal de ar novo efetivo nos espaços está dependente dos efeitos naturais e da atuação dos ocupantes nas folhas móveis dos vãos.

A ventilação com recurso a meios mecânicos baseia-se na utilização de sistemas e equipamentos que promovam a renovação do ar interior por extração do ar do espaço e/ou insuflação de ar exterior ou de ar tratado numa mistura com ar novo vindo do exterior. Deve ser garantida:

- a) A distribuição homogénea do ar novo em toda a zona ocupada do espaço;
- b) A existência de sistemas de ventilação apropriados para a renovação do ar interior que garantam o caudal mínimo de ar novo, de acordo com o previsto, considerando a eficácia de remoção de poluentes garantida por esse sistema na zona ocupada.

3.8. RUÍDO

A vibração de um pequeno objeto não produz geralmente um elevado nível sonoro porque a área de ar colocada em movimento pelo objeto será muito pequena. Contudo se ligarmos a esse objeto um largo painel, a energia transfere-se muito facilmente para sons aéreos, dando origem a um mais elevado nível sonoro. É isso que acontece na maioria das situações com os ruídos nas canalizações embutidas nas paredes ou lajes. Por isso a melhor solução é desligar as tubagens da parede (ou laje) como mostra a figura 4.18. (Carvalho,2015)

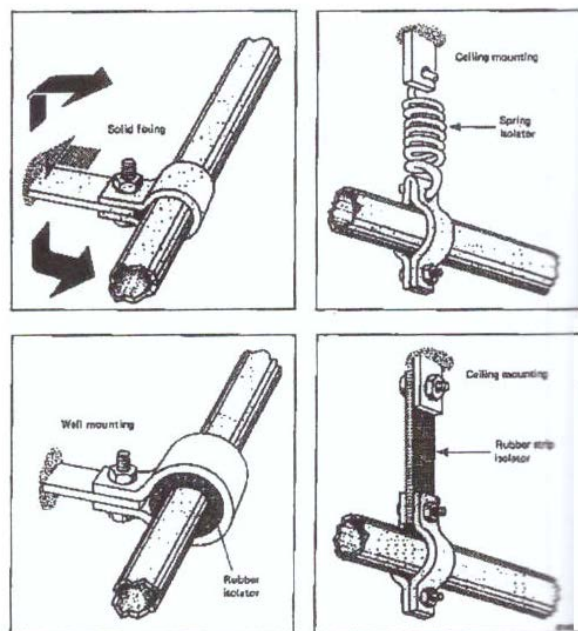


Fig. 3.18 – Exemplos de ligações de tubagens a paredes e tetos. [3]

As instalações prediais de distribuição de água não deverão produzir ruídos que ultrapassem os valores prescritos, de acordo com os diferentes tipos de edifícios, de forma a não pôr em causa o conforto dos utentes. As principais causas da produção de ruídos provocados nestas instalações, estão geralmente associadas a (Pedroso,2008):

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

Nas instalações de drenagem de águas residuais domésticas, a ocorrência de ruídos deve-se ao deficiente dimensionamento dos ramais de descarga, dos tubos de queda, dos sifões, bem como da escolha dos materiais (Pedroso,2008).

3.9. MANUTENÇÃO

Os espaços técnicos deverão ser visitados periodicamente de modo a garantir que estes se mantêm desimpedidos, livres de detritos e livres de parasitas. É necessário, nestas visitas, verificar também a existência de fugas de água ou de outro líquido e executar, quanto antes, os trabalhos de manutenção a fim de garantir que não haja danos estruturais do espaço ou até do edifício.

4

ESTUDO DE CASOS

4.1. INTRODUÇÃO

No presente capítulo serão estudados os espaços técnicos nos diferentes tipos de edifícios, nomeadamente, hotéis, centros comerciais, edifícios de escritórios e de habitação unifamiliar e multifamiliar. Por se destinarem a situações concretas muito diferentes, os espaços técnicos nestes edifícios também têm características diferentes, não só pelas funções que desempenham, mas também pela forma e dimensão do edifício.

4.2. CASO 1: HOTÉIS

4.2.1. HOTEL A

Localizado no último piso subterrâneo do hotel encontra-se um piso inteiro destinado às instalações técnicas. Na primeira sala encontra-se a central de bombagem (figura 4.1), constituída por cinco bombas fixadas a perfis em aço encastrados e elevadas 30 centímetros do nível do pavimento.



Fig. 4.1 – Central de bombagem.

Segue-se uma sala com cerca de 100 m² destinada exclusivamente ao aquecimento da água, sendo composta por duas caldeiras, elevadas do nível do pavimento, estando apenas uma em funcionamento.



Fig. 4.2 – Sala das caldeiras.

Depois de ser aquecida a água passa para outra área técnica independente destinada ao armazenamento e bombagem. Este espaço inclui cinco reservatórios de grandes dimensões, dois deles elevados (figura 4.3), com os respetivos permutadores, para manter nos 60°C a água acumulada. Todas as tubagens bem como os reservatórios de água estão fixados a perfis de aço encastrados à laje (figura 4.4).

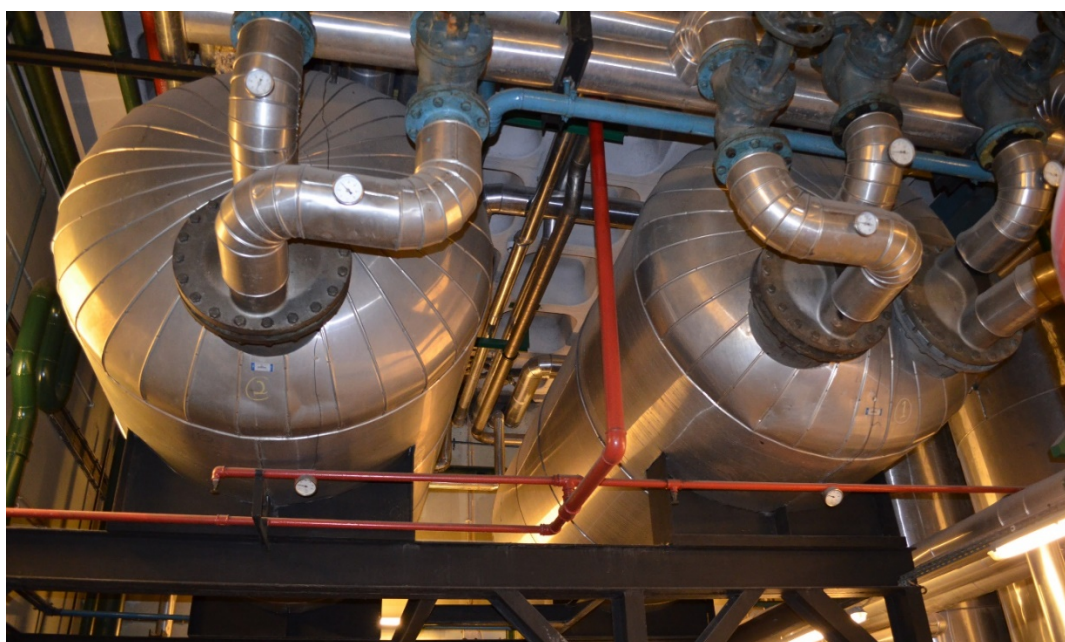


Fig. 4.3 – Pormenor dos depósitos de água quente “elevados”.



Fig. 4.4 – Pormenor dos perfis de fixação das tubagens à laje.

Logo à direita dos reservatórios encontram-se seis bombas para elevar a água até ao último piso do hotel (figura 4.5). Estas bombas estão dispostas e fixadas da mesma forma das bombas de abastecimento de água fria.



Fig. 4.5 – Conjunto de bombas para abastecimento de água quente.

Nesta última sala encontram-se também as entradas para as três cisternas do hotel (figura 4.5) e a estação de tratamento da água das cisternas, figura 4.7. É de referir que este piso tem entre quatro e cinco metros de pé direito e é totalmente em betão armado não existindo, por isso, qualquer pilar.



Fig. 4.6 – Cisterna.



Fig. 4.7 – Estação de tratamento de água.

As colunas de abastecimento de água fria e quente, bem como as de retorno desta última, encontram-se embutidas desde a cave até ao primeiro piso inferior ao piso dos quartos. Nesse piso seguem por tetos falsos, ramificam-se em diferentes pontos e acabam por subir ao primeiro piso dos quartos. Daí estendem-se verticalmente até ao último piso do hotel, servindo todos os pisos com quartos.

A cada dois quartos encontra-se um armário, representado na figura que se segue (figura 4.8), que engloba abastecimento de água fria, drenagem de águas residuais e pluviais, abastecimento de água quente e retorno e água para combate a incêndios, respetivamente. Possui também um contador e um quadro elétrico para cada um dos quartos. Como podemos ver na figura 4.8, este espaço está selado dos pisos adjacentes por questões de segurança contra incêndio.



Fig. 4.8 – Armário para instalações.

A partir dos projetos de abastecimento de água do hotel foram medidas as áreas dos espaços técnicos abordados anteriormente. Obteve-se uma área técnica total, para os equipamentos, de aproximadamente 300 m² e uma área de 115 m² para as três cisternas.

É ainda importante referir a existência de sinalização das saídas de emergência em todas as salas técnicas do hotel e o facto de todas as portas neste piso serem portas corta-fogo.

4.2.2. HOTEL B

Como no hotel anterior, as instalações técnicas deste hotel estão localizadas no último piso acessível abaixo do piso térreo. Relativamente à envolvente desta área técnica podemos concluir que é caracterizada por uma laje aligeirada fungiforme revestida com lã de rocha projetada, o que confere isolamento acústico e térmico como também resistência ao fogo, o pavimento é constituído por ladrilhos cerâmicos e a envolvente de betão armado rebocado e pintado.

Na parte superior da planta, na figura 4.9, encontram-se duas caldeiras, estando apenas uma em funcionamento ao longo de todo o ano (figura 4.11); ao lado foram colocados os reservatórios de água quente com permutadores, de forma a manter a temperatura da água nos 60°C.

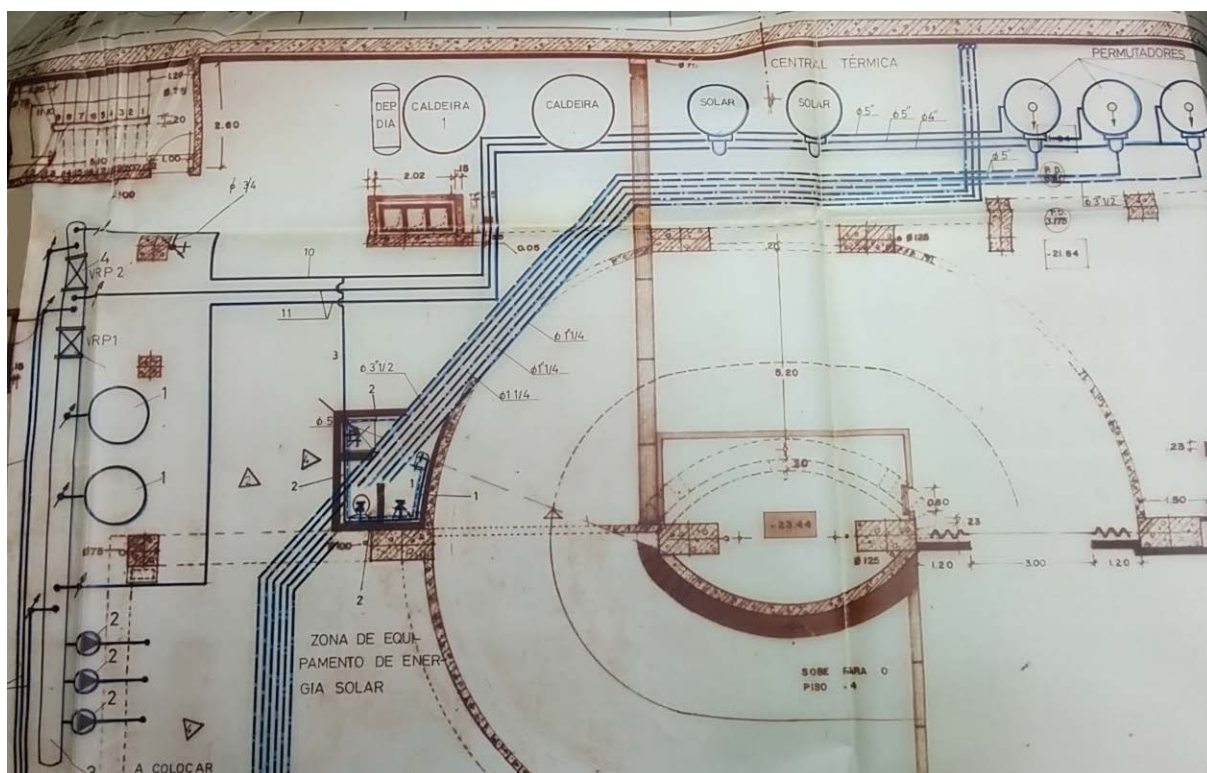


Fig. 4.9 – Planta do piso -5, áreas técnicas do Hotel Porto Palácio.

Do lado esquerdo da planta podemos encontrar três grupos hidropneumáticos de baixa, média e alta pressão, representados, na figura 4.10, de forma a abastecer os 19 pisos do hotel. Atrás destes encontra-se uma zona de seis reservatórios utilizados para o tratamento da água retida na cisterna, localizada abaixo deste piso.

Todas as instalações técnicas encontram-se elevadas do pavimento por um bloco maciço de betão e aparafusadas a perfis de aço encastrados nos blocos, como mostra a figura 4.10.

As tubagens encontram-se suspensas, utilizando-se um perfil e dois cabos de aço, ou fixadas ao pavimento através de perfis/apoios em aço.

Contabilizou-se uma área, muito próxima da calculada no hotel anterior, de aproximadamente 320 m².



Fig. 4.10 – Grupos hidropneumáticos.



Fig. 4.11 – Caldeira.

A figura seguinte mostra a entrada para a cisterna, localizada no centro da planta (figura 4.6), numa sala anexa ao espaço técnico acima referido.



Fig. 4.12 – Entrada para a cisterna.

A cisterna, como pudemos ver no corte abaixo (figura 4.13), está localizada sobre a fundação do hotel. A água aí acumulada é tratada diariamente a partir da estação de tratamento do hotel e programadores.

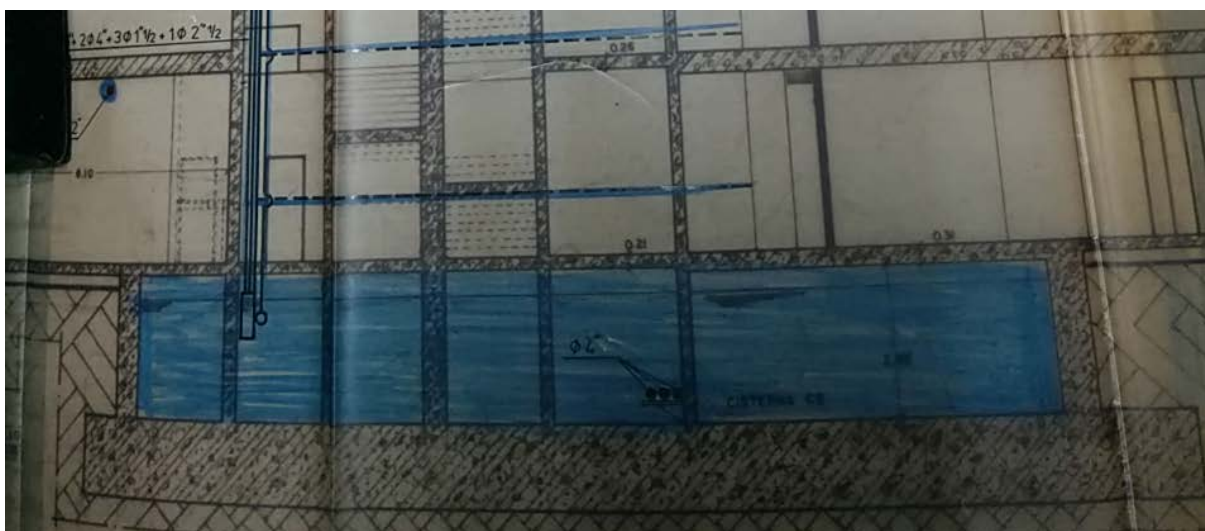


Fig. 4.13 – Corte da cisterna.

Para o abastecimento de água aos vários pisos do hotel é utilizado uma galeria vertical ao longo de todo o comprimento do edifício, desde o piso -4 até ao piso 19, o último piso, o qual termina numa hélice para ventilação deste espaço. Em cada piso a rede de abastecimento distribui-se pelos tetos falsos existentes nos corredores que dão acesso aos quartos.

Este compartimento, facilmente identificável em planta (figura 4.14), constitui um núcleo de rigidez do hotel. Possui uma secção retangular e uma envolvente em betão armado; em cada piso existe uma “ponte” encastrada para acesso e manutenção das tubagens da galeria.

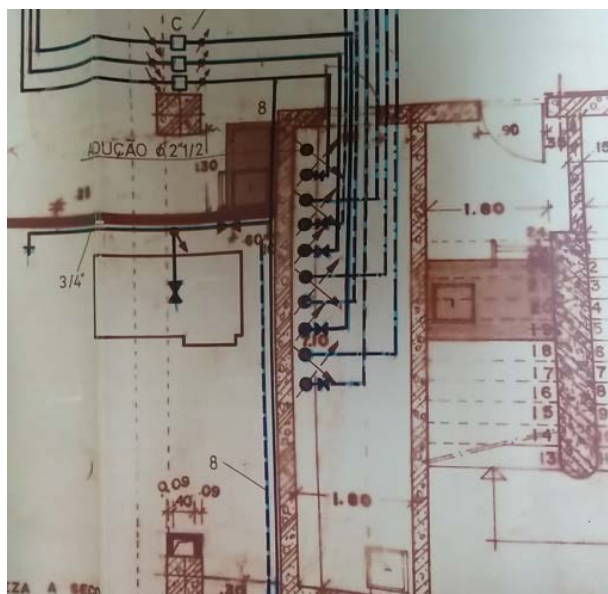


Fig. 4.14 – Planta da galeria.

Ao longo das laterais podemos encontrar dois perfis em aço encastrados que servem de suporte às diversas tubagens aí presentes. Bocas de limpeza, iluminação e isolamento das tubagens são correntes nesta galeria vertical, observável na figura 4.15.



Fig. 4.15 – Galeria vertical.

4.2.3. HOTEL C

Nesta unidade hoteleira, ao contrário das analisadas anteriormente, o abastecimento de água quente aos quartos faz-se a partir do último piso. Neste piso existem quatro depósitos de água quente e um permutador. Têm vindo a ser feitas intervenções de modo a que, no caso de uma fuga ou avaria, seja possível isolar a zona danificada e assim minimizar o corte no abastecimento aos quartos. Como se pode verificar na figura 4.16, é de realçar a preocupação com o acesso a todas as tubagens e equipamentos e a organização do espaço. As tubagens estão todas isoladas e fixadas a perfis de aço encastrados e suspensos à laje de cobertura, utilizando-se para tal cabos de aço. O fato desta área se localizar na cobertura permite a iluminação e ventilação naturais.



Fig. 4.16 – Área técnica para abastecimento e reserva de água quente.

Tal como no conjunto dos hotéis analisados, verifica-se a existência de uma corete por cada dois quartos, do primeiro ao último piso, com acesso às tubagens de abastecimento de água fria e quente, dotadas de válvulas de corte, permitindo assim o corte parcial no abastecimento, como mostra a figura 4.17. Estas tubagens partem de um espaço técnico (figura 4.18), comum em todos os pisos, junto às escadas de emergência exteriores, ramificando-se posteriormente pelas coretes dos quartos.



Fig. 4.17 – Exemplo de corete entre dois quartos.



Fig. 4.18 – Entrada das colunas de abastecimento de água fria para os pisos superiores.

Na sala das caldeiras, localizada no piso 0, encontram-se duas em constante funcionamento e dois reservatórios de água quente para abastecer serviços e cozinha nos primeiros pisos do hotel, figura 4.19. Tal como nos restantes hotéis a laje aligeirada e o pavimento de cimento são constantes nestes espaços. É de referir também que as caldeiras não estão elevadas mas existe drenagem no pavimento, ao longo da sala. Possui também sensores de deteção de gás, temperatura e fumo. As tubagens estão suspensas da laje utilizando-se para tal, dois cabos e um perfil em aço.



Fig. 4.19 – Sala das caldeiras.

Quanto aos reservatórios para armazenamento de água de fria, no último piso subterrâneo, existem oito iguais ao da figura 4.20. A principal vantagem deste tipo de reservatórios, em relação às cisternas, é a possibilidade de fechar um ou mais para manutenção, mantendo-se assim o abastecimento do hotel. É de referir também que estes depósitos são limpos regularmente, através de uma escotilha aberta no depósito pelo responsável das áreas técnicas. Estes reservatórios encontram-se elevados do pavimento de modo a serem movidos facilmente em caso de substituição.

Na laje do mesmo piso, piso -2, as bocas de limpeza encontram-se todas juntas para facilitar a limpeza das tubagens, no entanto, dado o fácil acesso por se situarem numa zona de livre circulação já aconteceu serem abertas apenas por diversão, figura 4.21.



Fig. 4.20 – Reservatório de água fria.



Fig. 4.21 – Pormenor de bocas de limpeza e perfil de fixação das respetivas tubagens.

A sala de bombagem, figura 4.22, encontra-se junto aos reservatórios de água fria numa área anexa ao parque de estacionamento. Existem seis bombas controladas por um programador que as ativa, de acordo com a necessidade de altura de elevação da água.

Este espaço tem o pavimento em cimento e uma laje maciça na cobertura, as bombas não estão elevadas do pavimento e não existe drenagem suficiente em caso de ocorrência de uma fuga de água.



Fig. 4.22 – Sala de bombagem.

4.3. CASO 2: CENTROS COMERCIAIS

4.3.1. NORTE SHOPPING

O Norte Shopping localiza-se na freguesia da Senhora da Hora, em Matosinhos, é considerado um dos centros comerciais mais modernos da Europa. Toda a rede de abastecimento e drenagem de água está localizada por trás das lojas e restaurantes em galerias horizontais. Aquando da visita a este centro comercial encontrava-se a decorrer a substituição das tubagens de abastecimento de água, até agora em ferro fundido, por tubagens em PP-R, por isso nas figuras que se seguirão, surgirão, na maior parte destas, duas tubagens de materiais diferentes lado a lado.

A figura 4.23 apresenta-nos um exemplo de uma galeria horizontal de envolvente em blocos de betão e laje de pavimento em betão armado onde as tubagens seguem fixas a perfis de aço ao longo da galeria.



Fig. 4.23 – Galeria horizontal.

Nessas galerias, quando nos encontramos junto a uma porta existe sempre um contador com o nome da respectiva loja ou neste caso restaurante, figura 4.24. A maior parte das lojas deste centro comercial, possuem um lavatório, havendo no entanto algumas que para além de lavatório têm também uma bacia de retrete. Também as instalações de abastecimento e drenagem de água das casas de banho são acessíveis, existindo dois contadores por casa de banho, um para água potável e outro para não potável utilizada nos autoclismos, como mostra a figura 4.25.



Fig. 4.24 – Contador de espaço comercial.



Fig. 4.25 – Instalações de abastecimento de água das casas de banho.

Ao longo da rede de abastecimento de água encontram-se igualmente bocas de limpeza, válvulas de corte, juntas antivibráticas e um *bypass* que liga as duas colunas montantes de abastecimento de água para que quando se fecha parte de uma coluna, o restante da rede seja abastecido pela outra coluna (figura 4.26).



Fig. 4.26 – Bocas de limpeza e válvula de corte, em cima. Bypass e junta antivibrática, em baixo.

Relativamente à central de bombagem, figura 4.27, existem quatro cisternas, duas delas com água potável e as restantes com água de um furo, ou seja, não potável. A envolvente deste espaço é em betão armado e blocos de cimento, os três grupos hidropneumáticos encontram-se elevados cerca de dez centímetros do nível do pavimento, as tubagens de abastecimento (em cor verde na figura 4.27) estão fixas a perfis de aço encastrados e através de abraçadeiras também encastradas. No pavimento estão devidamente sinalizadas a amarelo os equipamentos, instalações e tubagens. Este espaço localiza-se no piso -3, o último piso subterrâneo.



Fig. 4.27 – Central de bombagem.

4.3.2. SHOPPING CIDADE DO PORTO

Construído em 1997 pela Soares da Costa, este centro comercial divide-se em duas partes distintas, o *shopping*, propriamente dito, e uma torre de escritórios que inclui um ginásio no último piso. Daí a existência de dois grupos hidropneumáticos independentes como podemos ver na figura seguinte. O grupo à esquerda abastece a torre, de água fria potável, e o da direita o centro comercial. Este espaço, todo ele em betão, apesar de não possuir drenagem no pavimento, tem uma pequena inclinação em direção à cisterna, que se encontra por trás destes grupos hidropneumáticos, onde existe um sulco para descarga das cisternas, mas também para drenagem em caso de fuga de água de alguma tubagem ou equipamento, figura 4.30.



Fig. 4.28 – Central de bombagem – Grupos Hidropneumáticos.

As eletrobombas estão a um nível superior ao do pavimento cerca de cinco centímetros, assentes numa estrutura de aço. Em caso de avaria de alguma das bombas surge um aviso luminoso no quadro da parede à direita, figura 4.28.

As tubagens da rede de incêndios estão fixadas num perfil suspenso em cinco pontos diferentes à laje. Nas restantes tubagens são usadas abraçadeiras de aço suspensas.

Este espaço está localizado no último piso subterrâneo, o piso -3, espaço esse destinado a estacionamento e por isso a ventilação aí existente é a mesma que no parque de estacionamento. Em caso de o monóxido de carbono atingir determinado nível o sistema de ventilação é acionado.

Mais à direita encontra-se a central de bombagem para serviço de incêndio e respetiva cisterna atrás, como podemos ver na figura 4.29.



Fig. 4.29 – Central de bombagem – Serviço de Incêndio.



Fig. 4.30 – Central de bombagem – Drenagem.

Nos corredores para as casas de banho encontram-se coretes, figura 4.31, impercetíveis a quem passa, onde se encontram as tubagens de abastecimento e drenagem de água das casas de banho, fixadas através de abraçadeiras. Estes espaços são de tijolo à vista e, através da figura abaixo, podemos concluir que foram construídos posteriormente à construção das lajes. É de referir que em todos eles existe uma tomada elétrica e uma torneira para apoiar o serviço de limpeza das casas de banho e para eventual necessidade de manutenção. Podem ser observadas também bocas de limpeza, no canto superior direito da corete, figura 4.31.



Fig. 4.31 – Corete 1.

Noutras casas de banho, e também impercetíveis, as coretes encontram-se junto aos lavatórios, figura 4.32. A restante parte da rede de abastecimento de água às lojas e aos restaurantes, do centro comercial, encontra-se toda ela em tetos falsos.

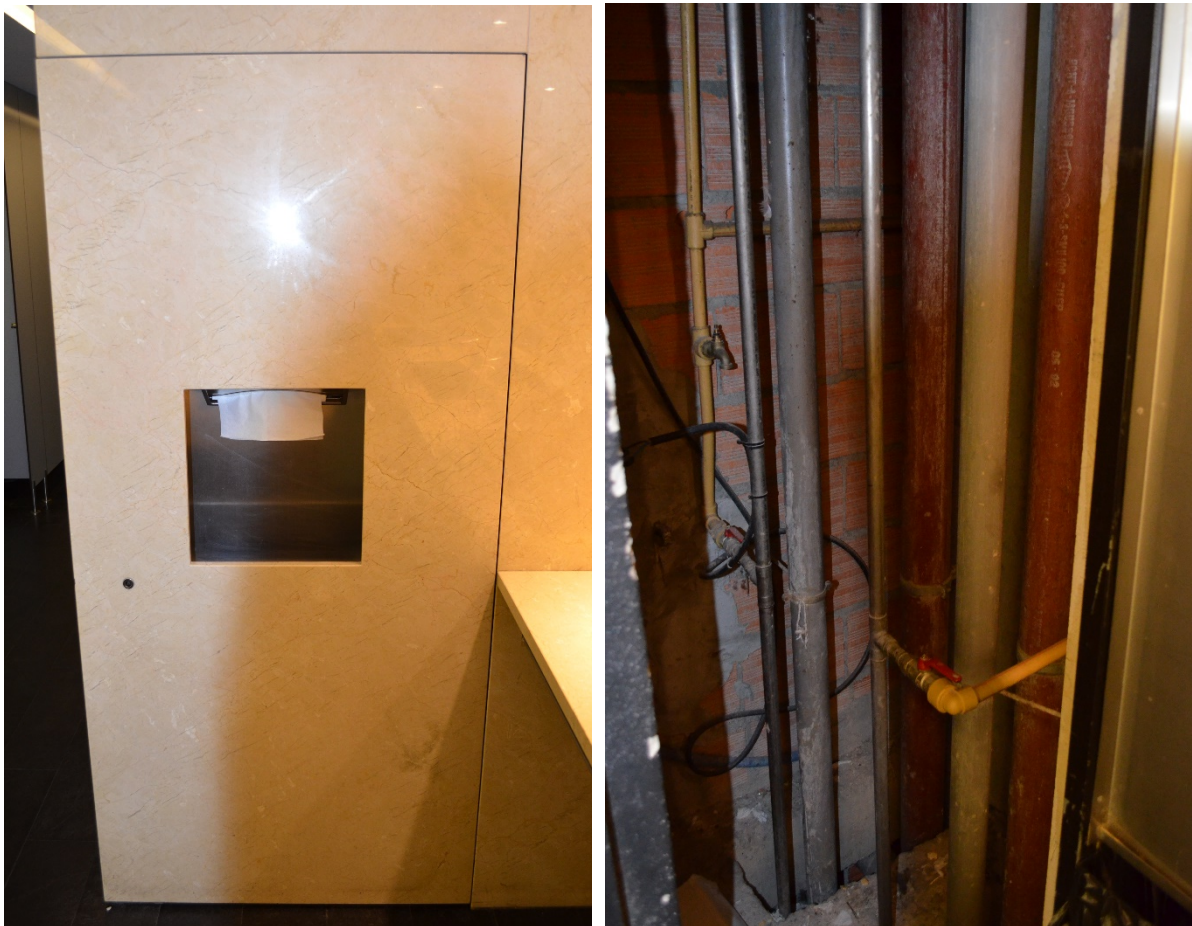


Fig. 4.32 – Corete 2.

À entrada para o parque de estacionamento podemos observar o fim da rede de drenagem de águas residuais e pluviais do centro comercial e da torre, figura 4.33. Este é o último troço da rede antes de ligar ao coletor público. As três tubagens de grande diâmetro encontram-se suspensas à laje aligeirada, através de abraçadeiras e cabos de aço. Foi construída, posteriormente à construção do centro comercial, uma plataforma para limpezas regulares destas tubagens dado que se tornava impossível fazê-lo durante o funcionamento diário do centro comercial, pois seria necessário fechar o acesso ao parque.

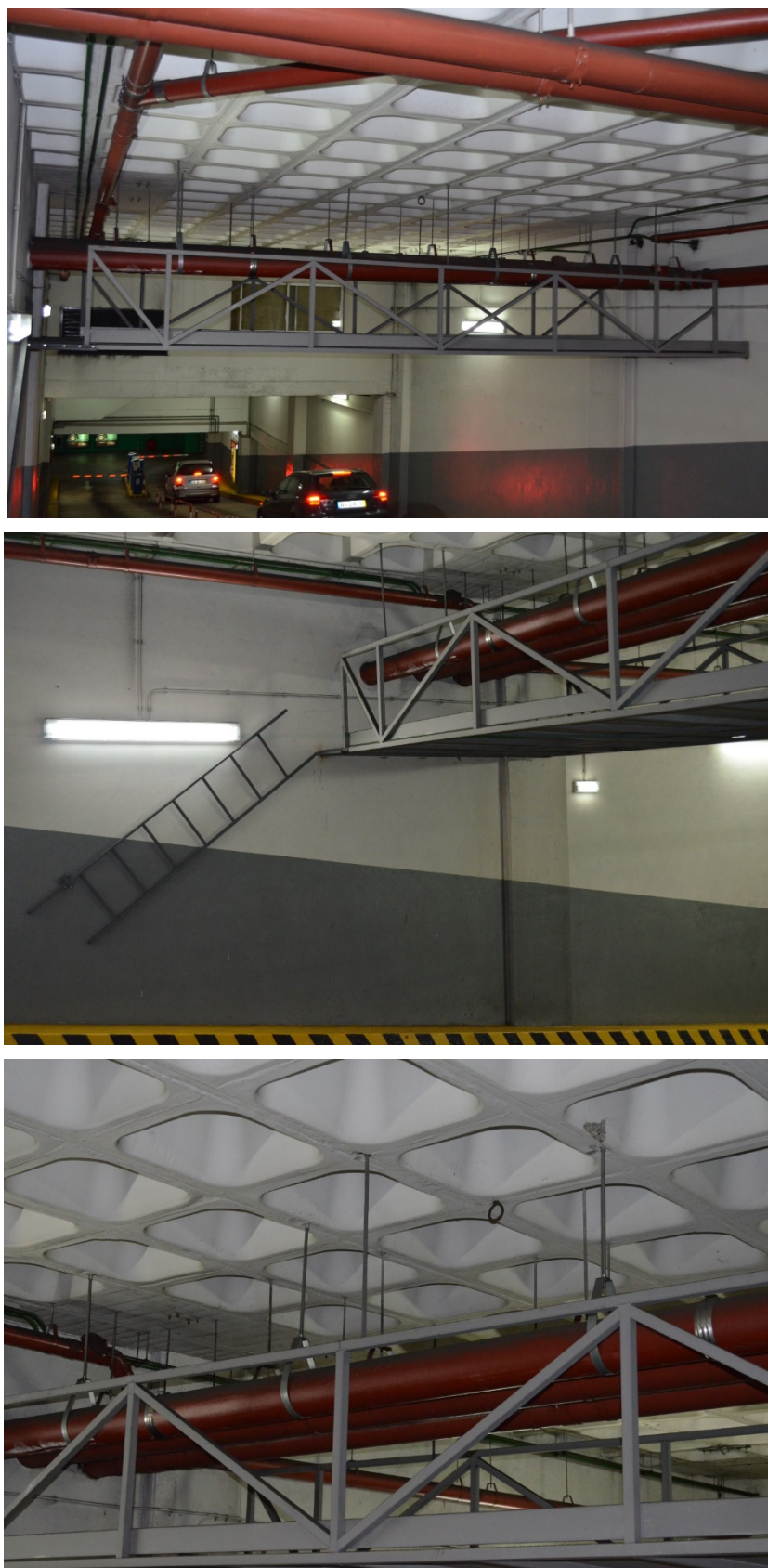


Fig. 4.33 – Troço final da rede de drenagem de águas residuais e pluviais.

4.3.3. SHOPPING VIA CATARINA

O Via Catarina situa-se em plena baixa portuense, na zona comercial mais antiga da cidade, na Rua de Santa Catarina.

As áreas técnicas para equipamentos são aqui constituídas por duas salas. A primeira é relativa à central de bombagem de água fria, figura 4.34. A central de bombagem é muito idêntica às analisadas nos dois centros comerciais anteriores sendo toda a envolvente em betão armado. As quatro bombas que podemos ver na figura estão elevadas cerca de 10 centímetros do nível do pavimento e só se encontra uma a funcionar, sendo que diariamente é feita uma rotação entre as bombas.



Fig. 4.34 – Sala de bombagem de água.

Ao contrário dos centros comerciais anteriores, no Via Catarina, a sinalização de segurança é uma prioridade. Logo à entrada para a central de bombagem de incêndio e cisternas deparamo-nos com três sinais de grande importância. O uso de auriculares neste espaço é obrigatório pois o ruído é, completamente ensurdecedor. Existem tubagens à altura da cabeça, daí o aviso da existência de objetos a baixa altura. O uso de botas de proteção também é importante nestes locais.



Fig. 4.35 – Central de Incêndio e cisternas.

Na mesma sala encontra-se a entrada para as cisternas e, uma vez mais, a preocupação com a segurança neste espaço é uma constante. Como podemos observar na figura 4.36, existem proteções à volta das escadas que dão acesso às cisternas.



Fig. 4.36 – Cisternas de água.

Em frente às cisternas encontra-se a estação de tratamento de água (figura 4.37) que, como os restantes equipamentos, está elevada do nível do pavimento e os reservatórios de cloro estão isolados e assentes num recipiente que permite que não haja qualquer derrame para o pavimento em caso de pequenas fugas resultantes da utilização. Uma vez mais a sinalização avisa para o perigo de substâncias corrosivas e o uso obrigatório de óculos e luvas de protecção, como mostra a figura 4.38.



Fig. 4.37 – Estação de tratamento de água.



Fig. 4.38 – Sinalização na estação de tratamento de água.

Tal como nos restantes espaços comerciais, por trás das lojas existem galerias horizontais. No entanto, a rede de abastecimento de água encontra-se na sua maioria embutida nas paredes, podendo ser avistadas, em algumas zonas, colunas e tubagens de abastecimento e de drenagem de água como se vê na figura 4.39.

Pela primeira vez pode ver-se a sinalização do sentido do escoamento e da substância existente nas tubagens. Como podemos ver nesta figura, as tubagens estão apoiadas em vários perfis de aço.



Fig. 4.39 – Ramais na galeria horizontal.

4.4. CASO 3: EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS

4.4.1. EDIFÍCIO BURGO

Construído em 2011, este edifício foi projetado pensando na necessidade de escritórios, uma vez que se situa numa zona privilegiada da cidade e com acesso direto à VCI. Compõe-se de dois edifícios, um dos quais se destaca pela sua escala, a Torre com um total de 18 pisos acima do solo apresenta uma monumentalidade a que ninguém fica indiferente.

No piso -2, encontra-se a sala de bombagem com dois grupos hidropneumáticos elevados cerca de seis centímetros do pavimento, cada um para metade da altura da torre, e três cisternas em betão armado. (figura 4.40). Todas as tubagens têm uma seta em branco que indica o sentido do escoamento.



Fig. 4.40 – Sala de bombagem.

As tubagens estão fixas a perfis de aço, em forma de “L”, que estão por sua vez fixados nas paredes ou na laje (figura 4.41).



Fig. 4.41 – Perfis de fixação das tubagens.

No último piso subterrâneo, piso este previsto para estacionamento, encontra-se um espaço técnico destinado aos contadores das áreas comuns dos dois edifícios, como mostra a figura 4.42. Este espaço tal como a central de bombagem tem uma envolvente em betão e as tubagens encontram-se fixadas à parede através de abraçadeiras.



Fig. 4.42 – Espaço técnico.

No centro da torre existem duas coretes que vão do primeiro ao último piso e que integram duas colunas de abastecimento de água, uma de drenagem de águas residuais e os contadores das frações existentes em cada piso (figura 4.43). Todas as tubagens desta corete estão rotuladas com o sentido do escoamento e o tipo de fluido.



Fig. 4.43 – Corete.



Fig. 4.44 – Rotulagem das tubagens.

4.4.2. EDIFÍCIO PORTO OFFICE

Localizado na Rua Manuel Pinto de Azevedo este recente edifício de escritórios possui 3 salas para instalações no último piso subterrâneo, piso -2. Sala do gerador, sala de bombagem de água fria que inclui um grupo hidropneumático e duas cisternas e sala de combate a incendio. Do lado de fora de cada sala existe um aviso luminoso para o caso de falha de algum sistema das instalações aí existentes (figura 4.45).



Fig. 4.45 – Aviso de avaria.

A sala de bombagem de água fria tem uma envolvente em betão armado, inclui dois reservatórios, para o caso de avaria de um deles, e um grupo hidropneumático todos eles instalados a um nível superior ao nível do pavimento.



Fig. 4.46 – Sala de bombagem.

Existe um sulco em cimento para drenagem que contorna os reservatórios, para efeitos de descarga ou fuga de água.



Fig. 4.47 – Reservatórios e drenagem da sala.

Depois de sair da sala de bombagem, a coluna montante volta a passar por um armário na receção do edifício, figura 4.48.

Podemos observar também a tubagem de drenagem de águas residuais e de pluviais ao lado. O contador totalizador do edifício encontra-se por trás da segunda porta deste armário.

Estas tubagens, após sofrerem um pequeno desvio para um local mais ao centro do edifício, seguem posteriormente para os pisos seguintes.



Fig. 4.48 – Coluna montante.

À entrada de cada piso, junto ao elevador, existe outro armário que contém a coluna montante, no centro, seguida dos respectivos contadores de cada fração. Podemos também observar as colunas de águas residuais e pluviais, à esquerda, na figura 4.49. A tubagem PEX, que parte deste armário, segue pelo teto falso existente em todos os pisos até ao escritório a que se destina. As tubagens em PVC estão fixadas com abraçadeiras enquanto que as tubagens PEX estão fixas a uma calha aparafusada à parede. Existe um sulco no pavimento deste espaço para o caso de ocorrência de uma fuga de água, no entanto, não existe drenagem do mesmo.



Fig. 4.49 – Armário de contadores das frações.

4.5. CASO 4: EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO

4.5.1. CASA FEZ

A Casa Fez, da autoria de Álvaro Leite Siza Vieira está localizada na Rua de Fez, a Sul da Escola Secundária Garcia de Horta no Porto. É um edifício com uma estrutura em betão armado com grande desenvolvimento longitudinal sem juntas.



Fig. 4.50 – Casa Fez. [41]

A Casa Fez tem uma área técnica para abastecimento e aquecimento de água, com aproximadamente seis metros quadrados. Como podemos ver na figura 5.51, esta área inclui:

- Grupo hidropneumático, com duas bombas e reservatório de ar comprimido;
- Depósito de água fria;
- Termoacumulador para auxiliar o sistema de circulação forçada dos painéis solares existentes na cobertura;
- Zona para abastecimento de água da piscina interior que inclui uma bomba submersível com um controlador para extrair água do solo.

Esta área encontra-se a um nível mais baixo que o nível do pavimento e tem uma inclinação suficiente para drenar possíveis fugas de água até a um ralo aí existente (figura 4.52).



Fig. 4.51 – Área técnica.



Fig. 4.52 – Drenagem do espaço técnico.

4.5.2. EDIFÍCIO DO PARQUE

O Edifício do Parque da autoria de Rogério Cavaca localiza-se a Norte do Parque da Cidade, na cidade de Matosinhos. É composto por três blocos independentes que lhe conferem esta forma em “U”, como podemos verificar na fotografia seguinte 4.53. Este edifício é o primeiro em Portugal a ser objeto de certificação tanto ao nível da qualidade técnica de construção como em termos de sustentabilidade.



Fig. 4.53 – Edifício do Parque. [42]

Relativamente aos espaços técnicos neste edifício, o primeiro a ser identificado foi o dos contadores de cada habitação. Como mostra a figura 4.54, neste espaço podemos observar a coluna montante de abastecimento de água à direita, seguindo-se a instalação dos contadores e das válvulas redutoras de pressão. Os contadores encontram-se na entrada das respetivas habitações.



Fig. 4.54 – Espaço técnico para contadores.

Relativamente às áreas técnicas é de referir que existe uma sala técnica para instalações em cada um dos três blocos. Cada sala possui um grupo hidropneumático, com três bombas e um reservatório de ar comprimido, e uma cisterna. A envolvente da sala é em blocos de betão nas paredes, lajes aligeiradas na cobertura e pavimento em betão. Na figura seguinte podemos observar as duas entradas para a cisterna bem como os descarregadores de superfície e o sistema de pressurização.



Fig. 4.55 – Sala de bombagem.

Neste primeiro espaço existe também uma caldeira, figura 4.56, para aquecer água para as zonas comuns como os balneários, no último piso, e as casas de banho comuns do edifício.



Fig. 4.56 – Caldeiras das zonas comuns.

Todas as instalações estão elevadas cerca de cinco centímetros do nível do pavimento, o que permite, em caso de fuga de água, proteger os equipamentos. Nas três salas pode ser observado também parte da rede de drenagem de águas residuais. Na figura 4.57, as câmaras de bombagem para o coletor público bem como a drenagem da sala, mais à direita, completam os espaços técnicos neste edifício.



Fig. 4.57 – Câmaras de bombagem de água residuais, à direita, e ralo de drenagem, à esquerda.

A figura que se segue (figura 4.58) ilustra outra sala de bombagem e cisterna de outro bloco do Edifício do Parque. Tal como a sala analisada anteriormente, esta é muito idêntica sendo também em blocos de betão nas paredes, laje aligeirada e pavimento em betão. Possui também um grupo hidropneumático com três bombas e um reservatório de ar comprimido. A cisterna está completamente isolada das paredes da sala a toda a volta. Nas entradas existem redes de tipo mosquiteiro que permitem filtrar o ar que entra na cisterna. Ao fundo da sala, na figura 4.58, encontram-se duas bombas de águas residuais e de lado podemos observar um ralo para drenagem em caso de fuga de água ou até para limpeza da sala.



Fig. 4.58 – Segunda sala de bombagem.

Na figura 4.59, podemos observar o interior de uma cisterna do Edifício do Parque. À esquerda da figura, encontra-se a parede de divisão da cisterna em dois reservatórios independentes.



Fig. 4.59 – Interior da cisterna.

4.6. CASO 5: EDIFÍCIOS REABILITADOS

4.6.1. PALÁCIO DO FREIXO



Fig. 4.60 – Palácio do Freixo. [47]

Foram encontrados nos arquivos do SMAS pormenores construtivos de condutas horizontais relativos ao projeto de reabilitação do Palácio do Freixo (figura 4.60).

O Palácio do Freixo foi reabilitado de 1996 a 2003 e, uma vez que se trata de uma obra de grande importância cultural, tanto pelo seu interior como pelo exterior, rodeada de jardins que se desenvolvem a vários níveis e que integram chafarizes, tornou-se imprescindível pensar em estratégias para a localização e instalação das redes de abastecimento de água ao palácio, aos jardins e aos chafarizes, de modo a que cobrissem toda a envolvente exterior.

Assim, foi desenvolvido um sistema de condutas horizontal, de fácil acesso ao longo do pavimento, impercetíveis a quem as atravessa e bem integradas na envolvente do espaço exterior. Na figura X pode observar-se parte de uma conduta horizontal, através da linha que intersecta os paralelos de granito na rampa. Ao longo da conduta existem várias lajes removíveis que permitem o acesso para a manutenção ou para futuras instalações.

Nos pormenores construtivos podemos encontrar, referidas na legenda dos cortes das condutas, várias canalizações assinaladas, nomeadamente para o abastecimento de água potável aos diferentes níveis do palácio, água de rega, água para o sistema de climatização, água para incêndio e água para o abastecimento das fontes. Também se encontram nestas condutas espaços para a instalação de futuras tubagens.

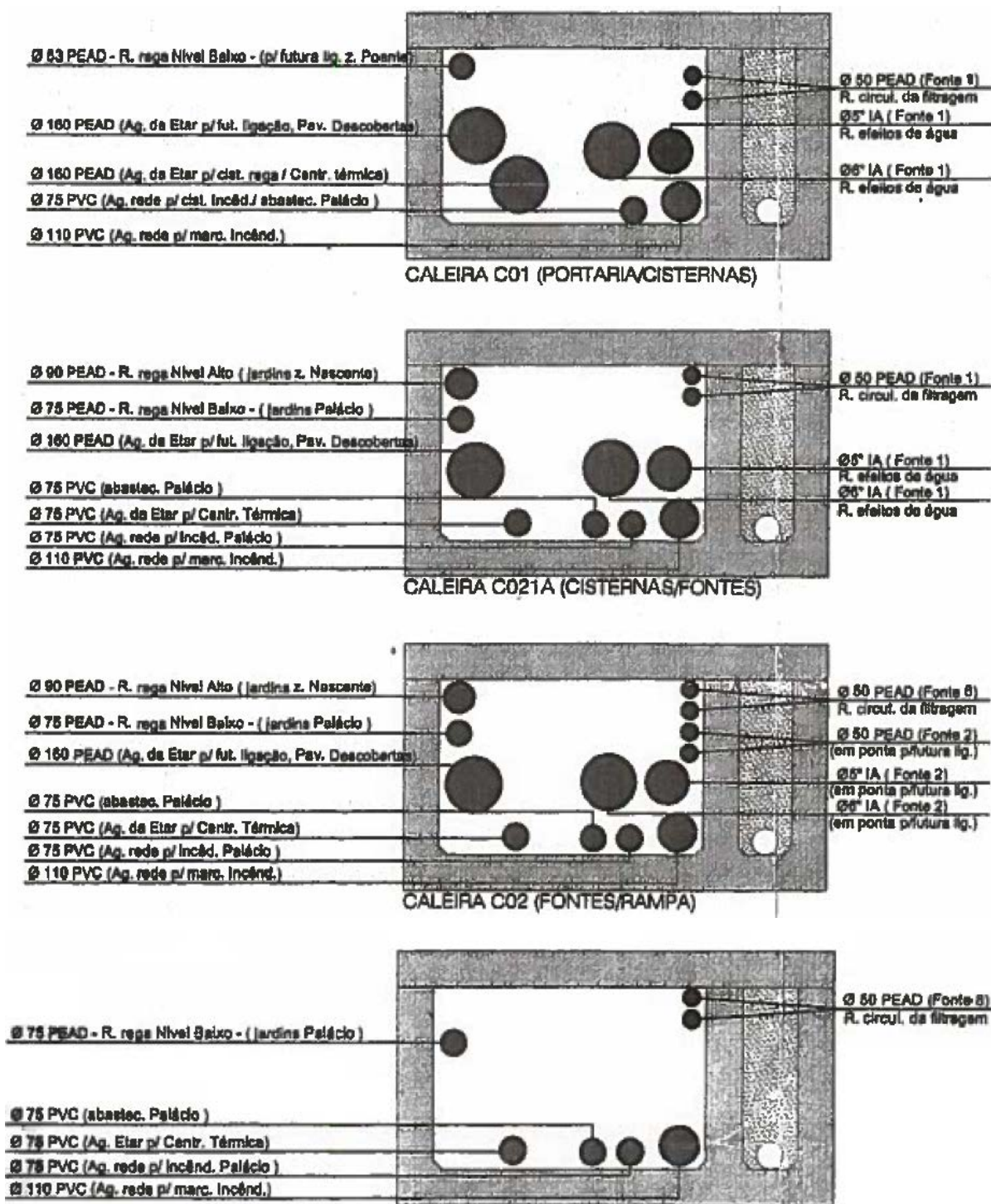


Fig. 4.61 – Conduitas horizontais. Palácio do Freixo, Vitor Abrantes, Projeto dos Sistemas Prediais, Águas do Porto.

5

CONCEÇÃO DOS ESPAÇOS

5.1. INTRODUÇÃO

Após a abordagem dos aspetos associados às instalações de redes, acessórios e equipamentos, bem como dos espaços técnicos necessários a uma correta execução destas, torna-se neste momento necessário sintetizar as características mais importantes. Neste tipo de instalações a conceção, localização e dimensionamento exigem especiais cuidados, tendo em consideração tratar-se de distribuição de água e drenagem de águas residuais face à preocupação que deve existir na preservação da salubridade, higiene e saúde dos utilizadores dos sistemas em causa.

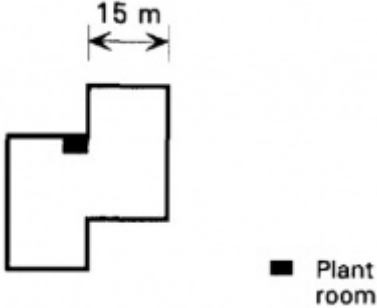
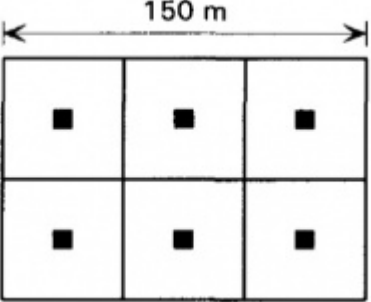
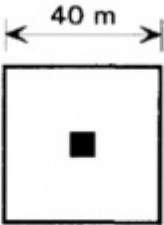
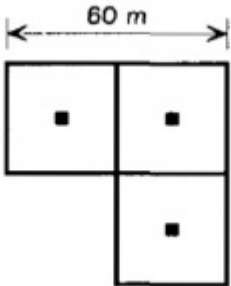
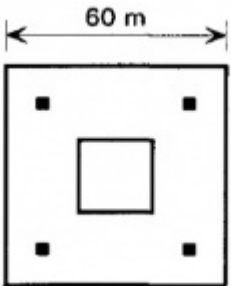
5.2. CARATERÍSTICAS GERAIS DOS ESPAÇOS TÉCNICOS

Apresentam-se de seguida as principais características que resultam da análise teórico-prática efetuada:

- A envolvente do espaço técnico deve ser em betão armado ou cimento possuindo ralos de drenagem ao longo do pavimento. Todos os espaços devem ter iluminação e ventilação adequadas e tomadas elétricas instaladas a um nível superior ao do pavimento. Estes espaços devem possuir as características de compartimentos corta-fogo.
- As tubagens devem estar devidamente suportadas por abraçadeiras, cujo afastamento e modo de fixação devem estar de acordo com o diâmetro e material da canalização, bem como das velocidades máximas previstas no escoamento, de modo a evitar transmissão de vibrações. Devem ser rotuladas com o tipo de líquido ou substância e o sentido do escoamento;
- Todos os equipamentos sejam eles bombas, reservatórios ou caldeiras devem estar elevados do pavimento cerca de 10 centímetros numa base sólida e nivelada. O espaço à volta das instalações deve ser o suficiente para permitir a sua manutenção e a livre circulação;
- Os espaços devem ser devidamente ventilados de forma a arrefecer os grupos de bombagem e a renovar o ar dentro das cisternas. Sempre que exista equipamentos de combustão, como por exemplo caldeiras a gás, deve existir obrigatoriamente ventilação permanente do espaço, bem como sensores de deteção de gás e/ou monóxido de carbono;
- Utilizar, sempre que necessário, sinalizações de segurança, como a sinalização de uso de auriculares de proteção de ruído. No pavimento devem estar devidamente assinaladas a amarelo todo e qualquer equipamento ou tubagem, bem como as bases onde se encontram instalados os equipamentos, de modo a que esse espaço não seja obstruído.

5.3. LOCALIZAÇÃO DOS ESPAÇOS

No quadro seguinte apresentam-se exemplos da localização dos espaços em função do tipo de edifício.

| Planta | Observações |
|---|--|
|  | <p>Pequenos edifícios, até 4 pisos e 2500 m² de área total.</p> <p>Por se tratar de um edifício de pequenas dimensões não é importante a localização da coluna vertical, no entanto, esta deverá localizar-se na zona central junto à sala de equipamentos.</p> |
|  | <p>Grandes edifícios desenvolvidos na horizontal, com aproximadamente 4000 m² de área.</p> <p>A sala de equipamentos deverá localizar-se numa zona central e as colunas verticais distribuídas ao longo do edifício.</p> |
|  | <p>Grandes edifícios desenvolvidos na vertical, com mais de 15 andares.</p> <p>A sala de equipamentos e a coluna de distribuição deverão localizar-se na cave, no centro do edifício. Poderá ser necessário instalar outra sala num nível intermédio.</p> |
|  | <p>Edifícios em forma de L, 3 a 10 andares, 1000 a 3000 m² por andar.</p> <p>A sala de equipamentos deverá localizar-se na cave, numa zona central, e deverão existir três colunas verticais.</p> |
|  | <p>Edifícios com átrio, 5 a 10 andares, tipicamente 2000 m² por andar.</p> <p>A sala de equipamentos deverá localizar-se na cave, numa zona central, e deverão existir quatro colunas verticais.</p> |

Quadro 4 – Localização de espaços técnicos. [43]

No dimensionamento de espaços verticais, deverá ter-se em conta os seguintes aspetos:

- As coretes ou galerias verticais devem ser contínuas e ininterruptas;
- As galerias verticais devem ter uma secção em corte-transversal constante no seu desenvolvimento;
- A posição da sala de equipamentos deve localizar-se numa zona o mais ao centro possível;
- Possíveis ligações entre galerias horizontais e verticais;
- Os espaços destinados ao abastecimento e drenagem de água deverão estar separados, na mesma ou noutra coluna, dos espaços destinados a instalações elétricas;
- A distribuição horizontal não deverá estender-se para além dos 25 metros de comprimento da coluna vertical pois isso implicará um aumento significativo do diâmetro da tubagem horizontal.

5.3.1. EM HOTÉIS

- Todas as instalações e respetivos equipamentos relativos às redes de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais devem situar-se no último piso subterrâneo. Esta localização permite criar uma zona fora do alcance dos hóspedes e com isso minimizar o impacto do ruído característico destas instalações, nomeadamente da central de combate a incêndio e dos grupos hidropneumáticos relativos ao abastecimento de água fria.
- Relativamente à localização da cisterna existem duas soluções possíveis. A primeira solução é instalar a cisterna ao nível da central de bombagem. A outra solução passa por instalar a cisterna abaixo do último piso subterrâneo acessível, ou seja, entre o último piso e as fundações do hotel. A grande vantagem desta segunda solução é minimizar o espaço ocupado pelas instalações e equipamentos do hotel.
- Uma vez que a maioria dos grandes hotéis são desenvolvidos em altura, a melhor solução para a coluna montante de abastecimento de água fria, bem como de água quente será numa galeria vertical acessível ao longo de todos os pisos, localizada junto às escadas de emergência para facilitar o acesso para manutenção e, em caso de avaria, ficar longe da vista dos hóspedes. Esta galeria nesta localização pode funcionar, juntamente com a caixa de escadas e elevadores, como núcleo de rigidez. Estas tubagens seguirão posteriormente em tetos falsos com proteção acústica nos corredores até se distribuírem pelos vários quartos.
- Nos corredores, e a cada dois quartos, deve existir um armário com as respetivas instalações, nomeadamente, abastecimento de água fria, abastecimento de água quente e retorno, drenagem de águas residuais, contadores e quadro elétrico. Permitindo um rápido, fácil e cómodo acesso no caso de necessidade de corte, manutenção e leitura dos contadores.

5.3.2. EM CENTROS COMERCIAIS

- A rede de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais nestes espaços está localizada em galerias horizontais por trás das lojas. Nestas galerias as tubagens encontram-se fixadas ao longo da laje e por trás de cada loja deve existir um espaço para instalação de um contador.
- A central de bombagem deve localizar-se abaixo do primeiro piso comercial.

5.3.3. EM EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO UNIFAMILIAR

- A central de bombagem, o depósito de água quente e o reservatório de água fria, caso existam, devem estar localizados na cave ou junto à garagem do edifício, para não interferirem na sua arquitetura, já que se trata de equipamentos técnicos.
- De forma a ser possível fazer manutenção ou instalação de novos equipamentos, as tubagens dentro das habitações devem ser instaladas ou em coretes embutidas e acessíveis ou em tetos falsos.
- Deve existir, à entrada do edifício, espaço para o contador e acesso facilitado para leitura do mesmo.

5.3.4. EM EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR E EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS

- Neste tipo de edifícios a central de bombagem e a cisterna devem estar localizados no mesmo espaço e no último piso subterrâneo do edifício. Em geral este piso está destinado ao estacionamento.
- A coluna montante deve estar localizada num armário junto aos elevadores ou caixa de escadas, a fim de ligar diretamente aos contadores de cada fração.
- À entrada para cada fração ou habitação no edifício deve existir um armário com o respetivo contador, devidamente colocado de forma a que seja possível a sua fácil leitura. No caso de existirem várias frações no mesmo piso, os contadores podem estar agrupados no mesmo espaço embora devam ser independentes e estarem devidamente identificados com a designação da fração. Esta solução é mais vantajosa uma vez que podem estar localizados junto da coluna montante e permitir por isso um melhor aproveitamento do espaço.

5.4. DIMENSIONAMENTO DOS ESPAÇOS TÉCNICOS

5.4.1. CENTRAL DE BOMBAGEM

A central de bombagem é requerida em qualquer tipo de edifício e, por isso, de seguida será feita a análise da área necessária para cada equipamento a existir nestes espaços.

5.4.1.1. DIMENSIONAMENTO DE CISTERNAS

No dimensionamento de cisternas é necessário ter em conta o tipo de edifício e o consumo diário. O volume útil dos reservatórios não deverá exceder o volume médio diário do mês de maior consumo no caso de não existir tratamento da água armazenada no respetivo edifício – como nos edifícios de habitação ou de escritórios.

O volume útil do reservatório é calculado utilizando as seguintes expressões:

$$V_{med} = C_p \times n \quad (1)$$

$$V_{max} = f_p \times C_p \times n \quad (2)$$

Onde:

- V_{med} – Volume diário médio consumido, em litros;
- V_{max} – Volume diário médio consumido no mês de maior consumo, em litros;
- n – Número de habitantes previsto no edifício;
- C_p – Capitação, em litros por habitante dia;
- f_p – Fator de ponta, para o mês de maior consumo.

O espaço ocupado pela cisterna pode ser calculado através de dois processos distintos:

- Calculando a razão entre o volume de água necessário para o respectivo edifício e a altura da água pretendida na cisterna. Há que referir uma vez mais que as paredes da cisterna têm obrigatoriamente de ser independentes das do edifício. O ideal será por isso deixar cerca de 80 centímetros de espaçamento à volta da cisterna para permitir a sua manutenção.
- Utilizando o gráfico seguinte que relaciona, o volume de água da cisterna com a área necessária à sua implementação. O valor da área obtido inclui um espaço útil de 50 centímetros à volta da cisterna (figura 5.1).

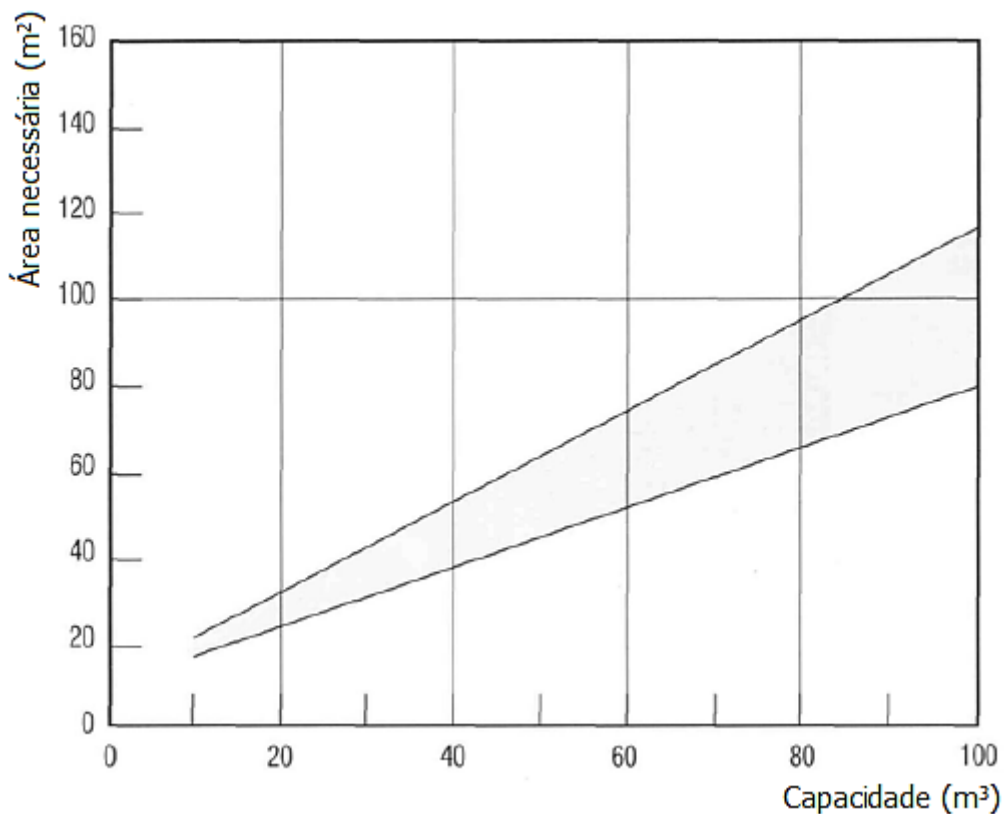


Fig. 5.1 – Relação entre capacidade da cisterna e a área ocupada. [14]

5.4.1.2. DIMENSIONAMENTO DE GRUPOS HIDROPNEUMÁTICOS

A escolha do grupo hidropneumático deve ter em conta o tipo de edifício, o caudal e a altura a elevar a água. Estes grupos podem ter duas ou três bombas instaladas em paralelo, na mesma base e com um controlador comum. Podem ser de montagem vertical ou de montagem horizontal dependendo do tipo de bomba. A escolha da bomba mais adequada deve não só ter em conta o caudal máximo necessário, como também as variações de caudal ao longo do dia. Assim, não é recomendável a escolha de uma bomba com caudal inferior ao caudal mínimo nem com caudal superior ao caudal máximo. O fator mais importante a considerar na escolha do número de bombas a utilizar é garantir que o abastecimento seja constante, pelo que é sempre necessário a existência de uma bomba que permanecerá em *standby* de modo a ser ativada quando for necessário efetuar manutenção ou reparação das restantes, mantendo-se assim todo o sistema em funcionamento.

A figura 5.2 esquematiza o espaço necessário para instalar um grupo hidropneumático de forma a permitir a sua manutenção. As dimensões L e W devem ser consultadas nos catálogos do fornecedor do sistema.

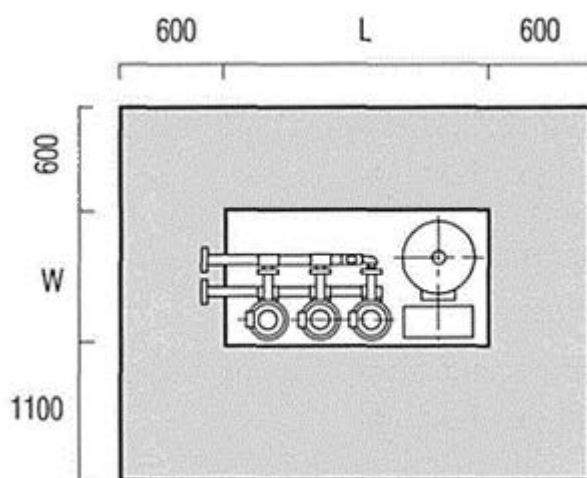


Fig. 5.2 – Desenho tipo de instalação do grupo hidropneumático. [14]

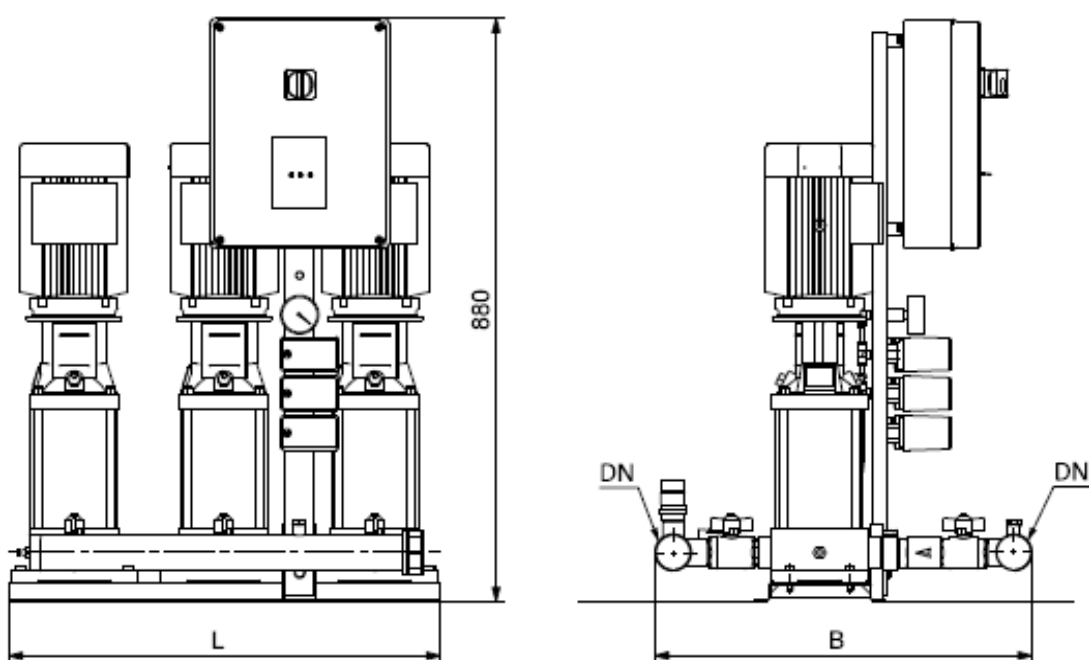


Fig. 5.3 – Desenho tipo de grupo hidropneumático. [44]

Foram recolhidos e analisados dados de dois sistemas pressurizadores idênticos mas de diferentes fabricantes, Grundfos e Pentair.

No quadro 5 apresentam-se valores de comprimento, largura e altura necessários à instalação de um sistema pressurizador de velocidade fixa. É, por isso, necessário ter em conta o espaço ocupado pelo reservatório de ar comprimido, RAC.

| Grundfos Hydro Multi-S | | Dimensões | | | Área (m ²) |
|------------------------|----------|-----------|--------|--------|---|
| DN=50 mm | | L (mm) | B (mm) | H (mm) | Considerando RAC de 0,35 m ² e espaço para manutenção |
| CMV | 2 Bombas | 500 | 727 | 880 | 3,46 |
| | 3 Bombas | 750 | | | 3,91 |
| CR | 2 Bombas | 470 | 680 | | 3,32 |
| | 3 Bombas | 720 | | | 3,77 |
| DN=63,5 mm | | | | | |
| CR | 2 Bombas | 600 | 835 | 880 | 3,83 |
| | 3 Bombas | 920 | 790 | | 4,36 |
| DN=75 mm | | | | | |
| CR | 3 Bombas | 920 | 877 | 880 | 4,54 |

| Pentair Nocchi Pressomat | | Dimensões | | | Área |
|--------------------------|--|-----------|--------|--------------|---|
| 2 Bombas | | L (mm) | B (mm) | H (mm) | Considerando RAC de 0,35 m ² e espaço para manutenção |
| DN=50 mm | | 600 | 620 | 400- 1400 | 3,45 |
| DN=63,5 mm | | 620 | 720 | | 3,63 |
| DN=75 mm | | 620 | 860 | | 3,88 |
| DN=100 mm | | 860 | 1060 | | 4,80 |

Quadro 5 – Análise comparativa das dimensões de dois sistemas pressurizadores.

Analisando o quadro acima podemos concluir que um único grupo hidropneumático ocupa uma área média de 3,90 metros quadrados. Se num hotel de 20 pisos se instalarem três grupos – baixa, média e alta pressão – é de esperar que ocupe uma área mínima compreendida entre 9 e 15 metros quadrados.

No entanto, deverá ter-se em consideração, a necessidade da instalação futura de novos equipamentos que necessitem de maior área disponível, pelo que deve ser considerada uma margem suficiente.

5.4.2. CENTRAL DE AQUECIMENTO DE ÁGUA E RESERVA

Para dimensionar a sala da(s) caldeira(s) poderá utilizar-se a figura 5.4. Sabendo as necessidades de potência necessárias, a figura indica-nos o intervalo de área a considerar. Esta área inclui espaço para a caldeira, reservatórios, sistema de bombagem e espaço necessário para percorrer os diversos equipamentos e para manutenção dos mesmos, como esquematiza a figura 5.5.

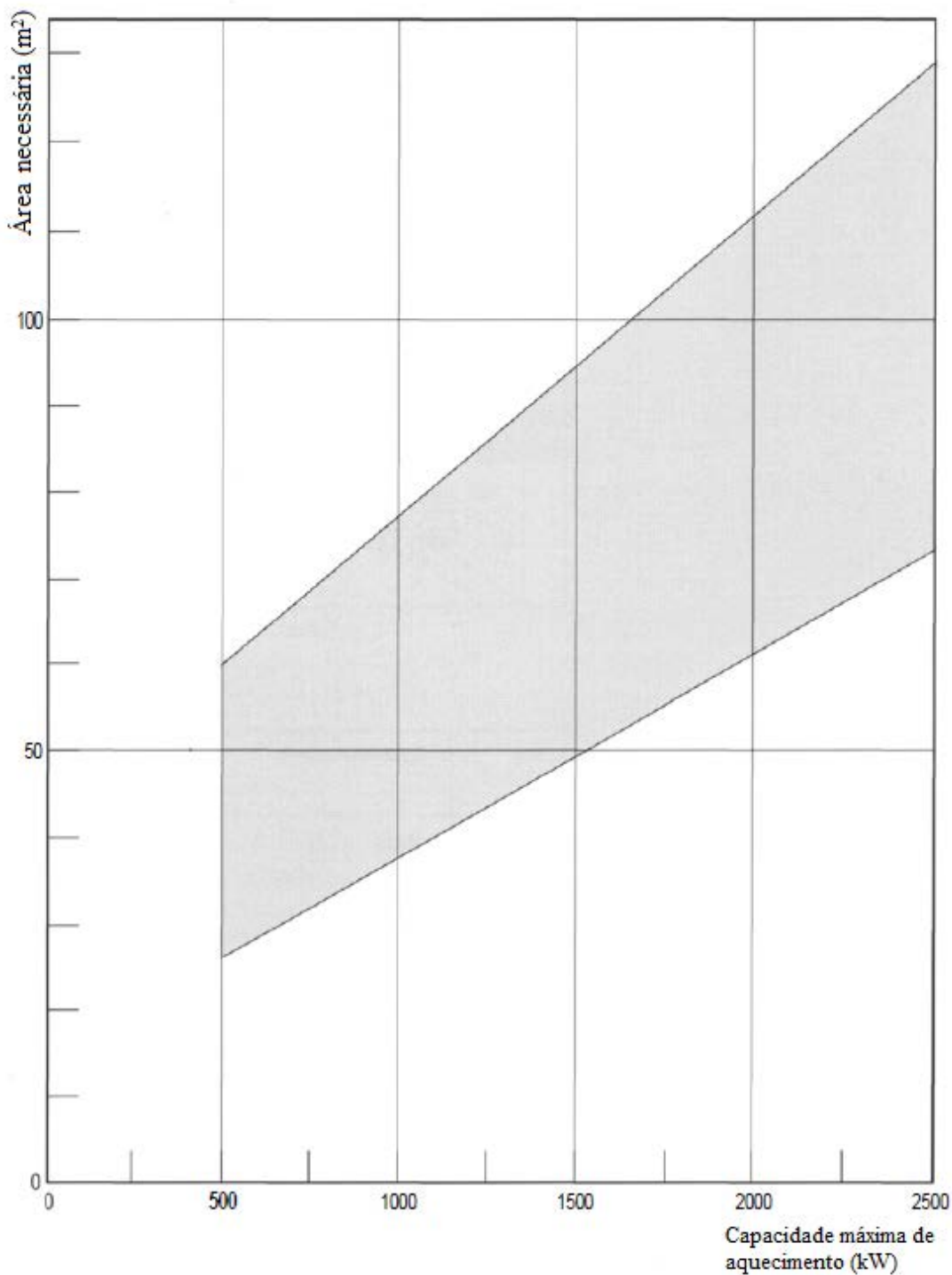


Fig. 5.4 – Relação entre capacidade máxima de aquecimento da caldeira e a área necessária à implantação da sala de aquecimento de água. [14]

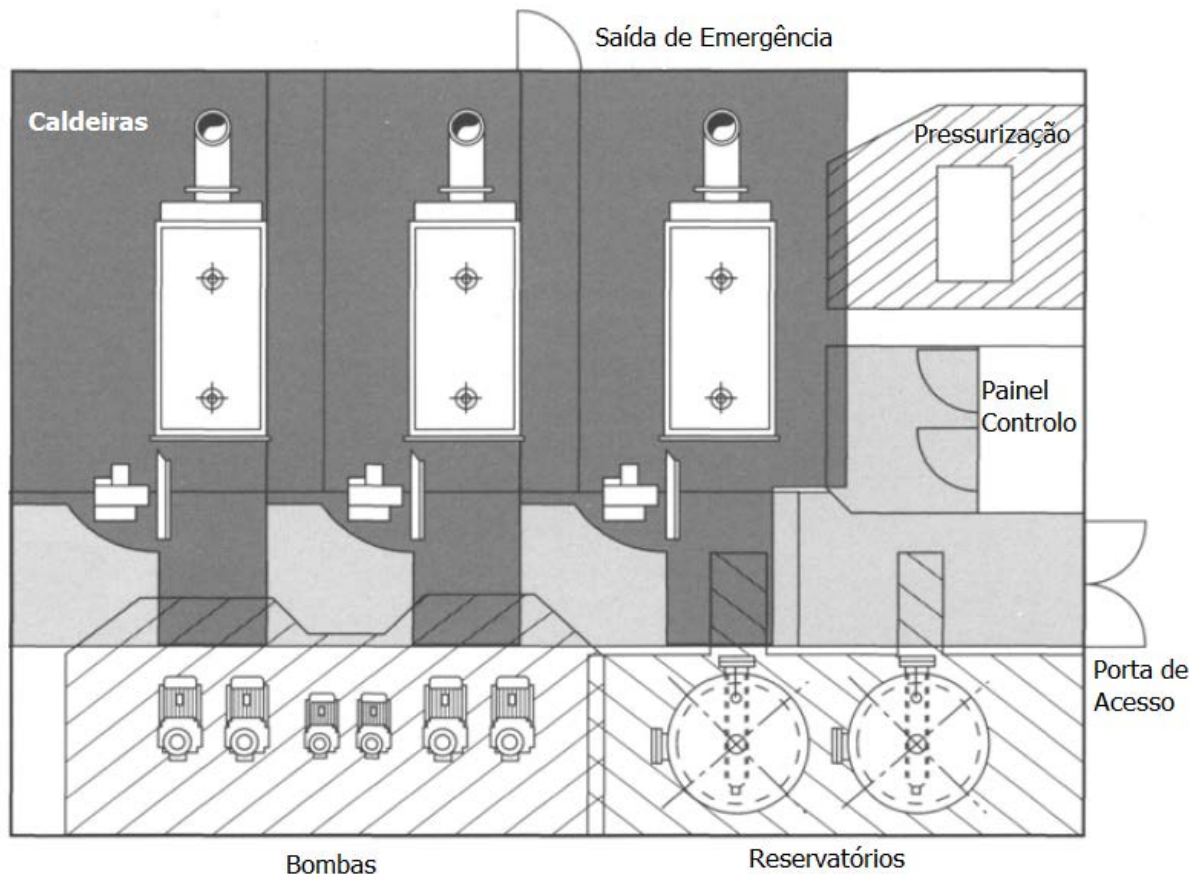


Fig. 5.5 – Exemplo de central de aquecimento de água. [14]

5.5. PROJETAR OS ESPAÇOS TÉCNICOS

O projeto dos espaços técnicos nos edifícios deve abranger, tanto em planta como em corte:

- A pormenorização de todas as tubagens, instalações e dispositivos;
- A especificação das formas de fixação;
- Condições de acesso;
- Eventuais dispositivos de ventilação;
- Pormenorização de furações em laje ou outros elementos construtivos.

Assim, quando definidas na fase inicial da construção e quando bem especificado, a existência de um projeto para os espaços técnicos permite otimizar o espaço disponível e evitar incorreções.

A falta de um projeto de pormenor para este tipo de espaços leva ao aparecimento de erros de execução, como por exemplo, imprecisões de construção das furações nas lajes ou em outros elementos construtivos, por serem efetuadas nas dimensões ou na posição errada.

A utilização de *software* BIM – *Building Information Modeling*, torna-se cada vez mais essencial para integrar os espaços técnicos com os restantes projetos das várias especialidades e evitar erros de incompatibilidade de projetos bem como permitir um dimensionamento mais fácil e uma melhor integração e posicionamento das várias tubagens de cada sistema ou equipamento.

A figura 5.6. mostra um exemplo da integração do projeto de arquitetura, estruturas, abastecimento de água, combate a incêndio e ventilação utilizando-se o *software* Revit 2016. O espaço técnico está bem integrado no edifício, foram usados modelos de sistemas de bombagem bem como de reservatórios para se ter uma noção do espaço ocupado por cada equipamento.

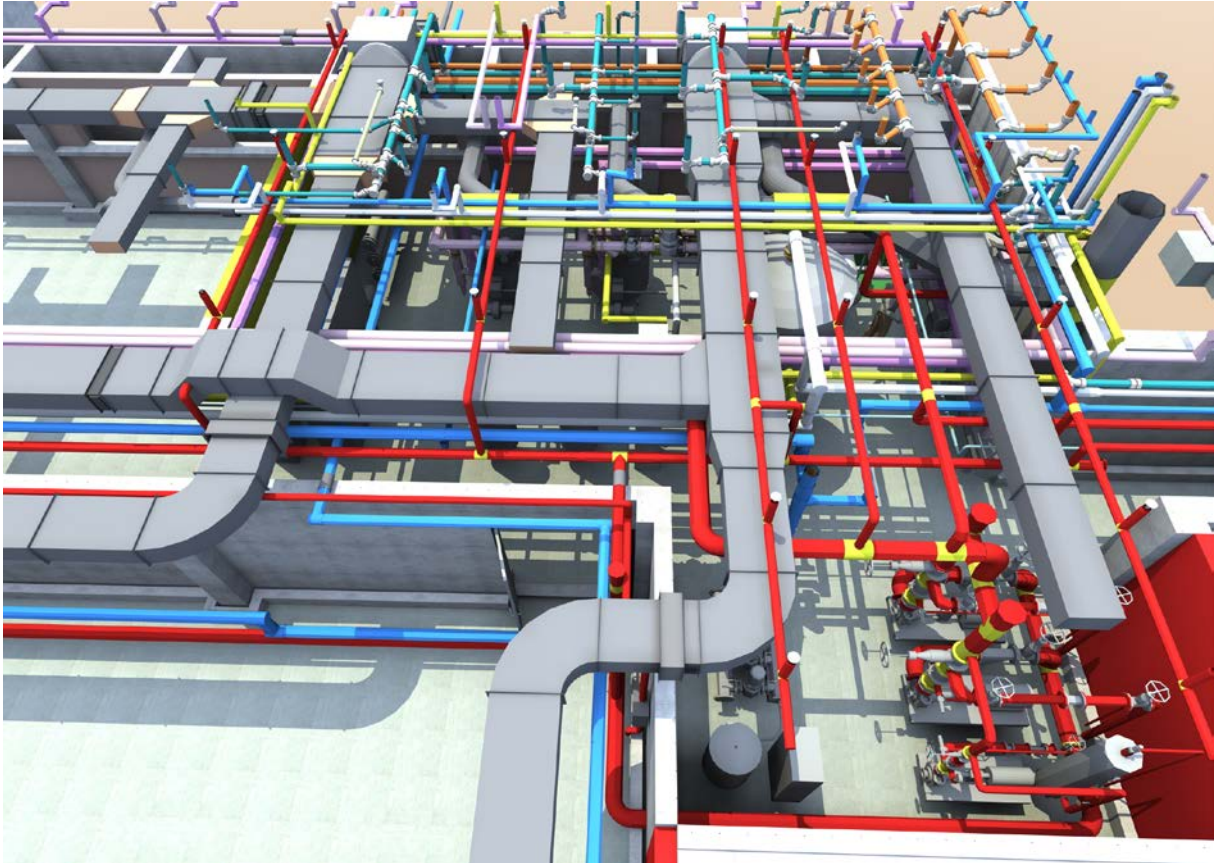


Fig. 5.6 – Projeto de um espaço técnico integrado nos restantes projetos. [48]

6

CONCLUSÃO

Não existindo qualquer manual atualizado sobre o tema deste trabalho foi necessário proceder à recolha de dados e sua organização a partir de visitas a diversos espaços técnicos em diferentes tipos de edifícios, por forma a reunir a informação que atualmente possa ser útil aos profissionais deste sector. Deste estudo resultam propostas relativas às características, localização e dimensionamento dos espaços técnicos, quer se trate de grandes edifício como hotéis e centros comerciais quer sejam de habitação multifamiliar, unifamiliar e edifícios de escritórios.

A ausência de um manual ou até de regulamentação que reúna os aspetos principais relativos aos espaços técnicos tem consequências, por vezes, de custo elevado já que a falta de conhecimento na integração destes espaços para redes de abastecimento de água e drenagem de águas residuais constitui uma das principais causas de patologias verificadas em edifícios em Portugal. Se tais espaços forem bem concebidos poderá garantir-se uma melhor utilização, manutenção e conforto e, com o tempo, alguma economia de meios e custos.

Das visitas feitas verifica-se a necessidade de expor os seguintes aspetos:

- Otimização do espaço através do dimensionamento adequado. Se o excesso de espaço leva ao desperdício de área que poderia ser integrada nas áreas disponíveis para outras utilizações do edifício, a falta de espaço no interior das condutas e/ou galerias para a inserção das tubagens e outros componentes traz prejuízos de operação. Estes prejuízos podem ser tais como: impedir a manobra de uma válvula ou a leitura de um aparelho, bem como de operações de manutenção, conservação, reparação e/ou substituição.
- Selagem das colunas verticais (entre pisos) ou horizontais (entre espaços do mesmo piso ou espaços exteriores), colocando em causa os aspetos associados ao projeto de combate a incêndio. Para que a vedação seja eficaz e económica, é preciso que as furações das lajes, bem como a posição correta da passagem entre espaços no mesmo piso estejam definidas com precisão no projeto e que a tubagem passe justa no furo que foi deixado na laje, parede ou elemento construtivo em questão, caso contrário, o objetivo de garantir uma vedação adequada, será mais difícil de atingir, pela quantidade de material vedante a utilizar e pela necessidade de utilização de técnicas de execução mais cuidadas.

Este tema despertou grande motivação pelo seu caráter prático, pela falta de informação sobre o assunto e por ser um problema corrente dos edifícios hoje em dia, pelo que se trata de uma inevitabilidade o seu conhecimento aprofundado. Os objetivos propostos foram atingidos pois encontraram-se soluções para a execução destes espaços com características adequadas, localização dos mesmos e até algumas propostas para o seu dimensionamento.

A elaboração desta tese permitiu-me aprofundar e organizar os conhecimentos aprendidos ao longo do curso de Engenharia Civil, no que respeita a instalações de redes de água e de drenagem de águas residuais. As pesquisas efetuadas permitiram-me ter uma visão alargada sobre a construção de espaços técnicos não só em Portugal mas também em países onde a construção destes espaços é prioridade pela dimensão dos edifícios e pela organização predial de certas cidades onde já é uma constante a construção de galerias horizontais subterrâneas para abastecimento de água quente e aquecimento de cidades (figura 6.1). Deixa em aberto a viabilidade da utilização destas galerias nas nossas cidades.

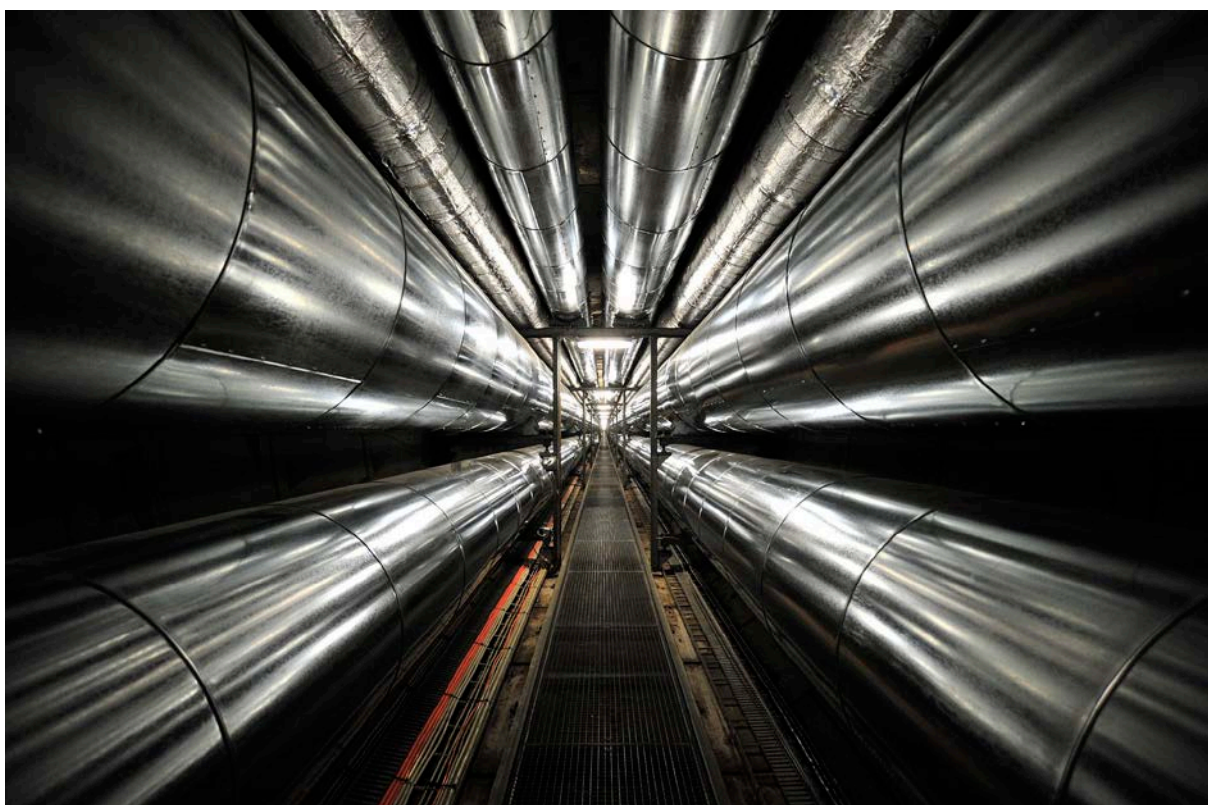


Fig. 6.1 – Galeria em Copenhaga, Dinamarca. Transporta água aquecida e vapor diretamente aos consumidores.
[45]

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Amorim, A. A., Pinto, J. N. *Porto D'Agua: O Abastecimento de Água à Cidade do Porto Através dos Tempos*. SMAS, Porto, 2001.
- [2] Brigaux, G., Garrigou, M. *La Plomberie. Les Équipements Sanitaires*. Eyrolles Editeur, Paris, 1970.
- [3] Carvalho, A. P. *Acústica Ambiental e de Edifícios*. FEUP, Porto, 2014.
- [4] Garrett, R. H. *Hot and Cold Water Supply*. Blackwell Science, Londres, 1991.
- [5] Hall, F. *Water Installation and Drainage Systems*. The Construction Press, Londres, 1978.
- [6] Hall, F. Greeno R. *Building Services*. Elsevier, Oxford, 2007.
- [7] Matos, J. S. *Aspetos Históricos e Atuais da Evolução da Drenagem de Águas Residuais em Meio Urbano*. UM, 2003. (www.civil.uminho.pt/cec/revista/num16/pag%2013-23.pdf). 24/06/2015
- [8] Medeiros, C, Ramos N. *Apontamentos de Instalação de Edifícios*. FEUP, Porto, 2014.
- [9] Medeiros, C. *Sistemas de Abastecimento Público e Predial no Porto*, Grundfos, 2005.
- [10] Palas, J. *Redes Prediais – Patologias e Reabilitação de Redes de Abastecimento de Água e de Drenagem de Águas Residuais Domésticas*. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2013.
- [11] Pedroso, Vítor. *Manual dos Sistemas Prediais de Distribuição e Drenagem de Águas*. LNEC, Lisboa, 2008.
- [12] Teixeira, D. *O Abastecimento de Água na Cidade do Porto nos Séculos XVII e XVIII*. Dissertação de Mestrado, FLUP, 2011.
- [13] *Manual de Redes Prediais*. EPAL, Lisboa, 2011.
- [14] *Space requirements for plant access, operation and maintenance*. Defence Estate Organisation, Londres, 1996.
- [15] Sítio da Internet (en.wikipedia.org/wiki/Sanitation_of_the_Indus_Valley_Civilization).
- [16] Sítio da Internet (raffleshistorynotes.weebly.com/indus-valley-civilisation).
- [17] Sítio da Internet (surreymarbleandgranite.co.uk/wp-content/uploads/2012/07/aqua_appia_a.jpg).
- [18] Sítio da Internet (gisaweb.cm-porto.pt/units-of-description/documents/338281).
- [19] Sítio da Internet (www.paineissolares.gov.pt/faq-mst2009.html#2a).
- [20] Sítio da Internet (www.nachi.org/forum/attachments/f22/30875d1250177520-timer-connected-water-heater-capture.jpg).
- [21] Sítio da Internet (blogplastics.com/redes-unitarias-o-redes-separativas-en-el-saneamiento/).
- [22] Sítio da Internet (www.hidraulicapotenza.com.br/midia/produtos/curvas-45-aco-carbono-raio-longo.jpg).
- [23] Sítio da Internet (elinox.com.br/wp-content/uploads/2013/03/Tubos-Elinox.jpg).
- [24] Sítio da Internet (www.conteudomega.com.br/ferro/tubo-galvanizado/).
- [25] Sítio da Internet (www.roscm.ru/upload/medialibrary/aec/mednaya-truba-2.jpg).
- [26] Sítio da Internet (artistic-garden.com/blogimg/fittings.jpg).

- [27] Sítio da Internet (alreco.es/wp-content/uploads/2012/11/tuberia_abastecimiento_pipe_supply_tuyauteries_approvisionnement_tubos_abastecimento.jpg).
- [29] Sítio da Internet (www.multitubos.pt/attachments/Image/tubos-de-polietileno-pead-para-agua-barras_150.jpg?template=generic).
- [30] Sítio da Internet (<http://www.pexuniverse.com/content/pex-plumbing-pipe-vs-copper-pipe>).
- [31] Sítio da Internet (http://eshop.gf.cz/files/020010050_1.jpg).
- [32] Sítio da Internet (www.coprax.com).
- [33] Sítio da Internet (www.resopre.pt/conteudo.php?pag=AGUA_RESOPRE.PT&fam=contadores).
- [34] Sítio da Internet (www.generadordeprecios.info/obra_nueva/Revestimientos/Falsos_techos/Metalicos/RTL015_Falso_techo_registrable_de_bandejas.html).
- [35] Sítio da Internet (www.welshracking.co.uk/wp-content/uploads/2014/11/suspended-slide.jpg).
- [36] Sítio da Internet (itcomindustrial.com/pt/wp-content/uploads/2013/03/Banner-41.jpg).
- [37] Sítio da Internet (www.mustlocksecure.com/#!/pavimento-tnico/c1a5j).
- [38] Sítio da Internet ([dunakanyarregio.hu/images_photogallery/DMRV%20-%20ceges%20kozmuala_gut-zumba-2012%20aprilis%2014%20\(1\).JPG](http://dunakanyarregio.hu/images_photogallery/DMRV%20-%20ceges%20kozmuala_gut-zumba-2012%20aprilis%2014%20(1).JPG)).
- [39] Sítio da Internet (www.working-images.co.uk/portfolio/industrial).
- [40] Sítio da Internet (loja.momel.pt/product.php?productid=26671&cat=566&page=1).
- [41] Sítio da Internet (ultimasreportagens.com/459.php).
- [42] Sítio da Internet (media.replicagold.pt/empreendimentos/73/0003C73260E5F6.jpg).
- [43] Sítio da Internet (www.steelconstruction.info/Service_integration).
- [44] Sítio da Internet (www.lenntech.com/Data-sheets/Grundfosliterature-Hydro-Multi-S-GB-L.pdf).
- [45] Sítio da Internet (en.wikipedia.org/wiki/Utility_tunnel#/media/File:Heatpipe_tunnel_copenhagen_2009.jpg).
- [46] Sítio da Internet (www.cooperindustries.com/content/dam/public/bline/Resources/Library/catalogs/pipe_hangers/pipe_hangers_and_supports/Supports.pdf).
- [47] Sítio da Internet (www.pousadasofportugal.com/wp-content/uploads/2014/08/pousada-do-porto-home-11.jpg).
- [48] Sítio da Internet (www.maxbim.co.kr/?p=1074).

Todas as fotografias presentes no capítulo 4 são do autor, exceto figuras 4.50, 4.53, 4.60 e 4.61.