

RELEVÂNCIA DAS INSTALAÇÕES NO PROJETO DE REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO

RAQUEL ALMEIDA FERNANDES

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

Orientador: Professor Doutor Nuno Manuel Monteiro Ramos

JUNHO DE 2012

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2011/2012

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 - 2011/2012 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2012.*

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.

A meus Pais

*Só sabemos com exatidão quando sabemos pouco; à medida que vamos adquirindo
conhecimento, instala-se a dúvida.*

Johann Goethe

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Doutor Nuno Manuel Monteiro Ramos, não só por toda a disponibilidade, motivação e orientação no decorrer deste trabalho, como também pela sugestão do tema que me fez aprender e evoluir, sobretudo pelo contacto com várias vertentes da construção.

O meu agradecimento à Eng.^a Alexandra Barbosa, pela total colaboração e disponibilidade desde o início e em todos os momentos de apoio a este trabalho.

Agradeço ao Eng.^o António Curado pela sua colaboração, o seu parecer e indicações.

Agradeço à Bosch/Vulcano que sempre atendeu e cooperou em pedidos de colaboração.

Agradeço com um carinho muito especial à Iris, pelo companheirismo e amizade ao longo destes anos, lado a lado mais uma etapa chega ao fim. Um agradecimento também muito especial à Luísa e ao João Mota, que nesta fase foram fundamentais com a sua ajuda e troca de opiniões.

Um forte agradecimento aos meus pais e irmãs que não só nesta etapa, como ao longo de todo o curso, sempre acreditaram e estiveram presentes nos momentos de maior desalento, com um carinho tão reconfortante e encorajador. À Ana pelas horas e à Tita pelo bem-querer.

Ao meu cunhado Zé, por todo o seu conhecimento prático e sentido prático.

Aos meus sobrinhos, Dinis e Margarida, que com os seus mimos apanharam sempre um sorriso.

Por fim, um agradecimento muito sentido às minhas primas que, ainda que de forma muito própria estiveram sempre presentes. Mas em particular à Sofia que diariamente me apoiou, aconchegou e fez acreditar, a isso o meu agradecimento não tem fim.

RESUMO

Os utilizadores tornam-se cada vez mais exigentes relativamente às suas habitações, particularmente no que se refere a condições de segurança, higiene, saúde, conforto, salubridade, qualidade do ar, desempenho térmico e economia de energia. Desta forma, é na procura de dar resposta a estas exigências, que as instalações de edifícios, a par de outras estratégias, podem intervir significativamente nos processos de reabilitação.

Quando se fala em instalações de edifícios, é importante ter o conhecimento da sua diversidade, do conjunto atualmente disponível, assim como do rigor e do detalhe que cada tipo impõe.

Os processos de reabilitação de edifícios diferem dos processos de construção nova, e a verdade é que grande parte das vezes, os edifícios antigos sujeitos a operações de reabilitação, não estão estruturalmente preparados para a inserção e organização do extenso grupo de instalações atualmente exigidas quer pelos utilizadores, quer por imposições regulamentares.

Com base em dois casos de estudo, foi possível determinar implicações e dificuldades construtivas que a inserção de todo este conjunto de instalações acarreta.

A reabilitação de edifícios pode assumir diferentes níveis de intervenção. Edifícios com diferentes idades apresentam diferentes características e, consequentemente, estados de degradação diferentes, logo, a quantidade e a tipologia das operações de reabilitação serão diferentes, assim como os respetivos custos associados.

Mesmo edifícios recentes podem ser sujeitos a intervenções de melhoria, como se tem vindo a verificar com a exponencial instalação de painéis solares em edifícios habitacionais. Também estas operações e o seu enquadramento representam dificuldades e implicações construtivas.

Para o desenvolvimento do presente trabalho, tornou-se necessário e indispensável fazer o estado de arte referente a esta temática, definindo as instalações existentes, o papel das instalações num processo de licenciamento, a descrição do funcionamento das mesmas, sob o ponto de vista dos respetivos componentes e materiais mais frequentemente utilizados, a sua evolução e finalmente a legislação aplicável.

PALAVRAS-CHAVE: Instalações, projeto, habitações, reabilitação e implicações construtivas.

ABSTRACT

Users are becoming more demanding respecting to their dwellings, with regard to conditions of safety, hygiene, health, comfort, salubrity, air quality, thermal performance and energy savings. Seeking to meet these requirements, the installations of buildings, along with other strategies, can significantly intervene in the process of rehabilitation.

When it comes to installations of buildings, it is important to recognise their diversity, the whole set currently available, as well as the rigor and detail that each type requires.

The process of rehabilitation of buildings differs from new construction processes, and it is true that in the most cases, the old buildings subjected to rehabilitation operations are not structurally prepared for the organization and integration of the vast group of facilities, currently required by both users and regulatory constraints.

With reference to two case studies, it was possible to conclude on the implications and difficulties associated with the constructive integration of all these installations.

The rehabilitation of buildings can have different levels of intervention. Buildings of different ages have different characteristics and, consequently, different states of degradation, leading to different quantities and types of rehabilitation operations, as well as the respective costs associated.

Even recent buildings may be subjected to improvement interventions, as has been observed with the exponential installation of solar panels in residential buildings. Also, these operations and its framework represent difficulties and constructive implications.

For developing the present work, it became necessary and indispensable to elaborate the state of the art regarding this topic, defining the existing facilities and its role in the licensing process, describing the operation of these facilities, encompassing the more common components and materials, its evolution and finally, the law applicable to facilities conception.

KEYWORDS: Installations, design, housing, rehabilitation and constructive implications

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO	1
1.2. OBJETIVOS DO TRABALHO	2
1.3. ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	3

2. CARACTERIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES	5
2.1. INSTALAÇÕES DE EDIFÍCIOS	5
2.1.1. ENQUADRAMENTO	5
2.1.2. TIPIFICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES	6
2.1.3. PROCESSO DE LICENCIAMENTO	9
2.1.4. PROCESSO DE LICENCIAMENTO EM OBRAS DE REABILITAÇÃO	12
2.2. INSTALAÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	13
2.2.1. NOTA INTRODUTÓRIA	13
2.2.2. ESQUEMAS E COMPONENTES	13
2.2.2.1. Sistemas de distribuição de água fria	13
2.2.2.2. Sistemas de distribuição de água quente	17
2.2.3. LEGISLAÇÃO	19
2.2.4. EVOLUÇÃO	20
2.3. INSTALAÇÕES DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS	21
2.3.1. NOTA INTRODUTÓRIA	21
2.3.2. ESQUEMAS E COMPONENTES	21
2.3.3. LEGISLAÇÃO	24
2.3.4. EVOLUÇÃO	25
2.4. INSTALAÇÕES DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS	26
2.4.1. NOTA INTRODUTÓRIA	26
2.4.2. ESQUEMAS E COMPONENTES	26
2.4.3. LEGISLAÇÃO	28

2.4.4. EVOLUÇÃO.....	28
2.5. INSTALAÇÕES DE AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO E AR CONDICIONADO	28
2.5.1. NOTA INTRODUTÓRIA.....	28
2.5.2. ESQUEMAS E COMPONENTES	29
2.5.3. LEGISLAÇÃO	35
2.5.4. EVOLUÇÃO.....	37
2.6. INSTALAÇÕES SOLARES TÉRMICAS	38
2.6.1. NOTA INTRODUTÓRIA.....	38
2.6.2. ESQUEMAS E COMPONENTES	38
2.6.3. LEGISLAÇÃO	42
2.6.4. EVOLUÇÃO HISTÓRIA	43
2.7. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....	43
2.7.1. NOTA INTRODUTÓRIA.....	43
2.7.2. ESQUEMAS E COMPONENTES	44
2.7.3. LEGISLAÇÃO	47
2.7.4. EVOLUÇÃO.....	47
2.8. MATERIAIS DAS INSTALAÇÕES - CARACTERÍSTICAS E DURABILIDADE	48
2.8.1. NOTA INTRODUTÓRIA.....	48
2.8.2. CARACTERIZAÇÃO, APLICAÇÃO E DURABILIDADE DOS MATERIAIS	48
2.8.3. VIDA ÚTIL DAS INSTALAÇÕES	53
 3. REABILITAÇÃO EM HABITAÇÃO UNIFAMILIAR	 57
3.1. NOTA INTRODUTÓRIA.....	57
3.2. DESCRIÇÃO GERAL DA MORADIA	57
3.3. INSTALAÇÃO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	60
3.3.1. CONFIGURAÇÃO INICIAL	60
3.3.2. NOVA CONFIGURAÇÃO DA INSTALAÇÃO	61
3.3.3. IMPLICAÇÕES CONSTRUTIVAS.....	63
3.4. INSTALAÇÃO DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS	64
3.4.1. CONFIGURAÇÃO INICIAL	64
3.4.2. NOVA CONFIGURAÇÃO DA INSTALAÇÃO	64
3.4.3. IMPLICAÇÕES CONSTRUTIVAS.....	66
3.5. INSTALAÇÃO DE DRENAGEM PLUVIAL.....	67

3.5.1. CONFIGURAÇÃO INICIAL.....	67
3.5.2. NOVA CONFIGURAÇÃO DA INSTALAÇÃO.....	68
3.5.3. IMPLICAÇÕES CONSTRUTIVAS	69
3.6.INSTALAÇÕES DE AQUECIMENTO.....	70
3.6.1. CONFIGURAÇÃO INICIAL.....	70
3.6.2. NOVA CONFIGURAÇÃO DA INSTALAÇÃO.....	70
3.6.3. IMPLICAÇÕES CONSTRUTIVAS	71
3.7.INSTALAÇÕES DE VENTILAÇÃO	71
3.7.1. CONFIGURAÇÃO INICIAL.....	71
3.7.2. NOVA CONFIGURAÇÃO DA INSTALAÇÃO.....	72
3.7.3. IMPLICAÇÕES CONSTRUTIVAS	74
3.8.INSTALAÇÃO SOLAR TÉRMICA	75
3.8.1. CONFIGURAÇÃO INICIAL.....	75
3.8.2. NOVA CONFIGURAÇÃO DA INSTALAÇÃO.....	76
3.8.3. IMPLICAÇÕES CONSTRUTIVAS	76
3.9.INSTALAÇÃO ELÉTRICA	79
3.9.1. CONFIGURAÇÃO INICIAL.....	79
3.9.2. NOVA CONFIGURAÇÃO DA INSTALAÇÃO.....	80
3.9.3. IMPLICAÇÕES CONSTRUTIVAS	81

4. REABILITAÇÃO DE UM EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO COLETIVA	83
4.1.NOTA INTRODUTÓRIA	83
4.2.DESCRICÃO GERAL DO EDIFÍCIO	84
4.3.DESCRICÃO DAS INSTALAÇÕES DE DISTRIBUIÇÃO E DRENAGEM DE ÁGUA	84
4.3.1. INSTALAÇÃO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	84
4.3.1.1.Descrição da rede	84
4.3.1.2 Custos associados à rede	87
4.3.2. INSTALAÇÃO DE DRENAGEM DE ÁGUAS DOMÉSTICAS	88
4.3.2.1.Descrição da rede	88
4.3.2.2.Custos associados à rede	90
4.3.3. INSTALAÇÃO DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS	91
4.3.3.1.Descrição da rede	91

4.3.3.2.Custos associados à rede	93
4.4. ANÁLISE DE CUSTOS DE REABILITAÇÃO AO NÍVEL DAS INSTALAÇÕES	93
4.4.1. DESCRIÇÃO DAS INTERVENÇÕES.....	94
4.4.2. DETERMINAÇÃO DE CUSTOS.....	96
4.5. INTERVENÇÕES NO PRESENTE ANO DO EDIFÍCIO DE REFERÊNCIA.....	97
4.5.1. DESCRIÇÃO E CUSTOS DE INSTALAÇÃO SOLAR TÉRMICA	97
4.5.2. IMPLICAÇÕES CONSTRUTIVAS.....	99
 5. CONCLUSÕES	 103
5.1. CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES FINAIS.....	103
5.2.DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	106
 BIBLIOGRAFIA	 107

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 – Instalações consideradas pela CIBSE	7
Fig. 2 – Instalações consideradas por Yik	7
Fig. 3 – Instalações da NTE	7
Fig. 4 – Instalações consideradas por Vasconcelos	7
Fig. 5 – Esquema do processo de licenciamento de projetos da engenharia de especialidades	10
Fig. 6 – Tipos de sistemas de abastecimento	14
Fig. 7 – Instalação de abastecimento indireto de água (adaptada de Pedroso (2000) e Medeiros (2012))	15
Fig. 8 – Evolução das instalações de abastecimento de água	20
Fig. 9 – Tipos de drenagem	22
Fig. 10 – Drenagem de água residual doméstica (adaptada de Pedroso (2000) e Medeiros (2012)) ..	22
Fig. 11 – Representação em planta de um sistema separativo e unitário	23
Fig. 12 – Evolução das instalações de drenagem de águas residuais	25
Fig. 13 – Drenagem de água residual pluvial (adaptada de Pedroso (2000) e Medeiros (2012))	27
Fig. 14 – Sistemas de AVAC em função da área	29
Fig. 15 – Sistemas de AVAC em função do fluído	30
Fig. 16 – Instalações de aquecimento, ventilação e ar condicionado	34
Fig. 17 – Evolução da história das instalações de AVAC	38
Fig. 18 – Esquema de sistema em termosifão (adaptada de Portal das energias renováveis (2009)) ..	39
Fig. 19 – Esquema de sistema por circulação forçada (adaptada de Portal das energias renováveis (2009))	39
Fig. 20 – Instalação solar térmica com circulação forçada num edifício unifamiliar	40
Fig. 21 – Sistema coletivo totalmente centralizado (adaptada de AQSP (2004))	41
Fig. 22 – Sistema coletivo com apoios individuais (adaptada de AQSP (2004))	41
Fig. 23 – Sistema solar coletivo (adaptada de AQSP (2004))	41
Fig. 24 – Sistema totalmente individualizado (adaptada de AQSP (2004))	41
Fig. 25 – História das instalações solares térmicas	43
Fig. 26 – Instalações elétricas em edifício multifamiliar (adaptada de Pinto (2004))	44
Fig. 27 – Exemplo de instalação de utilização (adaptada de Pinto (2002))	46
Fig. 28 – História instalações elétricas	47
Fig. 29 – Condições de emprego para as tubagens mencionadas (NP EN ISO 21003, 2009)	54
Fig. 30 – Edifício a reabilitar	58

Fig. 31 – Fração do edifício a intervir	58
Fig. 32 – Nova compartimentação da cave da moradia	59
Fig. 33 – Nova compartimentação do rés-do-chão da moradia	59
Fig. 34 – Nova compartimentação do andar da moradia	59
Fig. 35 – Reservatório	60
Fig. 36 – Canalização Antiga	60
Fig. 37 – Projeto da nova instalação de abastecimento de água (cave; rés do chão e andar)	61
Fig. 38 – Novo contador da rede de abastecimento	62
Fig. 39 – Tubagem PPR ao nível da cave	62
Fig. 40 – Colunas da rede de abastecimento	62
Fig. 41 – Planta da cave com coluna montante	63
Fig. 42 – Imagem da zona de aplicação	63
Fig. 43 – Pontos de abastecimento de água ao exterior da moradia	63
Fig. 44 – Caixas de saneamento existentes	64
Fig. 45 – Caixa de visita	65
Fig. 46 – Drenagem ao nível da cave	65
Fig. 47 – Drenagem ao nível do teto do rés-do-chão	65
Fig. 48 – Tubos de queda da drenagem doméstica	65
Fig. 49 – Planta da drenagem de águas residuais domésticas	66
Fig. 50 – Construção de paredes em gesso cartonado	67
Fig. 51 – Tubo de queda	68
Fig. 52 – Tubo de queda	68
Fig. 53 – Caleiras vistas pelo interior da moradia	68
Fig. 54 – Posição de tubos de queda	69
Fig. 55 – Tubos de queda em alçados	69
Fig. 56 – Posição de radiadores pelos andares da moradia	71
Fig. 57 – Chaminé como elemento de passagem de condutas	72
Fig. 58 – Esquema de ventilação da moradia	73
Fig. 59 – Equipamento de exaustão a instalar na cozinha	73
Fig. 60 – Ajustamento das condutas no atravessamento de lajes (adaptada de NP 1037-2)	74
Fig. 61 – Tubo de instalação para exaustor de cozinha	75
Fig. 62 – Instalação de ventilação em instalação sanitária	75
Fig. 63 – Esquema da pré-instalação para painéis solares térmicos	76

Fig. 64 – Fase de montagem de coletores solar em telhados inclinados (adaptada de Extraflame, (2009))	77
Fig. 65 – Sistema termossifão	78
Fig. 66 – Representação do sistema solar por circulação forçada	78
Fig. 67 – Distribuição da instalação elétrica	79
Fig. 68 – Quadro antigo	79
Fig. 69 – Nova tomada	80
Fig. 70 – Nova tomada	80
Fig. 71 – Distribuição da instalação elétrica	80
Fig. 72 – Distribuição no interior de paredes	80
Fig. 73 – Construção de paredes em gesso cartonado	81
Fig. 74 – Courette de passagem de colunas	85
Fig. 75 – Reservatório para abastecimento de água ao edifício	85
Fig. 76 – Esquema dos contadores por andar	86
Fig. 77 – Distribuição da rede de água quente numa das habitações do edifício do tipo T1	87
Fig. 78 – Sistema de drenagem de um apartamento do tipo T4	88
Fig. 79 – Sistema de drenagem de um apartamento do tipo T2 ao nível do rés-do-chão	89
Fig. 80 – Sistema de coletores de drenagem de águas doméstica ao nível do teto da cave -1 para uma das entradas	89
Fig. 81 – Componentes da drenagem de água pluvial ao nível da cobertura	91
Fig. 82 – Drenagem de águas em varandas	91
Fig. 83 – Ligação dos tubos de queda de águas pluviais à rede pública pelas caixas ramal de ligação.	92
Fig. 84 – Drenagem de pátios ao nível do rés-do-chão	92
Fig. 85 – Descrição das intervenções de reabilitação nos edifícios	95
Fig. 86 – Gráfico referente aos custos das intervenções de reabilitação	96
Fig. 87 – Gráfico referente aos custos das intervenções de reabilitação	98
Fig. 88 – suportes de coletores para telhados planos (adaptada de Vulcano (2012))	99
Fig. 89 – Duas filas de coletores seguidos (adaptada de Vulcano (2012))	100
Fig. 90 – Coletores solares na cobertura de um edifício multifamiliar (adaptada de Inovafiel (2007))	100
Fig. 91 – Representação de algumas das tubagens no edifício em 2005	101
Fig. 92 – Novas tubagens com necessidade de alojamento em 2012	101
Fig. 93 – Sistema de acumulação individual de água (adaptada de Inovafiel (2007))	102
Fig. 94 – Ligação de equipamentos (adaptada de Vulcano (2012))	102

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Projetos de especialidades exigidos por três municípios	11
Quadro 2 – Instalações complementares à rede de abastecimento de água	16
Quadro 3 – Aparelhos de produção de água quente.....	18
Quadro 4 – Equipamentos de instalação de AVAC	32
Quadro 5 - Equipamentos de instalação de AVAC	33
Quadro 6 – Sistema Nacional de Certificação e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios	35
Quadro 7 – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios.....	36
Quadro 8 – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios	37
Quadro 9 – Descrição dos elementos de uma instalação elétrica coletiva.....	45
Quadro 10 – Principais materiais utilizados em canalizações	48
Quadro 11 – Características do cobre	49
Quadro 12 – Características do aço	49
Quadro 13 – Características do aço inox.....	49
Quadro 14 – Características do aço galvanizado	50
Quadro 15 – Características do PVC.....	50
Quadro 16 – Características do PEAD	51
Quadro 17 – Características do PEX.....	51
Quadro 18 – Características do PP	52
Quadro 19 – Características do PVCC	52
Quadro 20 – Características de tubos de parede composta ou multicamada.....	53
Quadro 21 – Longevidade de elementos de um edifício	54
Quadro 22 – Vida útil de projeto mínima para os componentes de edifícios (ISO 15686-1, (2000)) ...	55
Quadro 23 – Custos associados à rede de distribuição de água	87
Quadro 24 – Custos associados à rede de drenagem de águas domésticas	90
Quadro 25 – Custos associados à rede de drenagem de águas pluviais	93
Quadro 26 – Correspondência entre edifícios e as principais intervenções.....	94
Quadro 27 – Lista de preços do material da Vulcano para sistema solar térmico	98

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

ADENE - Agência para a Energia

AQS - Água quente sanitária

AVAC - Aquecimento, ventilação e ar condicionado

CIBSE - Chartered institution of building services engineers

CSA - Canadian Standards Association

DL - Decreto-lei

DH - Documento de homologação

ISO - International Organization for Standardization

NP - Norma Portuguesa

NTE - Norma tecnológica de la edificación

PEAD - Polietileno de alta densidade

PEX/PER - Polietileno reticulado

PNAEE - Plano nacional de ação para eficiência energética

PP - Polipropileno

PPR - Polipropileno reticulado

PVC - Policloreto de vinilo

PVCC - Policloreto de vinilo clorado

RCCTE - Regulamento das características de comportamento térmico dos edifícios

RSECE - Regulamento dos sistemas energéticos de climatização dos edifícios

RSICCE - Regulamento de segurança de instalações coletivas de edifícios e entradas

RSIUEE - Regulamento de segurança de instalações de utilização de energia elétrica

RTIEEBT - Regras técnicas das instalações elétricas de baixa tensão

SCE - Sistema de certificação energética

SRU - Serviços de reabilitação urbana

UAA - Unidade de arrefecimento de ar

UPAR - Unidade produtora de água refrigerada

UTA - Unidade de tratamento de ar

UTAN - Unidade de tratamento de ar novo

1

INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

O parque habitacional português apresenta, genericamente, um estado de conservação preocupante, sobretudo ao nível dos centros urbanos, que se encontram envelhecidos, degradados e necessitados de intervenções urgentes e profundas.

Com o decorrer dos tempos e à medida que os edifícios iam apresentando graves patologias, carências e perdendo condições habitacionais, foram sendo abandonados e substituídos por edifícios novos que iam surgindo progressivamente em maior número e oferecendo melhores condições.

Desta forma, as carências habitacionais no nosso país, não se traduzem ao nível quantitativo, mas sim qualitativo, não sendo portanto necessário construir-se novas habitações, mas sim, dar maior relevo a processos de transformação e melhoria das condições dos edifícios existentes (Paiva, Aguiar, et al, 2006).

Como salienta Cóias (2012), o setor da construção apostou e construiu em demasia, tornando-se num modelo insustentável, pelo que se torna necessário, nos dias de hoje focar as atenções e energias naquilo que existe, apostando, desta forma, na reabilitação.

Ainda que seja consensual a importância da reabilitação, a verdade é que não se têm sentido efeitos em termos de investimento ou na concretização de políticas que procedam à inversão da situação atual. Portugal, comparativamente com outros países europeus, é um dos que apresenta menor percentagem de obras de modernização e renovação e que, conseqüentemente, menos usa o parque habitacional antigo (Ramos, 2011).

Deste modo, a reabilitação em Portugal é um segmento da construção que ainda se encontra a ganhar dimensão e significado, devendo, contudo, atender-se que a conservação do património e a reabilitação são setores estratégicos para o futuro das cidades.

A reabilitação de um edifício, contrariamente à forma como é frequentemente encarada, não deve ser vista como um mero embelezamento do exterior do edifício, ou como uma mera preocupação estética, mas sim, como um meio de torná-lo de novo apto ao seu uso. A reabilitação deve focar-se na resolução das anomalias que o edifício tenha acumulado ao longo do tempo e ainda acrescentar uma melhoria ao nível das condições da habitação, centrando-se em princípios fundamentais, como o conforto, o bem-estar, a habitabilidade, a segurança e o desempenho energético (Paiva, Aguiar, et al, 2006).

Assim, é na procura de dar resposta àquela melhoria e exigências dos utilizadores relativamente às suas habitações, que as instalações de edifícios podem intervir significativamente, podendo revelar-se de grande importância nos processos de reabilitação como um todo. Nessa medida, as instalações dos

edifícios contribuem inegavelmente para o aumento dos níveis de segurança, higiene, saúde, conforto, qualidade do ar e economia de energia.

Atendendo às necessidades de reabilitação que o país atravessa, ao desenvolvimento que as instalações sofreram nas últimas décadas, e admitindo que reabilitar e atuar sobre uma construção existente requer uma abordagem diferente da que tem por objeto a conceção de uma construção nova, no presente trabalho pretende-se tratar dois casos de estudo incidentes sobre edifícios com características distintas, com o objetivo de perceber a relevância e o impacto destas instalações nos projetos de reabilitação dos mesmos.

Vários tipos de edifícios podem evidenciar necessidades de reabilitação, desde edifícios históricos, edifícios antigos, edifícios das décadas de 60, 70, 80 e até mesmo edifícios recentes. As operações de reabilitação de um edifício podem assumir um grau de intervenção mais ou menos profundo, em função do seu maior ou menor estado de degradação. Nesse sentido, as intervenções de reabilitação podem fazer-se a quatro níveis: reabilitação ligeira, reabilitação média, reabilitação profunda ou reabilitação excecional (Paiva, Aguiar, et al, 2006).

Para garantir intervenções de qualidade na reabilitação, independentemente do seu nível, estas devem ser sempre planeadas tendo em consideração a época de construção do edifício, os materiais e as metodologias de construção utilizadas, relativamente às quais se tem vindo a perder progressivamente o conhecimento. Daí decorre a necessidade de se salientar, no presente trabalho, a importância da evolução que as instalações sofreram ao longo dos tempos.

Além disso, a regulamentação existente é essencialmente orientada para construções novas, criando, assim, dificuldades acrescidas neste processos.

Em suma, as intervenções de reabilitação revelam-se uma atividade de grande especificidade e rigor, tornando-se frequentemente processos com uma maior complexidade e exigência do que aqueles que têm por objeto a conceção de instalações em construções novas.

1.2. OBJETIVOS DO TRABALHO

Considerando o descrito no subcapítulo anterior, o presente trabalho tem como principal objetivo determinar a relevância das instalações técnicas no projeto de reabilitação de edifícios de habitação.

De forma a alcançar o objetivo proposto, no desenvolvimento deste trabalho são tratadas e abordadas várias temáticas relacionadas com o mesmo, as quais de forma gradual permitem dar resposta àquele objetivo principal. Assim, os principais objetivos para o presente trabalho, são os seguintes:

- Enquadramento e tipificação das instalações técnicas em edifícios de habitação;
- Análise dos processos de licenciamento de obras novas e de obras de reabilitação;
- Descrição do funcionamento e principais componentes das instalações de edifícios;
- Evolução e legislação aplicável a cada um dos tipos de instalações;
- Descrição dos materiais mais utilizados em instalações e verificação do tempo de vida útil destes sistemas;
- Avaliação de implicações e dificuldades construtivas associadas a um projeto de reabilitação de um edifício unifamiliar antigo;
- Avaliação de custos de operações de reabilitação ao nível das instalações em edifícios multifamiliares com diferentes datas, bem como a avaliação das implicações construtivas destas operações ao nível da instalação solar térmica.

1.3. ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

O presente trabalho é constituído por 5 capítulos, cuja organização e conteúdo se apresentam do seguinte modo:

O capítulo 1 (Introdução) é o capítulo inicial deste trabalho, onde é feito um enquadramento do tema, demarcando alguns aspetos relevantes do mesmo. Apresenta-se também aqui, os objetivos e estrutura da presente dissertação.

No capítulo 2 (Caracterização das instalações) é desenvolvido o estado de arte respeitante a este tema. É um capítulo que se divide em três partes, uma primeira que trata a tipificação das instalações dos edifícios e o processo de licenciamento de obras novas e de reabilitação. Na segunda parte deste capítulo é feita uma descrição pormenorizada, das seguintes instalações: de abastecimento de água, de drenagem de águas domésticas e pluviais, de aquecimento, ventilação e ar condicionado, de solares térmicas e de elétricas, incluindo uma análise sob o ponto de vista do seu funcionamento, dos seus componentes, da legislação aplicável e respetiva evolução. Por fim, na terceira parte, para um melhor desenvolvimento deste trabalho, é feita uma breve descrição dos materiais utilizados nas canalizações destas instalações, assim como os tempos previstos da sua durabilidade.

O capítulo 3 (Reabilitação em habitação unifamiliar) trata o estudo da reabilitação de uma habitação unifamiliar, o qual inclui uma descrição das instalações antigas e atuais daquele edifício, bem como a determinação das implicações construtivas que as operações de reabilitação acarretam num edifício antigo deste tipo.

No capítulo 4 (Reabilitação de um edifício de habitação coletiva) faz-se uma análise dos custos que as operações de reabilitação traduzem ao nível das instalações, em edifícios de diferentes idades de construção. Neste capítulo definem-se ainda custos e implicações construtivas associadas a operações de melhoria num edifício de construção recente, no que se refere concretamente a instalações solares térmicas.

O capítulo 5 (Conclusões) que constitui a fase terminal do trabalho determina-se as principais conclusões de todo o trabalho e das análises efetuadas ao longo do mesmo, assim como as perspetivas para trabalhos futuros.

2

CARACTERIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES

2.1. INSTALAÇÕES DE EDIFÍCIOS

2.1.1. ENQUADRAMENTO

“Imagine yourself in the most fabulous building in the world. Now take away the lighting, heating and ventilation, the lifts and escalators, acoustics, plumbing, power supply and energy management systems, the security and safety systems...and you are left with a cold, dark, uninhabitable shell.

Everything inside a building which makes it safe and comfortable to be in comes under the title of 'Building services'. A building must do what it was designed to do - not just provide shelter but also be an environment where people can live, work and achieve.” (CIBSE, 2012)

Ainda que ao longo da história, as instalações de um edifício, revelem uma dimensão diferente daquela que assumem atualmente, a verdade é que estas, desde sempre, desempenharam um papel de grande importância nas atividades diárias da população, tal como a ideia subjacente no parágrafo acima transcrito bem ilustra. Mesmo que, muitas vezes, os utilizadores não reconheçam ou valorizem as instalações de um edifício, se refletirem sobre a imagem do edifício sem esse conjunto de serviços, facilmente ficam com a verdadeira noção da importância que os mesmos representam.

O Homem nunca se sentiu completo e satisfeito com aquilo que tinha ao seu dispor, pelo que sempre trabalhou no sentido de melhorar e evoluir em todos os setores, entre os quais se inclui o setor da construção. No que se refere às instalações de edifícios, o seu aparecimento, utilização e desenvolvimento foi acontecendo de forma gradual, ao longo dos anos, crescendo, progressivamente, à medida que a construção foi adquirindo maiores dimensões, foram surgindo novos materiais e tecnologias construtivas e à medida que os utilizadores aumentaram o seu grau de exigência, ao nível da saúde, segurança, conforto e de comunicações.

Se na edificação antiga, as instalações existentes se traduziam apenas em serviços básicos, como sendo a distribuição de água, esgotos e iluminação, com a evolução que a construção sofreu nas últimas décadas, tem-se verificado um crescimento significativo ao nível da quantidade e diversidade das instalações utilizadas.

No parecer de Santo (2002), as instalações técnicas são o componente construtivo que sofreu uma maior transformação nos últimos tempos, entre o conjunto dos elementos construtivos de um edifício.

Tal como a evolução tecnológica no setor da construção, a evolução dos materiais, as novas exigências impostas pelos utilizadores e pela legislação aplicável determinaram o crescimento das instalações, também a evolução que decorreu ao nível da indústria eletrónica, proporcionou uma maior

flexibilidade na adoção de novos sistemas e, conseqüentemente, uma expansão das instalações disponíveis.

Atualmente um edifício é, tanto mais valorizado, quanto mais dotado estiver de sistemas automáticos e inovadores e quanto mais eficientes esses sistemas forem, sendo alguns exemplos desses sistemas o de aquecimento central, as redes de detecção e combate a incêndio, as redes de telecomunicações ou de segurança à intrusão

Como se tem vindo a referir, com o decorrer dos anos, as instalações de edifícios têm ganho uma crescente relevância, tornando-se não só, num marco de evolução ao nível da funcionalidade e da melhoria das condições de habitabilidade, mas também, como fator de grande importância na definição da qualidade de cada edifício, em particular, e conseqüentemente na qualidade da construção em geral.

Pelo exposto, o processo de implementação das instalações num edifício deve ser encarado como um fator de grande importância e rigor, em todas as fases do processo construtivo, isto é, desde a fase de planeamento, à fase da execução e posterior utilização. Os projetos de instalações de edifícios devem ser concebidos, atendendo simultaneamente ao conjunto das instalações a inserir no edifício e à arquitetura do mesmo.

Paralelamente com o crescente desenvolvimento das instalações verifica-se que, a complexidade de cada instalação em particular, por um lado, e a interdependência e a coordenação entre todas, por outro, fazem deste elemento construtivo, um assunto a tratar com maior preocupação, dedicação e rigor. A implementação das instalações num edifício deve reger-se de acordo com os regulamentos atualmente em vigor adjacente a cada tipo de especialidade a tratar.

Para além dos vários aspetos que já têm vindo a ser referidos, a qualidade da conceção das instalações num edifício dependerá também do grau de conhecimento e formação dos profissionais responsáveis pelo projeto.

A este propósito, no Reino Unido, a CIBSE (chartered institution of building services engineers), associação de formação profissional, aposta na formação de engenheiros nesta área (serviços das construções) através de um programa de estágio e linhas de orientação profissional, pretendendo assim, formar profissionais qualificados e atualizados.

Neste capítulo pretende-se fazer numa primeira fase a tipificação das instalações existentes num edifício, relacioná-las com o processo de licenciamento de um edifício de habitação novo e de um edifício em reabilitação. Numa segunda fase pretende-se ainda fazer uma descrição detalhada das várias instalações, sob o ponto de visto dos respetivos componentes, da legislação aplicável e da sua evolução nas últimas décadas, pretendendo-se desta forma clarificar conceitos e outros aspetos relevantes para um melhor enquadramento e desenvolvimento deste trabalho. Por fim pretende-se fazer uma análise dos materiais mais frequentemente utilizados e o tempo de duração destes sistemas.

2.1.2. TIPIFICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES

Resulta de tudo que foi dito no capítulo anterior que as instalações são um elemento construtivo de grande relevância na caracterização de um edifício. Estas constituem um conjunto de grande diversidade, podendo ser implementadas num edifício, em maior ou menor número, de acordo com a dimensão de edifício, o fim a que se destina e dos objetivos que se pretendem satisfazer. Além disso, existem instalações que se revelam de utilização mais comum, pois estão presentes em todos os

edifícios, outras, porém, são de utilização mais restrita, ou porque se encontram ainda em fase de crescimento e aperfeiçoamento, ou porque são aplicáveis apenas a determinado tipo de edifício.

Dada a especificidade de cada tipo de instalação, é recorrente, cada uma delas ser tratada pelos profissionais de forma autónoma e isolada relativamente às restantes, por isso, a abordagem conciliada e integrada de todas as instalações poderá revelar-se um processo moroso e complexo, devido ao rigor associado a todos estes sistemas.

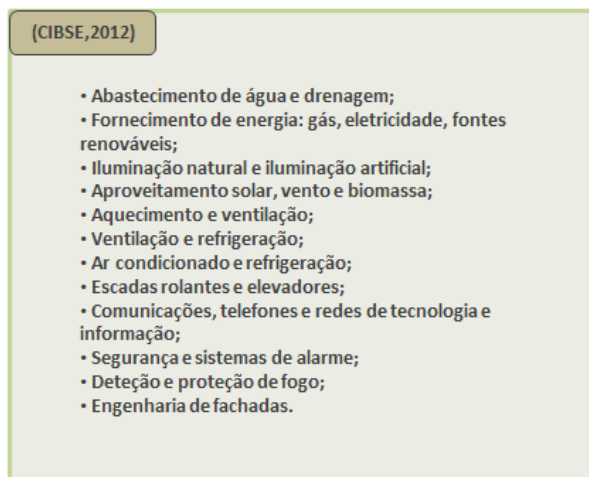


Fig. 1 – Instalações consideradas pela CIBSE

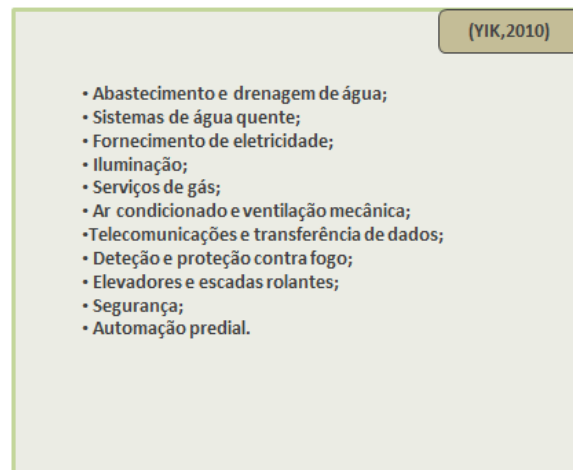


Fig. 2 – Instalações consideradas por Yik

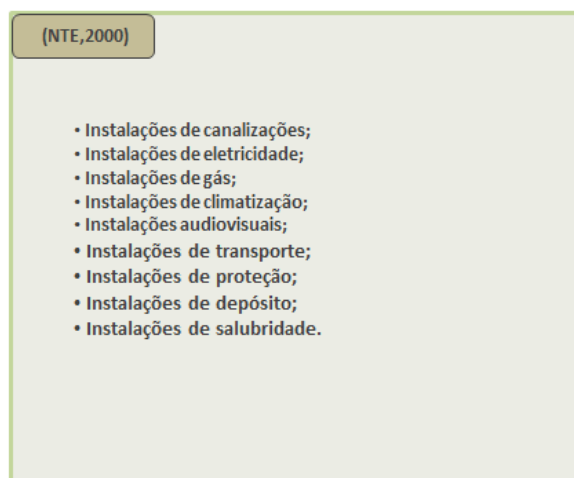


Fig. 3 – Instalações da NTE

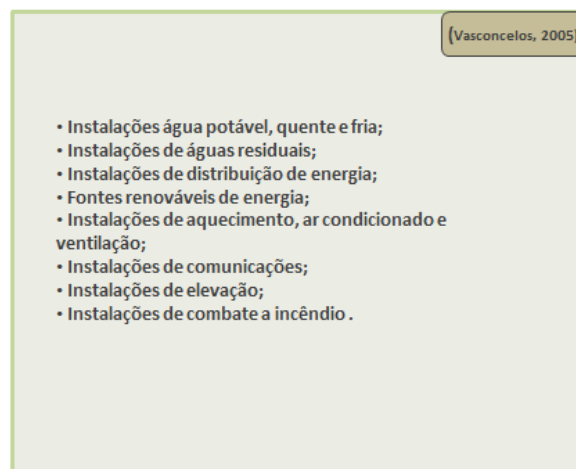


Fig. 4 – Instalações consideradas por Vasconcelos

As figuras acima mostram as instalações tratadas ou consideradas num edifício por diferentes autores ou entidades.

A Norma Tecnológica de la Edificación (NTE) (2000), na definição de critérios para a execução das instalações de edifícios, considera os tipos de instalações representados na Fig. 3. Da sua análise verifica-se que as instalações aqui consideradas apresentam designações bastante distintas das consideradas pelos restantes autores, como por exemplo, as instalações de depósito e salubridade.

No seu trabalho, Vasconcelos (2005), desenvolveu um estudo sobre a manutenção das instalações de edifícios representadas na Fig. 4. Ao comparar-se as instalações consideradas por este autor no seu estudo e as que são consideradas pela norma espanhola, constata-se que, não só as instalações elencadas, como também as suas designações são diferentes, verificando-se assim, de uma forma geral, uma não uniformidade na tipificação estabelecida. Observa-se também que estas duas referências procedem a uma análise separada entre as instalações de água potável e as instalações de águas residuais, ainda que a NTE as insira no grupo de instalações designadas de canalizações e de salubridade, respetivamente. Os restantes autores, por sua vez, fazem uma análise conjunta das instalações de abastecimento e de drenagem de água.

Mais recentemente, Yik (2010), publicou um artigo no qual são analisadas as instalações representadas na Fig. 2, podendo-se verificar que o autor faz a separação das instalações de abastecimento de água dos sistemas de água quente. O grupo de instalações consideradas por este autor, à semelhança das instalações consideradas pela CIBSE (2012), Fig. 1, constituem um grupo mais detalhado e pormenorizado de instalações, comparativamente com o grupo de instalações das duas primeiras referências atrás mencionadas. Este autor tem ainda a particularidade de abordar as instalações de automação predial, o que não é referenciado por nenhum dos restantes autores de forma direta.

Para além das instalações propriamente ditas, a CIBSE (2012) considera ainda um conjunto de outros serviços, nomeadamente a iluminação natural e a engenharia de fachadas. É de salientar também que, no que se refere a instalações de climatização, assim designadas pela NTE (2000) ou de AVAC, conforme designadas por Vasconcelos (2005), esta entidade apresenta um maior detalhe comparativamente com os restantes autores, apresentando nesta matéria três tipos de instalações, designadas de aquecimento e ventilação, de ventilação e refrigeração e de ar condicionado e refrigeração. Esta instituição, bem como Vasconcelos (2005), são as únicas referências que mencionam expressamente fontes de energia renovável.

Através dos elementos bibliográficos anteriormente descritos, mesmo atendendo à distância temporal entre eles, verifica-se que as instituições e os autores, consideram na sua abordagem diferentes instalações, ou mesmo tratando-se de instalações com a mesma funcionalidade, atribuem-lhes uma designação e tipificação diferentes.

Assim, de acordo com as referências bibliográficas encontradas, e com o intuito de sintetizar e simplificar a informação recolhida, poderão as instalações mais comuns e com maior relevância, ser designadas de acordo com a tipificação abaixo descrita, tornando, desta forma, possível uma melhor esquematização, organização e desenvolvimento deste trabalho.

- Instalações de abastecimento de água, quente e fria;
- Instalações de drenagem águas residuais domésticas e pluviais;
- Instalações elétricas;
- Instalações de aquecimento, ventilação e ar condicionado;
- Instalações de gás;
- Instalações de energias renováveis;
- Instalações telefónicas e de telecomunicações;
- Instalações eletromecânicas de transporte;
- Instalações de segurança contra incêndio;
- Instalações de automação predial.

Acontece, frequentemente, que o bom desempenho de uma instalação predial em particular está diretamente dependente da existência e bom funcionamento de uma outra instalação. São exemplo disso, as instalações de abastecimento de água, que podem depender de um conjunto elétrico que as

leve, caso a rede o exija, ou de uma instalação de abastecimento de água quente, que depende necessariamente de uma instalação de fornecimento de energia, energia essa que pode ser renovável, energia elétrica ou a gás.

São ainda exemplos dessa interligação e interdependência, o funcionamento das instalações de combate a incêndio que dependem da implementação e funcionamento da instalação de abastecimento de água para redes armadas ou sistemas de extinção automática e dependem do apoio de uma instalação elétrica que permita a iluminação e sinalização de emergência, a deteção, alarme e alerta, entre outros dispositivos previstos pela sua regulamentação de combate a incêndios.

A instalação elétrica, por sua vez, está na base do funcionamento de muitas instalações, nomeadamente das instalações de domótica. Estas últimas têm vindo a assumir uma crescente valorização na construção, pela função que desempenham ao nível da segurança contra intrusão, fugas de gás, inundações, incêndios, ao nível de controlo e regulação à distância de dispositivos de aquecimento ou iluminação, sistemas de rega, estores e cortinas automatizadas, entre outros (Mota, Alves, 2003).

As instalações elétricas são ainda indispensáveis para o funcionamento das instalações eletromecânicas de transportes: de elevadores, escadas mecânicas e tapetes rolantes, de monta-cargas e incorporam também as instalações de aquecimento, ventilação e ar condicionado.

2.1.3. PROCESSO DE LICENCIAMENTO

Na elaboração de um processo de uma obra, os projetos que o integram, desde o projeto de arquitetura ao das especialidades, devem respeitar e cumprir as normas técnicas e os regulamentos em vigor, por forma a garantir, não só, a qualidade do edifício, mas também, a segurança e o conforto dos utilizadores. A forma de garantir e controlar que os elementos que integram este processo estão em conformidade com as disposições legais referidas, é através dos projetos de licenciamento, sujeitos a aprovação por parte das entidades competentes (câmaras municipais, serviços da administração central e empresas concessionárias de serviços públicos).

O licenciamento das obras de urbanização e das edificações está previsto no decreto-lei n.º 555/99 de 16 de dezembro, que estabelece o regime jurídico da urbanização e edificação.

Ainda que a legislação anteriormente referida regulamente outras operações, no âmbito deste trabalho, apenas será tratado os termos em que decorre o processo de licenciamento para obras de edificação, isto é, as obras de construção, reconstrução, ampliação, alteração e conservação, e ainda das operações de demolição.

Estão isentas de licença ou autorização as obras citadas no artigo 6.º do decreto-lei n.º 555/99, com a redação que lhe foi dada pelo decreto n.º 26/2010, artigo esse cujo conteúdo se encontra transcrito na Fig. 5, entre as quais se salientam as obras de conservação, obras de alteração no interior de edifícios ou suas frações que não impliquem modificações na estrutura, na cêrcea, na forma das fachadas e nos telhado ou coberturas.

Para obras de edificação, em que o pedido de licenciamento é obrigatório, este deverá ser feito de acordo com os requisitos descritos no número 1 do artigo 11.º da portaria n.º 232/2008 de 11 de março, também este reproduzido na Fig. 5. Dentro dos vários elementos que a portaria prevê para o licenciamento, destaca-se o conteúdo da alínea m, do referido artigo, que prevê o tema deste trabalho, este é, os projetos de instalações de edifícios, através do pedido da entrega dos projetos da engenharia de especialidades.

Os projetos de especialidades podem ser entregues no requerimento inicial, aquando da entrega do projeto de arquitetura, ou posteriormente, após a aprovação desse mesmo projeto, devendo em qualquer das hipóteses ser entregues com um termo de responsabilidade do projetista, no qual, este declara a conformidade daqueles projetos com as normas técnicas de construção aplicáveis, bem como a conformidade dos mesmos com os planos municipais de ordenamento de território (DL n.º555/99, 1999).

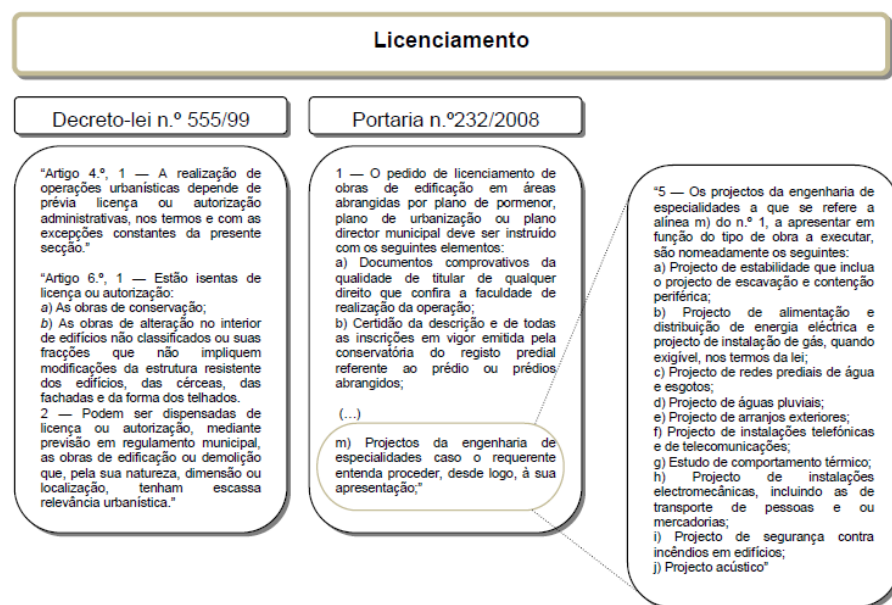


Fig. 5 – Esquema do processo de licenciamento de projetos da engenharia de especialidades

Assim, em conclusão, verifica-se que, para as obras de edificação em que o pedido de licenciamento é obrigatório, os projetos de instalações necessários para o respetivo licenciamento, são os seguintes:

- Projeto de alimentação e distribuição de energia elétrica e projeto de instalação de gás, quando exigível, nos termos da lei;
- Projeto de redes prediais de água e esgotos;
- Projeto de águas pluviais;
- Projeto de instalações telefônicas e de telecomunicações;
- Projeto de instalações eletromecânicas, incluindo as de transporte de pessoas e ou mercadorias;
- Projeto de segurança contra incêndios em edifícios.

A informação recolhida junto de vários municípios, relativa ao processo de licenciamento de obras de edificação, traduz-se essencialmente numa referência aos dispositivos legais anteriormente mencionados, através dos seus formulários disponíveis on-line (C.M. Porto, C.M. Cascais) sendo exemplo disso de entre outros, os municípios do Porto e de Cascais.

Alguns municípios optam não fazer referência às disposições legais, como é o caso do município de Lisboa (C.M. Lisboa), que no entanto, no seu regulamento municipal, apresenta de forma discriminada a informação pretendida para este tipo de processo.

O Quadro 1 representa os projetos de especialidades referidos nos formulários para o processo de licenciamento daqueles três municípios, encontrando-se em destaque a negrito, os projetos das

instalações de edifícios. Através daqueles três exemplos, constata-se que, ainda que de uma forma geral, os municípios exijam para os processos de licenciamento os mesmos projetos de especialidades de engenharia, a designação daqueles projetos e o seu agrupamento são feitos de forma diferenciada.

Quadro 1 – Projetos de especialidades exigidos por três municípios

Câmara Municipal Porto	Câmara Municipal Lisboa	Câmara Municipal de Cascais
Estabilidade, escavação e contenção periférica	Estabilidade Escavação e/ou Contenção periférica	Projeto de estabilidade, escavação e contenção periférica
Alimentação e distribuição de energia elétrica	Projeto de alimentação e distribuição de energia elétrica	Projeto de alimentação e distribuição de energia elétrica ou Ficha eletrotécnica
Instalação de gás	Projeto de instalação de gás	Projeto de instalação de gás
Abastecimento de água	Projeto de redes prediais de água	Projeto de redes prediais de águas e esgotos
Drenagem águas residuais	Projeto de rede interna de águas residuais e pluviais	Projeto de águas pluviais
Drenagem de águas pluviais		
Arranjos exteriores;	Projeto de arranjos exteriores	Projeto de arranjos exteriores
Instalações telefónicas e telecomunicações	Projeto de instalações de infraestruturas e de telecomunicações	Projeto de instalações telefónicas e telecomunicações
Instalações eletromecânicas, incluindo transportes de pessoas e mercadorias		Projeto de instalações eletromecânicas e de transporte de pessoas e ou mercadorias
Ventilação e exaustão de fumos e gases de combustão	Projeto de ventilação e exaustão de fumos, e de climatização;	Projeto de ventilação e exaustão de fumos
Instalações mecânicas de climatização		Projeto do sistema energético de climatização em edifícios
Estudo do comportamento térmico	Projeto de isolamento térmico	Estudo do comportamento térmico
Segurança contra incêndios	Projeto de segurança	Projeto de segurança contra riscos de incêndio em edifícios ou ficha de segurança
Acústico	Projeto de isolamento acústico Projeto de demolição com ou sem contenção da fachada	Projeto acústico
Sistema de Deposição de Resíduos;		
	Projeto de ocupação de via pública;	
		Projeto de arquitetura paisagística;

Exemplo do referido anteriormente é a separação dos projetos de águas residuais domésticas dos projetos de águas residuais pluviais nas câmaras do Porto e de Cascais, enquanto no formulário da câmara de Lisboa, o mesmo projeto inclui estes dois tipos de drenagem. Outro exemplo da diferença de critério dos municípios passa pelo agrupamento, na câmara de Lisboa, dos projetos de climatização e ventilação e exaustão de fumos, enquanto que nos outros dois exemplos, aqueles projetos são tratados de forma individualizada. No caso do município do Porto, um é designado por projeto de ventilação e exaustão de fumos e gases de combustão, enquanto o outro é designado por projeto de instalações mecânicas de climatização. No município de Cascais, aqueles projetos são designados, respetivamente, por projetos de sistema energético de climatização e ventilação e exaustão de fumos.

Para além dos projetos referenciados expressamente naqueles formulários, a sua configuração permite a possibilidade de agrupar novos projetos para além dos previstos.

2.1.4. PROCESSO DE LICENCIAMENTO EM OBRAS DE REABILITAÇÃO

No caso de obras de reabilitação, o processo de licenciamento pode divergir do de uma construção de raiz. A entrega dos projetos de instalações está diretamente relacionado e dependente do grau de intervenção de reabilitação a que o edifício está sujeito, que poderá ser mais ou menos profundo, consoante o estado de degradação do edifício a intervir.

As intervenções de reabilitação surgem, por um lado, da contínua procura e preocupação do Homem em melhorar a qualidade, a funcionalidade e conforto dos edifícios, que, naturalmente se vão degradando, pretendendo assim, melhor satisfazer as suas necessidades ao nível habitacional.

Por outro lado, a reabilitação tem assumido grande significado nos últimos anos, ao nível da intervenção junto dos centros urbanos, motivada pela crescente preocupação na recuperação da imagem das cidades e na revitalização dos centros degradados, velhos e abandonados, levando, consequentemente ao aparecimento dos serviços de reabilitação urbana (SRU), como por exemplo, a sociedade Porto Vivo (Porto Vivo).

Ao nível da reabilitação, estão isentas do processo de licenciamento, as obras já mencionadas no subcapítulo 2.1.3, nomeadamente, obras de conservação, obras de alteração no interior de edifícios ou suas frações que não impliquem modificações na estrutura de estabilidade, das cêrceas, da forma das fachadas e da forma dos telhados ou coberturas e obras de escassa relevância urbanística.

Se a intervenção de reabilitação se inserir numa destas alíneas, então a obra esta isenta do processo de licenciamento, devendo contudo ser feita uma comunicação ao município das intervenções que se pretendem fazer.

No caso da intervenção de reabilitação que se pretende levar a cabo, estar sujeita a processo de licenciamento, mesmo que, os municípios exijam a entrega de todos os projetos de especialidades de engenharia o gestor de projeto poderá não entregar alguns dos projetos previstos, desde que devidamente justifique a sua não entrega. Um exemplo disto é a isenção do cumprimento das condições do RCCTE (Decreto-lei n.º80/2006), que uma obra de reabilitação pode beneficiar, quando o custo da sua intervenção seja inferior a 25% do valor total do empreendimento e no caso das intervenções de remodelação, recuperação e ampliação decorram em edifícios de zonas históricas ou em edifícios classificados.

Assim, cada processo de licenciamento de obras de reabilitação será singular e diferenciado, consoante as características do edifício e as intervenções a que será sujeito.

2.2. INSTALAÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

2.2.1. NOTA INTRODUTÓRIA

Com o presente subcapítulo pretende-se analisar, em particular, as instalações de abastecimento de água, no que se refere somente, à distribuição de água fria e de água quente para consumos domésticos, ainda que, estas instalações sejam cruciais e estejam na base do funcionamento da rede de combate a incêndio.

Este subcapítulo tem por objetivo fazer uma apresentação das características que os diferentes tipos de sistemas de abastecimento de água podem assumir, assim como, uma caracterização dos principais componentes e equipamentos da rede. Visa-se também neste subcapítulo, fazer uma interpretação da legislação que prevê a sua obrigatoriedade e exigências de conceção e construção.

Ainda que, sem pormenorizar conceitos e variáveis de dimensionamento desta rede, descreve-se a forma como estes sistemas funcionam e quais são as suas diferentes e possíveis formas de conceção e constituição. Possibilitando-se assim uma melhor interpretação do modo como estas instalações se integram e ocupam a própria edificação, assim como uma compreensão da sua interligação com as restantes instalações a implantar num edifício de habitação.

A abordagem da legislação aplicável a estas instalações revela-se também fundamental, na medida em que permite verificar quais as exigências e condições de aplicabilidade a que estas instalações estão sujeitas, assim como garantir que as mesmas satisfaçam as necessidades dos utilizadores.

No âmbito deste trabalho, é feita também uma reflexão sobre os acontecimentos mais importantes na evolução destas instalações nas últimas décadas, ao nível dos materiais, conceção e dimensionamento. Segundo Afonso (2011), ao longo das últimas décadas, as instalações de abastecimento de água têm sido alvo de discreta e contínua evolução, quer ao nível de materiais, dispositivos e equipamentos, quer ao nível da conceção e dimensionamento, tendo por objetivos a redução de custos e o aumento do nível de conforto dos utilizadores.

2.2.2. ESQUEMAS E COMPONENTES

2.2.2.1. Sistemas de distribuição de água fria

As instalações de abastecimento de água proporcionam aos utilizadores um recurso considerado vital e de uso diário para as suas mais diversas atividades, dentro das quais se incluem o consumo, saúde, higiene, a produção de alimentos e as demais atividades.

Os sistemas prediais de abastecimento de água devem garantir a distribuição de água em perfeitas condições de segurança e de conforto, com pressão, quantidade e qualidade adequada. Atualmente, praticamente todos os edifícios são alimentados através da rede pública que transporta água potável, no entanto, existem ainda situações em que o abastecimento predial de água possa ser feito a partir de captações de água de poços, quando não existe rede pública, em que será necessário garantir a potabilidade dessa água (Baptista, 2011).

Pode ainda assistir-se em edifícios, a um sistema de captação particular, nascente ou furos, para finalidades tais como lavagem de pavimentos, combate a incêndio, regas, entre outros (Medeiros, 2012).

Para a escolha do sistema a ser utilizado no abastecimento de água, será importante recolher sempre informações sobre as condições de disponibilidade de abastecimento garantidas pela rede pública, assim como, as necessidades nos dispositivos de utilização perante determinado grau de conforto

pretendido. Daqui constata-se que nem sempre é possível que o abastecimento ao edifício se efetue diretamente da rede geral de distribuição, falhando nas condições de pressão e caudal necessárias a garantir uma utilização com qualidade.

A ligação entre a rede pública e o sistema predial poderá então decorrer com base em diferentes processos de alimentação, designadamente, direta, indireta ou mista, como esquematizado pela Fig. 6.

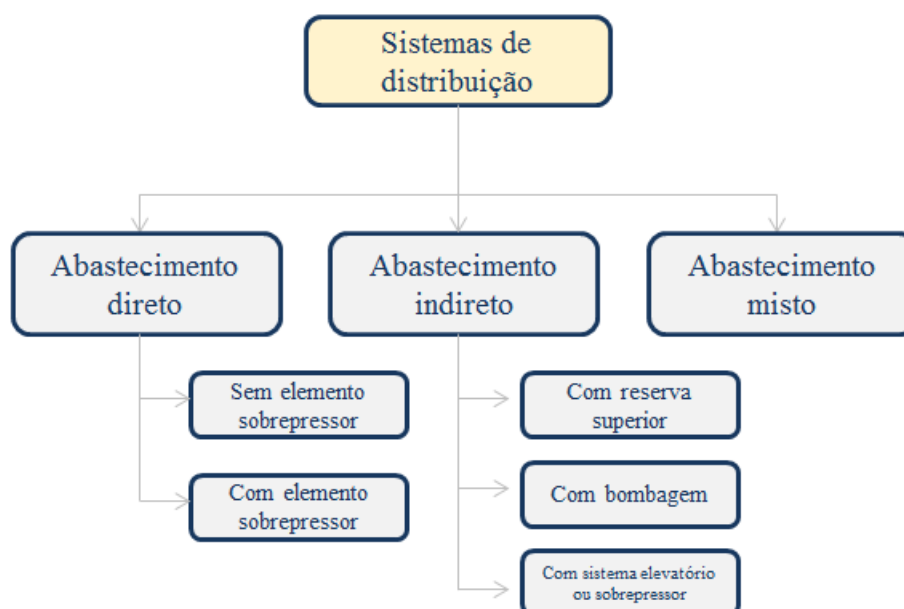


Fig. 6 – Tipos de sistemas de abastecimento

Um sistema de abastecimento direto é aquele que é feito diretamente a partir de rede pública, podendo ou não esta ligação recorrer a um elemento sobrepessor. Se a rede pública garante a pressão e o caudal suficientes que permitam nas condições de conforto o abastecimento a todos os equipamentos, esta será a situação ideal. Caso contrário, se a rede não possui a pressão suficiente, deverá recorrer-se a um elemento sobrepessor. O recurso a este elemento, neste sistema, deverá ser bastante ponderado, porque só se tornará eficaz em casos onde a rede pública seja abundante em termos de caudais e o estado de conservação da rede seja satisfatório (Pedroso, 2000).

Quando a rede pública não apresenta as condições necessárias de pressão e ou de caudal recorre-se então a um sistema de abastecimento indireto. Neste cenário, o abastecimento procede-se com o recurso a reservatórios, podendo ser estes superiores ou inferiores no edifício, onde a água será armazenada e posteriormente distribuída.

Este sistema indireto pode ser um sistema com reservatório superior, alocado na parte mais alta do edifício, se a pressão existente na rede pública permitir a chegada da água ao topo do mesmo. Caso a pressão na rede não o permita, pode ser feito um abastecimento com recurso a bombagem.

Dentro dos sistemas indiretos com recurso a bombagem, há a alternativa de se construir um sistema, com um reservatório de acumulação na parte inferior do edifício a partir da qual por bombagem se eleva a água a um outro reservatório superior responsável pela distribuição por gravidade, sendo necessário neste sistema, o recurso a dois reservatórios.

Uma alternativa à construção de dois reservatórios, para o mesmo sistema de funcionamento indireto, passa pela construção de um sistema com apenas um reservatório inferior, mas com o recurso a um grupo de bombagem elevatório ou sobrepessor.

Para além dos sistemas mencionados, há ainda edifícios em que a solução mais económica passa pela adoção de um sistema misto, ou seja, parte do edifício é abastecido de forma direta com as pressões disponíveis na rede pública, enquanto a partir de determinado piso, o edifício será abastecido de forma indireta dentro de uma das opções já apresentadas.

Determinadas as condições da rede pública e definido o tipo de sistema de abastecimento, inicia-se então a conceção da rede de distribuição predial de água. A forma como a rede se distribui e desenrola à medida que avança desde a rede pública para jusante, até aos dispositivos de utilização, é constituída por partes com designações diferentes, tal como faz descrição o decreto regulamentar n.º 23/95 e como pretende representar a Fig. 7.

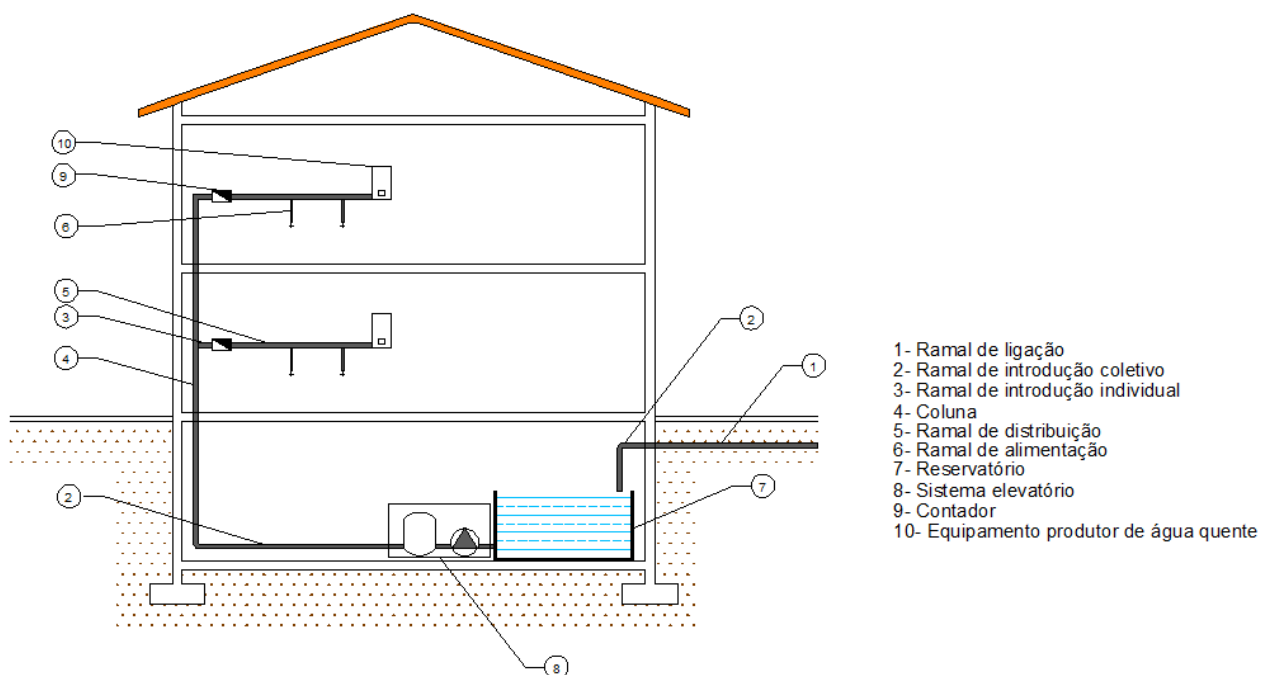


Fig. 7 – Instalação de abastecimento indireto de água (adaptada de Pedroso (2000) e Medeiros (2012))

As instalações de abastecimento de água, Fig. 7, iniciam-se pelo designado ramal de ligação, que é a conduta que faz ligação entre a rede pública e o limite da propriedade, a partir da qual nasce o ramal de introdução coletivo com desenvolvimento até aos ramos de introdução individual de cada utilizador. O ramal de introdução individual faz a ligação entre o citado ramal de introdução coletivo e os contadores individuais de cada fração ou em edifícios unifamiliares, entre o limite da propriedade e o contador da habitação.

O ramal de distribuição é a canalização entre os contadores e os ramos de alimentação que servem os dispositivos de utilização.

Em edifícios com mais de um piso elevado, há a necessidade de se recorrer ao uso de uma coluna para condução da água aos pisos superiores. Esta é definida, segundo o decreto regulamentar, como o troço de canalização de prumada de um ramal de introdução ou de um ramal de distribuição.

Para o completo funcionamento, transporte e abastecimento aos dispositivos de utilização, a rede deverá perante o seu funcionamento dispor, para além dos referidos ramais de abastecimento, de acessórios e instalações complementares. De acordo com o decreto regulamentar n.º23/95, são designados de acessórios os contadores, as válvulas, as torneiras e os fluxómetros, e de instalações complementares, os reservatórios e as instalações de bombagem.

No exemplo da Fig. 7, estão representados os elementos complementares da rede perante o sistema indireto adotado, um reservatório e a instalação elevatória, onde a sua descrição se segue no Quadro 2.

Quadro 2 – Instalações complementares à rede de abastecimento de água

Instalações complementares	Descrição
Reservatórios	São equipamentos importantes na reserva de água para futuras utilizações, compensando as diferenças entre consumo e a adução. Servem também para constituir reserva para situações de emergência (Decreto regulamentar n.º23/95).
Instalações de bombagem	O recurso a estas instalações tem por objetivo introduzir energia ao escoamento, criando condições para o bom desempenho dos dispositivos de utilização em termos de caudais e pressão. Estas instalações podem se qualificar como elevatórias ou sobrepressoras. Estes elementos aparecem nos edifícios, devido à construção de edifícios em altura, onde se viu necessário implementar estes elementos para que a água chegasse a todos os pontos de utilização. Estas instalações deverão ser localizadas em zonas comuns, ventiladas, que permitam uma fácil inspeção e manutenção e devem ser equipadas por grupos eletrobomba, dotados de dispositivos de comando, proteção contra choque hidráulico, de segurança e alarme (Medeiros, 2005).
Instalações elevatórias	Conjunto de equipamentos destinados a elevar por meios mecânicos, transformando energia mecânica em hidráulica, a água armazenada num reservatório na base do edifício (Decreto regulamentar n.º23/95).
Instalações hidropneumáticas de sobrepressão	Conjunto de equipamentos destinados a produzir um aumento da pressão disponível na rede, através de um incremento energético, por forma a garantir as condições necessários nos dispositivos de utilização (Decreto regulamentar n.º23/95).

2.2.2.2. Sistemas de distribuição de água quente

Para além da rede predial de abastecimento de água fria, ainda integra este tipo de instalação a rede de água quente, que deve fornecer aos utilizadores água quente em temperaturas e caudais suficientes às utilizações previstas. Em edifícios de habitação as instalações de água quente são obrigatórias nas instalações sanitárias e nas cozinhas.

Estas redes iniciam-se no aparelho produtor de calor, a partir do qual se cria o ramal de distribuição e de seguida o ramal de alimentação aos dispositivos de utilização. A temperatura da água quente não deverá ser superior a 60.°C, e as tubagens deverão ter características próprias e ser devidamente isoladas com produtos adequados. Por razões de segurança é interdita a instalação de aparelhos produtores de água quente a gás nas instalações sanitárias ou em locais que não se situem junto da envolvente exterior do edifício, devendo localizar-se na cozinha ou outro local devidamente ventilado (Alves, Rocha, et al, 2003).

As instalações de água quente são geralmente classificadas pelo tipo de produção, se individual ou coletiva, pela forma de produção, se instantânea ou de acumulação, pelo tipo de energia utilizado (carvão, fuel, gás, eletricidade, energia solar, etc.) e pelo tipo de transferência de calor, se direta ou indireta (Pedroso, 2000).

Os sistemas de água quente podem ser sistemas individuais ou coletivos. No primeiro caso considera-se que o sistema de aquecimento é efetuado para uma única fração enquanto no segundo caso, o aquecimento é produzido para mais que uma fração. Quando se trata de um sistema de distribuição de água quente individual, existem duas possibilidades, uma com recurso a aquecedores de passagem, em que a água é aquecida de forma gradual, à medida que passa pelo equipamento, como o caso de esquentadores, a outra com recurso a aquecedores de acumulação que dispõem de depósitos que aquecem e reservam a água.

Quanto aos sistemas de distribuição coletiva, utilizam-se aquecedores de acumulação, podendo a este nível a distribuição ser simples ou com retorno, onde recorrendo ao retorno há a vantagem em economizar água, contudo com um custo mais elevado de energia. Esta distribuição geralmente é utilizada em situações em que a água se destina à alimentação de unidades coletivas como hotéis ou hospitais.

O sistema de aquecimento deve já estar definido em fase de projeto, uma vez que a sua instalação tem implicações no desenho do projeto.

Os aparelhos produtores de água quente, como já mencionado anteriormente poderão ser aparelhos de produção instantânea ou aparelhos de acumulação e vão depender do tipo de energia a ser utilizado para o aquecimento. De entre as diversas possibilidades, as mais vulgarmente utilizadas para instalações de produção individuais são as apresentadas no Quadro 3.

Para além dos aparelhos mencionados nesse quadro, pode ainda a produção de água quente sanitária ser feita com recurso a energia solar, tema que toma maior desenvolvimento no subcapítulo 2.6 deste presente trabalho.

Quadro 3 – Aparelhos de produção de água quente.

Aparelho de produção	Características
Aparelho de produção instantânea – Esquentador a gás	Um esquentador aquece a água de forma instantânea, não necessitando de depósito. É frequentemente adotado em habitações pequenas e de utilização pouco intensiva. Estes aparelhos necessitam de grande potência de produção (Pedroso, 2000). As suas vantagens passam pela aquisição fácil e a baixo custo. Relativamente às suas desvantagens, existe um desperdício de água fria até que a água quente chegue ao equipamento de utilização e a sua aplicação é restrita a um número de aparelhos. Estes aparelhos têm condições de aplicação específicas, tendo de ser aplicados em locais com remoção de ar devido aos gases libertados (Soares, 2010). É importante que este equipamento esteja corretamente instalado e em boas condições de funcionamento, uma vez que falhas podem ter consequências, seja com uma fuga de gás ou na má exaustão dos gases queimados.
Aparelho de produção de acumulação – Termoacumuladores a gás, elétrico ou a energia solar	Estes aparelhos possuem um reservatório capaz de manter a água a temperaturas elevadas de forma a poder ser utilizada quando necessária. Elétricos: neste tipo de equipamentos elétricos sabe-se que as temperaturas estarão entre 60 a 65.°C por um sistema de regulação de termostato. O aquecimento é efetuado pelas resistências elétricas no interior do reservatório (Pedroso, 2000). Gás: possuem um dispositivo de aquecimento, queimador a gás que aquece a água do reservatório. A temperatura não deverá ultrapassar os 60.°C e relativamente aos elétricos tem a vantagem de poder abastecer um maior número de dispositivos de utilização (Pedroso, 2000). Os termoacumuladores a gás ocupam espaços maiores que os elétricos, o que em muitas situações pode tornar-se determinante na escolha do aparelho. Ao nível de volume de água armazenada, os elétricos possuem maiores capacidades. (Soares, 2010) A capacidade de armazenamento pode ser aumentada devido a uma possível ligação deste dispositivo a um reservatório de acumulação, fazendo circular a água através de uma bomba.
Caldeiras murais	Distinguem-se dos restantes por serem considerados sistemas mistos, que combinam a produção de água quente para aquecimento do ambiente com a produção de água quente sanitária. No segundo caso, há a possibilidade da ligação de um reservatório de acumulação à caldeira aumentando a quantidade de água, que permite uma redução da potência.

2.2.3. LEGISLAÇÃO

Na elaboração de projetos das redes prediais de água deverá fazer-se uma interpretação do disposto na legislação atualmente em vigor para as instalações de abastecimento de água, o decreto regulamentar n.º23/95 de 23 de agosto, que veio atualizar a legislação existente para estes sistemas, ou seja, o regulamento geral de abastecimento de água, portaria n.º10367 de 14 de abril de 1943. Este regulamento já incluía condições gerais a que deviam satisfazer as canalizações e dispositivos utilizados em qualquer sistema de distribuição de água, estabelecendo também, os valores mínimos de calibres das canalizações – ramais de ligação e canalizações de distribuição interior, materiais a utilizar e outros critérios idênticos à que a legislação atual reúne.

De uma forma geral, o atual regulamento prevê disposições de conceção, traçado, construção e exploração de uma rede, incluindo os elementos base para o dimensionamento, a sua composição, os elementos acessórios e as instalações complementares, e tem como por objetivo, assegurar o bom funcionamento global, preservando-se a segurança, a saúde pública e o conforto dos utilizadores.

Do conteúdo da legislação aqui tratada, a fim de uma melhor interpretação e desenvolvimento deste trabalho, é de todo o interesse citar alguns critérios mais relevantes descritos nesse documento sobre conceção e traçado das redes de abastecimento, uma vez que elementos de constituição desta rede já foram descritos no subcapítulo anterior.

- O abastecimento de água aos dispositivos de utilização deve ser feito sem por em risco a sua potabilidade, pelo que não é permitida qualquer ligação entre redes de abastecimento e drenagem de águas (artigo 85.º).
- A conceção de um novo sistema de abastecimento de água irá ser função, não só, da pressão da rede pública e daquela necessária nos dispositivos de utilização, assim como do tipo e número de dispositivos a abastecer, o grau de conforto pretendido e a minimização do tempo de retenção da água nas canalizações (artigo 87.º).
- Os limites de pressão situam-se entre 50kPa e 600kPa, sendo os valores recomendados entre 150kPa e 300kPa (artigo 87.º).
- Em remodelações ou ampliações em que se verifique um aumento do caudal de ponta, deverá comprovar-se a suficiência da capacidade de transporte das canalizações e eventuais instalações complementares (artigo 88.º).
- Os valores dos caudais instantâneos para fins de dimensionamento são diferentes perante o dispositivo de utilização, e são fixados pelo regulamento (artigo 90.º). Assim como são limitados os valores para a velocidade de circulação da água, entre 0,5 e 2 m/s (artigo 94.º).
- O traçado das canalizações das instalações deverá ser feito por troços retos, horizontais e verticais, ligados entre si por acessórios apropriados (artigo 95.º).
- Quanto às canalizações de água quente, este regulamento prevê que estas devem situar-se sempre que possível paralelamente às de água fria e nunca abaixo destas, com distância mínima de 0,05m (artigo 95.º).
- A instalação das canalizações interiores deve ser feita à vista, em galerias, caleiras, tetos falsos embainhadas ou embutidas. Estas não devem ficar sob elementos de fundação, embutidas em elementos estruturais, em locais de difícil acesso, em espaços pertencentes a chaminés e a sistemas de ventilação e embutidas em pavimentos, à exceção de quando se trata de canalizações flexíveis e embainhadas (artigo. 96.º).

2.2.4. EVOLUÇÃO

As instalações de abastecimento de água que hoje toda a população conhece e consegue aceder de forma rápida, é consequência de muitos milénios de formação. Ainda que a origem do abastecimento de água às populações se perca na memória dos tempos, a primeira referência a este nível é atribuída ao povo egípcio, que executou os primeiros aquedutos (Afonso, 2001).

Desde que os romanos criaram um sistema que distribuía água pelas cidades para serviços públicos de higiene, até aos dias de hoje, o desenvolvimento de técnicas e o crescimento da engenharia neste setor, foi notável. Contudo, no âmbito deste trabalho, há uma restrição desta evolução somente a partir de meados do último século, coincidente com a época de grandes progressos nestes sistemas, como pretende representar a Fig. 8.

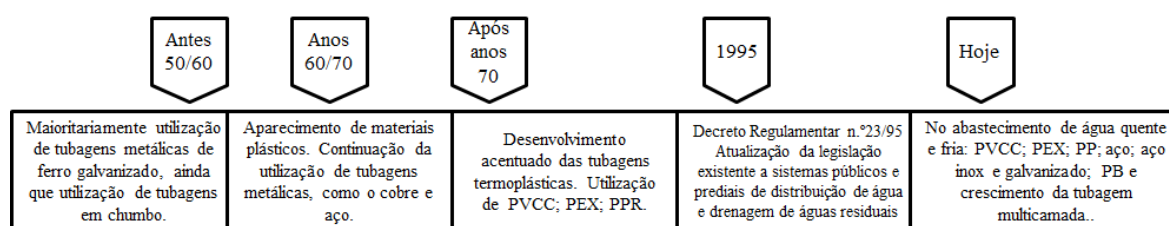


Fig. 8 – Evolução das instalações de abastecimento de água

Em Portugal, o aparecimento do decreto regulamentar n.º23/95 a 23 de agosto de 1995 é o marco de grande relevância neste tipo de instalações, substituindo os regulamentos gerais das canalizações de água e de esgoto, aprovados pelos decreto-lei n.ºs 10367 de 14 de abril de 1943 e 11338 de 8 de maio de 1946.

Relativamente aos materiais utilizados, estes tem vindo a sofrer alterações bastante significativas ao longo dos anos, a utilização das tubagens metálicas tem vindo a reduzir-se devido ao aparecimento de materiais termoplásticos, com melhores características (Afonso, 2011).

Na primeira metade do século XX, as instalações prediais de abastecimento de água eram no geral do tipo rígido. As tubagens em ferro galvanizado eram as mais utilizadas, ainda que as tubagens de chumbo fossem frequentes, até serem reconhecidos os seus malefícios como metal pesado, o que levou, não só, à eliminação da utilização deste material em novas instalações, como a uma preocupação na remoção nas existentes. Contudo acredita-se possível ainda que em muitas habitações antigas no nosso país se encontrem instalações de consumo com este material, acreditando que esta utilização tenha cessado por volta dos anos 80 (Vasconcelos, 2005).

Com a evolução industrial e o aparecimento de materiais plásticos, o setor da construção abandonou a sua dependência dos materiais metálicos e passou a recorrer a este novo tipo de material, com tubagens em polietileno e policloreto de vinílico.

Nas construções das décadas de 60/70, o recurso a PVC era bastante comum devido às suas características, nomeadamente como material mais leve, mais fácil de instalar, com menor custo e baixa rugosidade, contudo, no que se refere à aplicação a redes de abastecimento interiores, este era considerado um material pouco resistente do ponto de vista térmico, sendo por isso ainda, nestas décadas, utilizado a par com o aço inox ou galvanizado. No que se refere a estes últimos materiais, a sua utilização acabou por ser rapidamente substituída face ao aparecimento de novos materiais plásticos com melhores propriedades, como polietileno reticulado (PEX/PER), o policloreto de vinilo

clorado (PVC-C), o polibutileno (PB) e o polipropileno random (PPR), que tiveram grande expansão a partir da década de 70.

O PEX/PER atualmente tem grande utilização, mas já começam a ficar ultrapassados por novas condutas, como as tubagens multicamada, que apresentam vantagens dos tubos metálicos e termoplásticos.

Enquanto a antiga legislação definia como possíveis materiais para os sistemas de distribuição de água o ferro fundido, ferro ou aço laminado, chumbo, cobre, latão, bronze, o decreto regulamentar hoje em vigor, acrescenta para estes sistemas materiais como PVC e polietileno não previstos no antigo regulamento.

2.3. INSTALAÇÕES DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS

2.3.1. NOTA INTRODUTÓRIA

A conceção das instalações de drenagem de águas residuais domésticas, vista de uma forma simples, é como uma sequência das instalações de abastecimento de água. A partir do momento que há a entrada de água nos edifícios para os mais diversos usos domésticos, é necessário que essa mesma água seja retirada do edifício e conduzida aos seus locais próprios de depósito e tratamento a fim de garantir a salubridade dos edifícios, proteger a saúde pública e os recursos naturais.

A implantação destas instalações num edifício tem então como objetivo a drenagem correta e suficiente de todos os dispositivos de utilização de uma habitação. São consideradas águas residuais domésticas as águas que “provêm das instalações sanitárias, cozinhas e zonas de lavagem de roupa e caracterizam-se por conterem quantidades apreciáveis de matéria orgânica, serem facilmente biodegradáveis e manterem relativa constância das suas características no tempo” (decreto regulamentar, n.º23/95, artigo 115.º).

À semelhança do subcapítulo anterior e estendendo-se aos restantes que constituem este capítulo, o objetivo do presente subcapítulo passa por avaliar o funcionamento e a composição destas instalações, a forma como se integram num edifício e avaliar a legislação em vigor. Da mesma forma, o último objetivo passa pela constatação da evolução destas instalações no decorrer das últimas décadas.

2.3.2. ESQUEMAS E COMPONENTES

No início da conceção destas instalações, deverá recolher-se a informação sobre os coletores públicos que servirão esse edifício. Em pequenos aglomerados habitacionais pode não existir rede pública de drenagem, sendo assim necessário recorrer a sistemas simplificados, como fossas sépticas, para onde são conduzidas estas águas.

Estas instalações podem assumir uma drenagem gravítica, com elevação ou mista, sendo esta opção função do nível altimétrico de recolha das águas relativamente ao nível onde se encontra o coletor de ligação à rede pública. Numa drenagem do tipo gravítico, a drenagem é feita exclusivamente pela ação da gravidade, as águas residuais são recolhidas ao nível do arruamento onde se encontra o coletor de ligação à rede públicas, ou então a um nível superior.

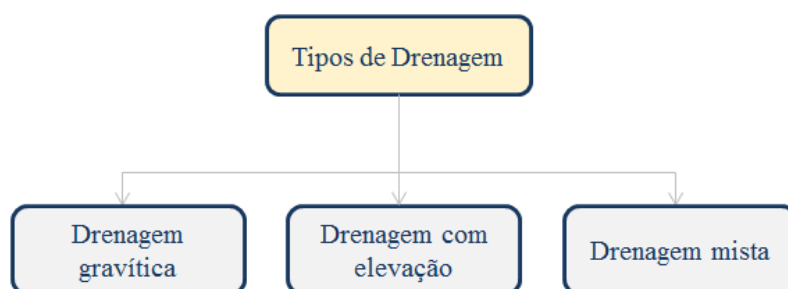


Fig. 9 – Tipos de drenagem

Quando a drenagem se procede a um nível inferior ao do arruamento, a água é elevada por meios mecânicos. Por fim, uma drenagem mista é aquela em que num mesmo edifício se verifica a recolha de água ao nível superior e inferior do arruamento, de onde a partir da caixa do ramal de ligação, a drenagem se procede por gravidade (Pedroso, 2000).

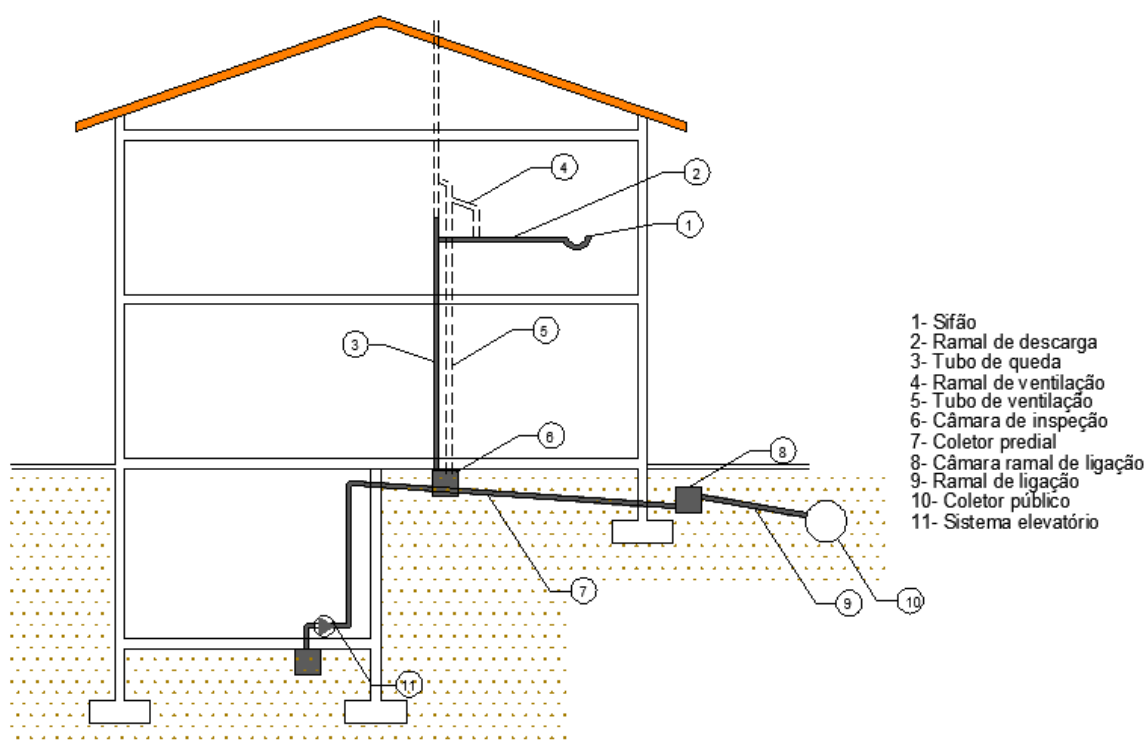


Fig. 10 – Drenagem de água residual doméstica (adaptada de Pedroso (2000) e Medeiros (2012))

Os sistemas de drenagem de águas residuais domésticas são constituídos pelos elementos representados na Fig. 10. Após a utilização dos dispositivos, a água é conduzida por um ramal de descarga, até ao tubo de queda. Caso se trate de um edifício sem necessidade de recurso a tubo de queda, as águas seriam conduzidas diretamente aos coletores prediais. As ligações de todos os aparelhos sanitários deverão incorporar um sifão, ou nos próprios aparelhos sanitários ou nos ramais de descarga, por forma a impedir a passagem de odores e gases para o interior do edifício.

Os tubos de queda de águas residuais domésticas neste tipo de drenagem têm dupla funcionalidade, em primeiro lugar transportar as descargas dos vários pisos aos coletores prediais e em segundo lugar garantir a ventilação da rede predial. Estes elementos devem ser localizados, de preferência, em galerias verticais, facilmente acessíveis e devem ter instaladas bocas de limpeza.

Os sistemas de drenagem deste tipo de águas têm sempre de ter adjacente ventilação, como já se referiu, através dos tubos de queda prolongados até à cobertura, ou quando estes não existam, através de colunas de ventilação aplicáveis nos extremos dos coletores prediais. Sempre que não são respeitadas as condições regulamentares de dimensionamento que assegurem a ventilação primária das condutas de drenagem, deverá recorrer-se a ventilação secundária, por ramais e colunas de ventilação.

Os coletores prediais destas redes são responsáveis pela recolha de águas residuais provenientes dos tubos de queda, de águas dos ramais de descarga situados em pisos superiores adjacentes e de águas provenientes de condutas elevatórias. Os coletores conduzem estas águas para a caixa ramal de ligação que faz a ligação à rede pública pelo ramal de ligação.

Nos coletores prediais enterrados devem ser implementadas câmaras de inspeção, no seu início e no seu fim, em mudanças de direção, de inclinação, de diâmetro e nas confluências, quando à vista devem ser inseridas curvas de transição, reduções forquilhas e bocas de limpeza.

O elemento mais a jusante deste sistema é a caixa ramal de ligação, que deverá ser implantada preferencialmente fora da edificação e obedecer às condições de implantação de uma câmara de inspeção, sendo então, constituída por uma soleira, que serve de fundação às paredes, o corpo, a cobertura e o dispositivo de fecho resistente.

A drenagem das águas residuais domésticas pode ser feita através de um sistema separativo ou através de um sistema unitário. Para a primeira abordagem, as designadas águas de sabão, provenientes das cozinhas e da higiene são conduzidas a um tubo de queda, enquanto as águas designadas como águas negras, provenientes de bacias de retrete e urinóis para um outro tubo de queda distinto. No sistema unitário, a drenagem de todas as águas é conjunta conduzida para um único tubo de queda, independentemente da sua origem e das suas características.

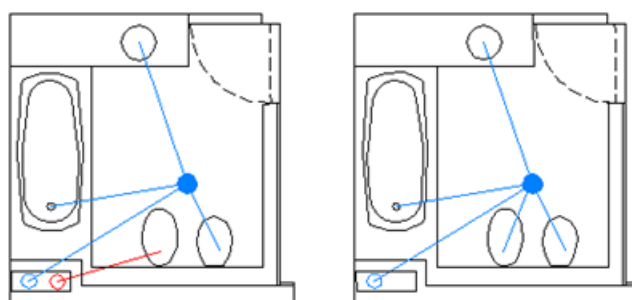


Fig. 11 – Representação em planta de um sistema separativo e unitário

A Fig. 11 apresenta a drenagem de uma instalação sanitária, onde a primeira imagem representa um sistema separativo, e a segunda um sistema unitário. Ainda que, a drenagem deste compartimento se represente aqui de forma isolada, podem os mesmos tubos de queda, receber águas de drenagem de outros compartimentos, dentro das características de cada um dos dois sistemas.

2.3.3. LEGISLAÇÃO

A legislação em vigor para as instalações de drenagem de águas residuais domésticas é semelhante à referida para as redes de abastecimento de água, ou seja, o decreto regulamentar n.º23/95, que veio substituir o regulamento geral das canalizações de esgoto, aprovado pela portaria n.º 11 338 de 8 de maio de 1946.

Em 1946, abundavam no país redes de saneamento sem qualquer tipo de projeto, ou com projeto sem aprovação, resultando assim em graves problemas, pelo que foi necessário impor e orientar estas atividades, com conceitos e normas definidos neste regulamento não só para projetos de saneamento, como para a execução das instalações sanitárias. Muitos desses critérios de conceção e construção ainda que ligeiramente alterados podem-se encontrar no novo regulamento.

A conceção destes sistemas deverá cumprir para além do regulamento mencionado, os regulamentos municipais deste âmbito, devendo estes últimos adaptar-se ao conteúdo do regulamento atual.

O decreto regulamentar impõe a separação das redes prediais de drenagem de águas residuais domésticas das águas pluviais até à caixa ramal de ligação, podendo depois desta, serem do tipo separativo, unitário, misto (inclui os dois sistemas anteriores) ou separativos parciais, que em condições excecionais há a ligação de águas pluviais de pátios inferiores a rede de drenagem doméstica.

Em localidades onde ainda não estejam previstas ou em funcionamento os sistemas públicos de drenagem de água, podem estas águas ser conduzidas a sistemas simplificados, tais como fossas sépticas seguidas de sistemas de infiltração, desde que obedecendo de igual forma até a caixa ramal de ligação todas as disposições regulamentares previstas.

Para além da apresentação dos componentes destes sistemas, e de algumas imposições regulamentares já descritas, estão ainda citados alguns artigos que se consideram mais relevantes na interpretação do disposto no regulamento ao nível da conceção destes sistemas, para os objetivos e temas que se pretendem alcançar neste trabalho:

- A rede de ventilação das águas residuais domésticas deverá ser independente de qualquer outro sistema de ventilação do edifício (artigo.º 203).
- Neste tipo de instalações, existe um cuidado acrescido, devido às necessidades de ventilação das redes. “Os sistemas de drenagem de águas residuais domésticas têm sempre ventilação primária que é garantida pelo prolongamento de tubos de queda até à sua abertura na atmosfera ou quando estes não existam pela instalação de colunas de ventilação nos extremos de montante dos coletores prediais. Além deste tipo de ventilação os sistemas devem dispor quando necessário de ventilação secundária parcial ou total realizada através de colunas ou de ramais de e colunas de ventilação.” (decreto regulamentar n.º23/95, artigo 203.º).
- As canalizações que sejam instaladas à vista ou sejam visitáveis devem ser identificadas consoante a natureza das águas residuais transportadas (artigo.º202).
- O escoamento destas águas pode decorrer de duas formas, quer por gravidade quando os pisos se situam acima ou ao nível do arruamento, onde está instalado o coletor público, ou por elevação quando a drenagem é feita de pisos abaixo do nível dos arruamentos como o caso das caves (artigo 205.º).
- As instalações elevatórias destes sistemas devem ser instaladas em locais que permitam uma fácil inspeção e manutenção e minimizem os efeitos de eventuais ruídos vibrações ou cheiros (artigo 262.º).

- Não é permitida a implantação de caixas retentoras de águas provenientes de bacias de retrete e urinóis, e devem localizar-se próximo dos locais produtores de efluentes e em zonas acessíveis (artigo.º 265).

Para além dos critérios de conceção citados, o regulamento também prevê critérios de base de dimensionamento, fixando critérios de cálculo e valores mínimos a máximo para alguns dos seus critérios ou componentes, como o exemplo dos diâmetros mínimos nominais de ramais de descarga, coletores, entre outros.

2.3.4. EVOLUÇÃO

O aparecimento das instalações de drenagem de água, tal como as instalações de abastecimento de água, têm um lugar distante na história. Segundo Afonso (2001), no domínio de esgotos, o mais antigo sistema deste tipo, teve origem no Paquistão, 2500 ano A.C., onde tubagens de grés conduziam águas residências para canais que percorriam as ruas e desaguavam em campos. Gregos e romanos construíram também redes de drenagem em diversas cidades, contudo, a criação da primeira estação de tratamento de águas residuais data apenas 1914, em Inglaterra.

Nas instalações de drenagem de água doméstica, também o aparecimento do decreto regulamentar n.º23/95 e a evolução que decorreu nas últimas décadas ao nível dos materiais de construção, são marcos de grande relevância na definição da conceção deste tipo de instalações. A associação de datas à evolução neste setor, está representada na Fig. 12.

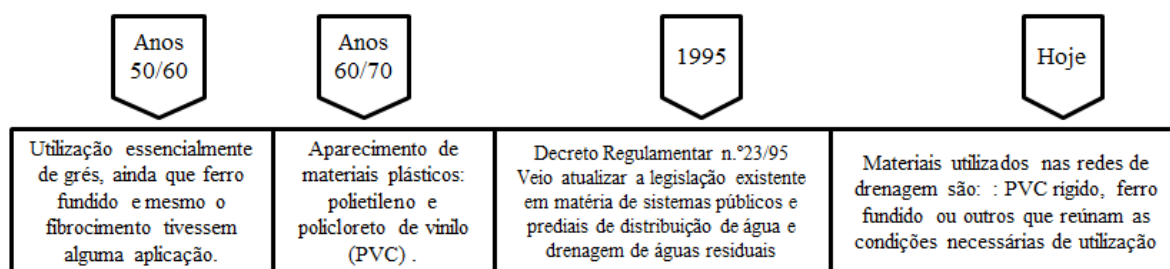


Fig. 12 – Evolução das instalações de drenagem de águas residuais

Na primeira metade do século XX, os materiais utilizados nas redes prediais de esgotos eram do tipo rígido, metálico ou não. Nas redes de drenagem de águas, utilizavam-se o grés, embora o ferro e mesmo o fibrocimento tivessem algum campo de aplicação (Afonso, 2001).

Segundo informações retiradas do regulamento de esgotos de 1943, nas canalizações de esgoto de águas residenciais domésticas eram permitidos e utilizados, o grés cerâmico vidrado interna e externamente, alvenaria hidráulica, betão, ferro fundido, sendo aconselhado preferencialmente o uso pelo grés cerâmico vidrado.

Tal como já descrito na história de instalações de abastecimento de água, com a revolução industrial, nos anos 60/70, apareceu o PVC que passou a ser um material bastante utilizado neste tipo de instalações, quer no interior quer no exterior do edifício. Atualmente, os materiais utilizados na rede de drenagem de água podem ser em PVC rígido, ferro fundido, ou outros materiais que reúnam as condições necessárias de utilização (Decreto regulamentar n.º23/95, 1995).

O recurso acentuado ao PVC, na década de 70, levou que fosse criada a primeira norma relativa a tubagens de PVC para drenagem de águas residuais no ano de 1977. Apesar das suas reconhecidas vantagens, este foi revelando ao longo dos anos algumas fragilidades, sendo necessário rever algumas das suas características aquando em instalações de drenagem de águas domésticas. As características destes tubos apenas estão preparadas para líquidos até 40.°C, no máximo 60.° em períodos curtos. (Afonso, 2011). Na verdade, recentemente é comum encontrar-se máquinas de lavar, com descargas a temperaturas de 90.°C, que logo deveria impedir a aplicação do PVC, nas condições referidas na norma, desenrolando-se graves problemas.

Estas limitações do PVC levaram ao desenvolvimento de novos produtos e publicação de uma nova norma NP EN 1329:1, publicada em 2002, onde se obriga o aumento da espessura dos tubos.

Contudo ainda que em Portugal não se verifique, com um campo de aplicação residual, a utilização deste material, o PVC tem vindo a ser substituídos por materiais de geração mais recente, como o polipropileno.

2.4. INSTALAÇÕES DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

2.4.1. NOTA INTRODUTÓRIA

Neste subcapítulo pretende-se abordar as instalações de drenagem de águas pluviais. Num edifício, para além de serem concebidas instalações de drenagem de água doméstica, são também previstas instalações deste tipo, que aparecem na história como uma preocupação por parte da população em se proteger da água das chuvas.

As instalações que integram um edifício, para receber e drenar águas pluviais deverão ser constituídas por componentes que funcionem de forma eficaz, garantindo o escoamento completo, evitando infiltrações e consequentes degradações e manifestações patológicas no interior do edifício (Ramos, 2010).

São consideradas águas residuais pluviais, aquelas resultantes da precipitação atmosférica, caracterizadas por conterem menores quantidades de matérias poluentes. “Consideram-se equiparadas as águas pluviais as provenientes de regas de jardim e espaços verdes, de lavagem de arruamentos, passeios, pátios e parques de estacionamento, normalmente recolhidas por sarjetas, sumidouros e ralos” (Decreto regulamentar n.º23/95, 1995, artigo 115.º).

As redes de drenagem de águas residuais pluviais deverão ser pensadas para que o seu traçado esteja de acordo com as disposições regulamentares, em termos económicos e de acordo com a integração com as restantes instalações. Para que isto se verifique, é necessário ter em conta a caracterização da distribuição da rede, a caracterização dos componentes, assim como conhecimento da legislação e evolução histórica que lhe é aplicada.

2.4.2. ESQUEMAS E COMPONENTES

Tal como se sucedia com as instalações de drenagem de águas domésticas, os sistemas de drenagem de águas pluviais podem estabelecer a sua ligação à rede pública por gravidade ou por elevação, dentro das condições anteriormente referidas.

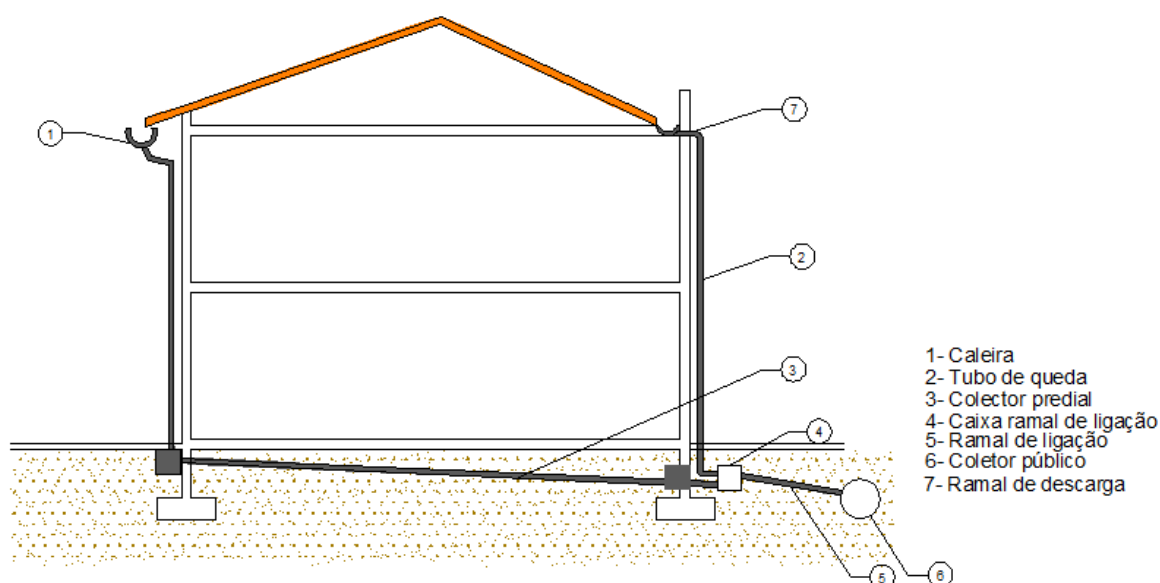


Fig. 13 – Drenagem de água residual pluvial (adaptada de Pedroso (2000) e Medeiros (2012))

Pela Fig. 13 pretende-se representar um sistema de drenagem de águas pluviais, onde se inserem alguns dos principais constituintes destas redes.

A rede inicia-se com a captação das águas que escorrem até as calhas ou algerozes, que dependendo do tipo de cobertura, vão recolher e conduzir as águas pluviais até ramais de descarga ou tubos de queda. Na figura representada, do lado esquerdo, o escoamento é feito diretamente das calhas para o tubo de queda, enquanto do lado direito a condução das águas desde as calhas até ao tubo de queda faz passagem pelos ramais de descarga.

Os tubos de queda têm como finalidade fazer a condução das águas aos coletores prediais ou a novos ramais de descarga e devem ser localizados de preferência, à vista na face exterior do edifício, ou em galerias verticais acessíveis.

Na Fig. 13, o coletor predial recebe a água de tubos de queda, contudo, os coletores prediais são responsáveis também pela recolha de água residuais não só provenientes destes elementos, como de ramais de descarga quando de pisos superiores adjacentes e também de águas drenadas de pisos inferiores.

O exemplo apresentado pela Fig. 13, compreende um sistema de drenagem por gravidade, contudo é frequente edifícios habitacionais serem caracterizados por incluírem pisos abaixo do nível do arruamento, para o aparcamento de viaturas, pelo que as águas resultantes das operações de lavagem dessas garagens terão de ser drenadas por elevação até ao nível do arruamento.

Os coletores prediais conduzem as águas às caixas ramal de ligação, estas obrigatórias na extremidade a jusante dos sistemas prediais, e a partir da qual nasce o ramal de ligação, que assegura a condução das águas residuais prediais ao coletor da rede pública.

Para além dos componentes principais já apresentados deste tipo de instalação, estas poderão ainda, dispor de elementos acessórios como os ralos que têm por finalidade impedir a passagem de materiais sólidos transportados pelas águas para o interior das redes, devendo estes ser limpos com regularidade.

2.4.3. LEGISLAÇÃO

As instalações de drenagem de água pluvial, tal como as instalações de drenagem águas residuais e de abastecimento de água, estão ao abrigo do decreto regulamentar nº23/95.

Como já referido no subcapítulo de instalações de drenagem de águas residuais domésticas, o regulamento prevê a conceção de uma rede de drenagem de águas pluviais independente da primeira, devendo esta assegurar uma eficiente drenagem de águas resultantes da pluviosidade e similares.

Para além dos aspetos regulamentares que foram referidos na descrição dos componentes, do traçado desta rede e no subcapítulo da drenagem de águas domésticas, o decreto regulamentar faz ainda referência, no que se refere a critérios de base de dimensionamento, a valores de cálculo e valores mínimos a máximos para alguns dos seus componentes.

2.4.4. EVOLUÇÃO

Os principais acontecimentos na evolução histórica destas instalações no que se refere aos materiais e à legislação aplicável são semelhantes ao já descrito para as instalações de drenagem de águas residuais domésticas. Contudo citam-se ainda algumas referências que o regulamento de 1995 faz de forma particular para os componentes da instalação de águas pluviais:

- Os algerozes e caleiras podem ser de chapa zincados, betão, fibrocimento, PVC rígido e outros materiais que reúnam as necessárias condições de utilização.
- Os tubos de queda de águas pluviais podem entre outros ser de PVC rígido, chapa zincada e ferro fundido ou galvanizado.

2.5. INSTALAÇÕES DE AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO E AR CONDICIONADO

2.5.1. NOTA INTRODUTÓRIA

A implantação das instalações de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC) em edifícios, só recentemente começou a ser de utilização comum, relativamente a algumas das restantes instalações técnicas de edifícios. Só nas últimas décadas foram desenvolvidas novas técnicas a este nível, que favoreceram o desenvolvimento e crescimento destas instalações, que atualmente assumem uma nova dimensão e importância nos edifícios.

Num edifício de habitação comum há atividades que são responsáveis pela libertação de vapores, gases e odores e existe um grupo de equipamentos e pessoas responsáveis pela libertação de energias que, em conjunto, acabam por contribuir para a degradação da qualidade do ar interior. Para além do disposto, a qualidade térmica do ambiente interior de um edifício, pode também ser afetada pelas trocas de energia através da envolvente do edifício. Em estações quentes do ano, a temperatura interior de um edifício pode tornar-se excessiva afetando a qualidade do ar, da mesma forma que, em estações frias, as perdas pela envolvente do edifício podem levar a temperaturas desagradavelmente frias (Roriz, 2006).

Estas instalações aparecem então com o objetivo de compensar estes desequilíbrios, através de equipamentos que os contrariem e restituam nos edifícios um ar e ambiente interior de qualidade. Estas instalações zelam pelas condições de saúde e conforto humano, ao nível térmico e de qualidade do ar interior.

Como em qualquer instalação, o projeto de AVAC irá ser função do tipo de edifício a servir, da sua complexidade e das necessidades dos utilizadores. Não existem soluções fixas para estes sistemas e na

sua conceção deverá ter-se em atenção vários aspetos, como a dimensão das condutas, a seleção do tipo de equipamentos e componentes e o seu posicionamento no edifício, devendo fazer-se uma reflexão sobre as vantagens e inconvenientes de cada opção.

Na conceção destas instalações dever-se-á, também, ter em atenção os atuais problemas de consumos energéticos, para os quais podem estas instalações contribuir significativamente, pelo que as componentes legais a este nível deverão estar presentes no processo de conceção destes sistemas.

Com este subcapítulo objetiva-se fazer uma caracterização dos sistemas de AVAC, dos equipamentos e acessórios que constituem estas instalações, assim como analisar a inserção destas num edifício. Pretende-se, ainda, fazer uma análise da evolução destas instalações e da legislação atualmente em vigor no que a estas instalações faz referência.

2.5.2. ESQUEMAS E COMPONENTES

Uma instalação de AVAC deve assegurar pelo menos duas das seguintes funções: aquecimento, arrefecimento, humedificação e desumidificação.

Estas instalações funcionam num princípio de ganhos ou perdas de calor que se designa por cargas térmicas e a forma mais comum de as remover dum local é fazer com que estas sejam dissipadas num fluido que atravessa esse local. A forma como é efetuado o aquecimento ou arrefecimento do fluido pode variar, ou seja, pode ser aquecido ou arrefecido no local que se pretende climatizar, ou num local distinto, sendo depois transportado para o local a aquecer ou a arrefecer (Roriz, 2006).

Os sistemas de AVAC podem ser caracterizados consoante a área a climatizar, tal como mostra a Fig. 14 podendo tratar-se de um sistema individual ou centralizado.

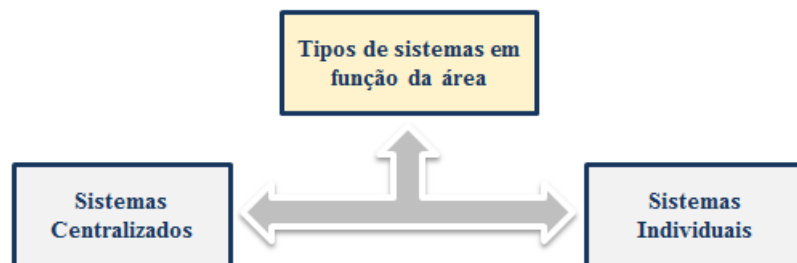


Fig. 14 – Sistemas de AVAC em função da área

Um sistema individual é constituído por um aparelho ou um conjunto destes que servem, exclusivamente, um único espaço de um edifício. Neste tipo de sistema incluem-se aparelhos de janela ou os splits. Um sistema centralizado é aquele que serve todo um edifício ou grande parte deste, dividindo-se em dois circuitos. O circuito primário é aquele que se encontra numa zona técnica longe do local a climatizar e inclui os equipamentos principais de aquecimento ou arrefecimento, e faz ligação ao circuito secundário, através do qual circula o fluido térmico até ao local a climatizar, este último circuito pode também designar-se de sistema de distribuição e captação.

Como a possibilidade da diversidade de conceção destes sistemas, nem sempre a inserção da instalação num destes tipos é fácil, podendo tornar-se uma decisão subjetiva (Piedade, Roriz, et al, 2003).

Face ao atual RSECE (Decreto-lei n.º79/2006), o facto de um determinado sistema pertencer a um ou outro grande grupo tem implicações, uma vez que o regulamento impõe restrições ao uso de sistemas individuais.

Os sistemas para além de serem classificados em função da área a climatizar, podem ainda ser descritos em função do seu tipo de fluido térmico, Fig. 15, sendo normalmente esta classificação atribuída a sistemas centralizados (Roriz, 2006).

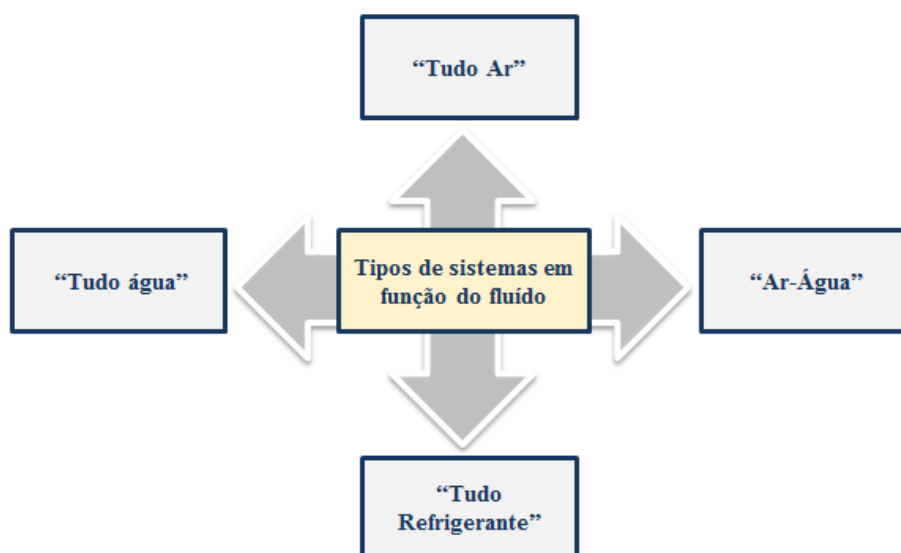


Fig. 15 – Sistemas de AVAC em função do fluído

Sistema tudo ar - A remoção da carga térmica das diferentes zonas de um edifício é efetuada apenas através da distribuição de ar. Nos locais técnicos centralizados existem normalmente os equipamentos principais de produção de água refrigerada e de água quente, que asseguram a produção de frio e de calor, utilizando fluidos refrigerantes e água, necessária nas unidades de tratamento de ar (UTA's). O ar tratado é distribuído até aos compartimentos onde, ao ser insuflado no ambiente pelos dispositivos terminais deve promover a sua difusão adequada.

Estes sistemas podem ser concebidos de forma diferente, consoante as condutas que se utilizam, conduta simples ou conduta dupla. Num sistema de conduta simples o ar é tratado numa unidade central e levado aos diferentes locais a partir de uma conduta principal. Num sistema com conduta dupla a ligação da unidade de tratamento de ar aos aparelhos finais localizados nos compartimentos a climatizar é feita através de duas condutas, uma de ar quente, outra de ar frio. As baterias de aquecimento e arrefecimento funcionam simultaneamente. Devido às dimensões das caixas de reunião do ar, este sistema atualmente não é muito utilizado.

Sistema tudo água - Estes sistemas consistem na distribuição unicamente de água fria ou água quente, pelos equipamentos terminais existentes nos locais a climatizar, perante as necessidades de aquecimento ou arrefecimento. A produção de água quente é garantida por unidades produtoras de água quente enquanto a água fria por unidade produtora de água fria, estas unidades localizadas em zonas técnicas centralizadas. As unidades terminais mais frequentes destes sistemas são os ventiloconvetores, podendo ainda usarem-se radiadores, convetores, painéis radiantes e pavimentos ou tetos radiantes (por norma aquecimento pelo pavimento e arrefecimento pelo teto).

Comparativamente com um sistema “tudo ar” neste sistemas as condutas ocupam menos espaço do que no caso de um sistema a ar. Este sistema também contrariamente ao primeiro não garante a inserção de ar novo, não sendo a qualidade do ar interior garantida.

Estes sistemas podem ser classificados em sistemas de dois, três ou quatro tubos. No primeiro sistema só podem ser utilizados nos locais que só necessitem de frio ou de calor, não conseguindo suprimir as cargas térmicas de aquecimento num local, e arrefecimento noutra. Num sistema a 3 tubos já é possível garantir necessidades de aquecimento num local e de arrefecimento em outro. Por fim, no sistema a quatro tubos, acaba por ter as mesmas funções do que um sistema a três tubos, mas com um melhoramento, evitando-se perdas (Fernandes, 2010).

Sistema ar-água - Nestes sistemas são utilizados o ar e a água como fluidos térmicos para climatização dos diferentes locais. Normalmente são constituídos por aparelhos terminais nos locais a climatizar que no interior das suas baterias fazem circular água, como os radiadores, ventiloconvetores e painéis radiantes. Por outro lado o ar é insuflado no local por meios mecânicos, normalmente, ar novo tratado centralmente numa unidade de tratamento de ar (UTAN). Este ar irá garantir as condições de ventilação, enquanto o sistema a água é responsável pelo calor ou frio.

O circuito de distribuição da água quente e fria deste sistema pode ser efetuado a dois, três ou quatro tubos. O ar primário que alimenta cada um dos locais pode ser introduzido diretamente no ambiente, através de grelhas, difusores ou conduzido a equipamentos terminais. Uma vantagem dos sistemas ar-água relativamente aos sistemas tudo-ar consiste na necessidade de menor espaço para a passagem de condutas uma vez que o caudal é inferior (Ventura, 2011).

Sistema tudo refrigerante, ou de expansão direta - Este é um sistema equivalente a um sistema tudo água, contudo o fluido que circula nas baterias é o fluido frigorigéneo. Os elementos principais que compõem o ciclo frigorífico são, o evaporador, o condensador, o compressor e o dispositivo de expansão.

Nesta categoria de sistemas de expansão direta também podem ser enquadrados os sistemas autónomos, caracterizados por possuírem produção própria de frio ou de frio e calor e servirem um único espaço. O equipamento pode estar todo concentrado numa unidade compacta ou então apresentar-se separado em unidades exteriores e unidades interiores.

As unidades de interior do split/multi-split funcionam de forma alternada, como evaporadores ou condensadores, climatizando diretamente o local. Contudo necessitam de uma válvula de inversão de circuito. Sem esta válvula o sistema deixa de poder efetuar aquecimento e arrefecimento, sendo apenas possível uma das operações.

As instalações de AVAC podem ser divididas em dois circuitos, segundo Ferraz (2009), num sistema primário e secundário, do qual fazem parte do primeiro, por exemplo, o chiller, a bomba de calor, a caldeira e a torre de arrefecimento.

O Sistema Secundário será aquele que engloba quer as unidades terminais, como por exemplo, os ventiloconvetores e splits e as UTA's e as UTAN's.

O aquecimento ou arrefecimento do fluido térmico pode ser conseguido de diversas formas, existindo portanto diferentes tipos de equipamentos. A evolução tecnológica permite atualmente a utilização duma grande diversidade de equipamentos que podem constituir uma instalação de climatização. Para caracterização destes equipamentos foram utilizados as seguintes referências: Roriz (2006), Fernandes (2010) e Ferreira (2010).

Quadro 4 – Equipamentos de instalação de AVAC

Equipamento	Descrição
Chiller	São equipamentos principais que efetuam o arrefecimento da água ou do ar num local distinto ao local a climatizar e consoante o tipo de fluido que tratam designam-se por unidade produtora de água refrigerada ou por unidade de arrefecimento de ar. Ambos os ciclos trabalham sobre o princípio de que para retirar ou fornecer calor a um fluido basta por em contacto com outro a temperatura ou mais alta ou mais baixa
Unidades de arrefecimento de ar (UAA)	Equipamento que efetua o arrefecimento de forma direta ao local através de um evaporador e são constituídas por um grupo de condensação e um ou vários evaporadores podendo desta forma servir um local, como uma unidade split, ou vários locais, como sistemas multi split. Este tipo de sistemas atualmente pode ser utilizado para aquecimento ou arrefecimento, sendo desta forma do tipo reversível, ainda que nunca em simultâneo o possam fazer para um mesmo local.
Unidades produtoras de água refrigerada (UPAR)	Estas unidades podem servir sistemas tudo-ar, tudo-água e ar-água. São unidades que não vão servir diretamente para climatizar os locais mas sim para a produção de água fria que é transportada até às baterias de arrefecimento das unidades de tratamento de ar ou aos ventiloconvetores dos compartimentos a climatizar.
Caldeiras	As caldeiras para aquecimento destinam-se a transferir calor resultante para um fluido que é transportado até aos locais onde se pretende efetuar o aquecimento. A caldeira de água quente remete para uma temperatura de 70.°C. As caldeiras podem acumular funções de água quente sanitária, alimentação de radiadores ou de baterias de aquecimento. As caldeiras podem utilizar energia elétrica ou química, resultante da queima de um combustível sólido, líquido ou gasoso. Atualmente na climatização usam-se caldeiras de combustível gasoso, devido às suas vantagens de condução e menor emissão de poluente.
Bombas de calor	É um equipamento também destinado à produção de calor, podendo ser utilizado quando a temperatura da água pretendida for inferior à de quando utilizada uma caldeira, de cerca de 50.°C. As bombas de calor têm um princípio de funcionamento idêntico a um chiller, contudo é utilizado tipicamente invertido, aproveitando o calor rejeitado pelo condensador. Muitos destes dispositivos são contudo capazes, de inverter o ciclo e trabalharem no arrefecimento. As bombas de calor podem servir para aquecimento de água ou do ar e a energia utilizada é elétrica.

Quadro 5 - Equipamentos de instalação de AVAC

Equipamento	Descrição
Unidades de tratamento de ar (UTA)	Estas unidades são centralizadas e responsáveis pelo tratamento e ventilação do ar. Possuem ventiladores que fazem circular o ar arrefecido ou aquecido pelas baterias destes aparelhos onde circulam os fluidos dos equipamentos geradores.
UTAN	Estas unidades têm um princípio de funcionamento idêntico às UTA, contudo com insuflação de ar 100% novo.
Rooftops	São unidades com funcionamento idêntico ao das UTA, contudo a diferença passa pelo facto da geração de frio ou calor se realiza dentro do próprio equipamento.
Splits	São unidades constituídas por dois elementos, um interior, outro exterior ao edifício, sendo o interior o evaporador e o exterior o condensador. Atualmente, essas unidades possuem um permutor, que funciona um como condensador, outro como evaporador, ou vice-versa, dependendo da função a desempenhar. Estes aparelhos existem em diferentes formatos: split cassete, de parede ou de chão.
Multi splits	São unidades do género das descritas em split's, mas onde para cada unidade exterior podem estar associadas várias unidades interiores
Ventiloconvetores	Este é um equipamento que climatiza um espaço pela recirculação de ar. É composto por um ventilador e baterias de aquecimento ou arrefecimento alimentadas por água quente ou fria.

Existem inúmeros tipos de sistema destas instalações e formas de serem utilizados para controlar as condições ambientais no interior dos edifícios, pelo que em cada aplicação devem ser consideradas as características de cada sistema e decidir-se pela melhor solução.

Num edifício de habitação caracterizado por poucas divisões, quando se pretende instalar um sistema de climatização versátil, que permite a produção de frio, de calor e o controlo da humidade, poderá recorrer-se a uma instalação de ar condicionado. Este sistema pode ser do tipo split ou multi-split, sendo este último esquematizado na Fig. 16.

As bombas de calor conseguem satisfazer necessidades de aquecimento e arrefecimento, para além das funções de água quente sanitária, pelo que a sua aplicação em habitações é cada vez mais comum. Os equipamentos terminais indicados para esta instalação são os ventiloconvetores, tal como representado na Fig. 16.



Fig. 16 – Instalações de aquecimento, ventilação e ar condicionado

Em edifícios de habitação, acontece frequentemente só se pretender a instalação de um sistema de aquecimento central, para o aquecimento do ambiente dos vários compartimentos. Desta forma a instalação pode ser feita através, por exemplo, de uma caldeira que aqueça a água que percorre toda a rede de tubagens até chegar aos elementos emissores de calor, que podem ser radiadores. Podem ainda ser utilizadas para o aquecimento de uma habitação sistemas do tipo radiante.

A necessidade de remoção de concentração de gases e de odores, e garantir a qualidade de ar interior, tem sido uma crescente preocupação e as renovações de ar são muitas vezes inferiores às recomendadas, ainda que esta renovação de ar possa ser efetuada através destes sistemas de aquecimento ou refrigeração

Contudo a ventilação de um edifício pode ser conseguida de forma natural pelo efeito de chaminé, de forma mista ou mecânica. No primeiro caso, o ar é expulso por aberturas na parte superior do edifício, enquanto a entrada de ar se dá por aberturas na parte inferior. No entanto esta ventilação pode não garantir todas as exigências do edifício, sendo necessário recorrer a ventilação mecânica ou forçada.

Para garantia do conforto térmico, devem os edifícios ser dotados de um sistema de ventilação geral e permanente, para atingir as renovações horárias recomendadas, compatibilizando-se com as exigências de eficiência energética. A entrada de ar num edifício deve dar-se pelos compartimentos principais e a saída pelos compartimentos de serviço.

2.5.3. LEGISLAÇÃO

No que se refere às instalações de aquecimento, ventilação e ar condicionado, e aos consumos energéticos necessários para obter as condições de climatização pretendidas, deve-se ter em conta o disposto em três decretos-lei: SCE - Sistema Nacional de Certificação e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (decreto-lei n.º 78/2006); RSECE - Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (decreto-lei n.º 79/2006); RCCTE - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (decreto-lei n.º 80/2006).

Quadro 6 – Sistema Nacional de Certificação e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios

SCE - Sistema Nacional de Certificação e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios

Descrição geral:

Este sistema surge pela Diretiva n.º2002/91/CE, de 16 de dezembro, que estabelece que cada estado membro da UE, deve implementar um **sistema de certificação energética** para que os cidadãos tenham conhecimento sobre a **qualidade térmica dos edifícios**.

Quer no caso de edifícios novos ou no caso de grandes reabilitações, a certificação permite avaliar a correta implementação dos regulamentos de térmica e dos sistemas energéticos de um edifício. Nos edifícios existentes, a certificação destina-se a informar sobre medidas de desempenho com viabilidade económica.

As inspeções a realizar no âmbito destes sistemas de certificação têm por base dois regulamentos, o **RCCTE** e o **RSECE** e devem ser aferidos aspetos como eficiência energética/desempenho, qualidade do ar interior, ensaios de receção de sistemas após conclusão de construção, manutenção e monitorização dos sistemas de climatização, inspeção periódica de caldeiras e equipamentos de ar condicionado.

Objetivos

- Garantir a aplicação regulamentar no que respeita às condições de eficiência energética, à utilização de sistemas de energia renováveis e às condições de garantia da qualidade do ar interior;
- Certificar o desempenho energético e qualidade do ar interior dos edifícios;
- Fornecer medidas de correção ou de melhoria de desempenho aplicáveis a edifícios e respetivos sistemas energéticos, no que respeita ao desempenho energético e qualidade de ar interior.

Âmbito de aplicação:

Edifícios novos, bem como aqueles existentes e sujeitos a grandes intervenções, nos termos do RCCTE e RSECE, edifícios de serviços existentes, sujeitos a auditorias periódicas como especificado no RSECE e edifícios existentes para habitação e serviços aquando a celebração de contrato, incluindo o de arrendamento.

Quadro 7 – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios

RSECE - Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios

Descrição geral:

Este regulamento, aprovado pelo decreto-lei n.º118/98, visa regulamentar os sistemas de climatização dos edifícios, introduzindo medidas de racionalização, fixando limites à **potência máxima** dos sistemas a instalar, a fim de evitar sobredimensionamentos, contribuindo assim para uma **eficiência energética** e evitando **investimentos desnecessários**.

Portugal assumiu compromissos com a UE, no âmbito do protocolo de Quioto, quanto ao controlo da emissão de gases com efeito de estufa, existindo um consenso em melhorar a eficiência energética e reduzir o consumo de energia. Pela diretiva já mencionada no SCE, assiste-se a uma imposição da atualização periódica dos regulamentos para reduzir os consumos energéticos nos edifícios, com medidas de viabilidade técnica e económica.

Objetivos

- Definir condições de conforto térmico e de higiene requeridas em função dos diferentes espaços dos edifícios;
- Melhorar a eficiência energética não só nos consumos de energia para climatização mas em todos os tipos de energia utilizados, promovendo a sua limitação;
- Impor regras de eficiência aos sistemas de climatização em função do seu desempenho e garantir meios de manutenção de uma boa qualidade interior;
- Monitorizar as práticas de manutenção dos sistemas de climatização.

Âmbito de aplicação:

Este regulamento aplica-se a edifícios ou frações não residenciais, com área útil à definida no mesmo regulamento, aos novos edifícios ou frações não residenciais com potência instalada superior aos valores limites, a novos edifícios residenciais, que sejam projetados para serem dotados de sistema de climatização com uma potência superior ao limite, a novos sistemas de climatização a instalar em edifícios ou frações existentes com uma potência igual ou superior às limite, às grandes intervenções de reabilitação relacionadas com as envolventes, instalações de climatização ou outros sistemas energéticos dos edifícios de serviços.

Estão isentos do cumprimento deste regulamento, pequenos edifícios de serviço sem sistemas de aquecimento, ou arrefecimento ou com sistemas com potência inferior ao limite, igrejas e locais de culto, edifícios industriais, edifícios agrícolas, garagens e armazéns não ventilados, edifício em zonas históricas ou edifícios classificados e ainda infra estruturas militares.

Quadro 8 – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

RCCTE - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

Descrição geral:

Este regulamento foi aprovado pelo decreto-lei n.º 40/90 e foi o primeiro instrumento em Portugal que impôs requisitos aos projetos de novos edifícios e de grandes remodelações de forma a salvaguardar a satisfação das **condições de conforto térmico** nesses edifícios, sem necessidades **excessivas de energia**. Passado todo este tempo, verifica-se que o RCCTE foi um marco na definição da qualidade de construção.

O RCCTE segue também a diretiva n.º2002/91/CE, relativa aos desempenhos energéticos, para melhorar os comportamentos térmicos quer em edifícios novos ou reabilitados, implementando medidas de viabilidade técnica e económica. A referida diretiva também adota a obrigatoriedade da contabilização das necessidades de água quente sanitária, assim como da instalação de painéis solares para redução AQS.

Objetivos

- Estabelecer regras aos edifícios em exigências de conforto térmico, aquecimento e arrefecimento, e de ventilação para garantia da qualidade do ar, assim como exigências ao nível AQS possam vir a ser satisfeitas sem uso excessivo de energia;
- Minimização de situações patológicas nos elementos de construção.

Âmbito de aplicação:

Estão ao abrigo deste regulamento, edifícios novos, sem sistemas de climatização central, assim como edifícios com grandes intervenções, remodelações ou alterações na envolvente ou nas instalações de preparação de água quente de edifícios de habitação ou de serviços.

Por grande remodelação ou alteração o mesmo regulamento define que são intervenções de custo superior a 25% do valor dos edifícios. Estão ainda ao abrigo deste regulamento ampliações de edifícios existentes, de forma exclusiva na parte nova.

Estão isentos do cumprimento deste regulamento, edifícios ou frações que pelas suas características sejam permanentemente abertos e em contato com o exterior, edifícios industriais, garagens, armazéns, oficinas, edifícios agrícolas, locais de culto, intervenções em zonas históricas e em edifícios classificados sempre que se verifiquem incompatibilidades.

2.5.4. EVOLUÇÃO

Antes da década de 80 eram poucas as habitações que dispunham de equipamentos de climatização, entretanto nos últimos anos, o recurso a estas instalações de climatização no nosso país tem vindo a ser cada vez maior, e quase encarado como uma necessidade, surgindo em resposta à melhoria do nível da vida das populações e do seu grau de exigência maior em termos de conforto. As preocupações com os gastos e eficiência energética levaram ao aparecimento do SCE e às atualizações do RSECE e RCCTE.

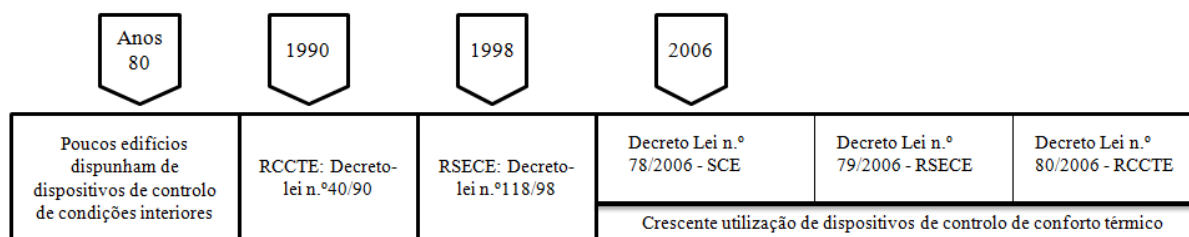


Fig. 17 – Evolução da história das instalações de AVAC

Dados os crescentes gastos energéticos, a nova versão do RCCTE, ao contrário da primeira versão que pretendia limitar potenciais consumos e era relativamente pouco exigente, a nova versão prevê uma contabilização mais realista de consumos, impondo limites e definindo claramente objetivos.

A nova versão do RSECE propõe mecanismos mais restritos na comprovação destas conformidades e o aumento das penalizações, para casos de incumprimentos. Esta versão aumenta também o grau de exigências profissional dos técnicos responsáveis pela verificação dos requisitos.

2.6. INSTALAÇÕES SOLARES TÉRMICAS

2.6.1. NOTA INTRODUTÓRIA

O desenvolvimento e crescimento das instalações solares térmicas, deu-se nos últimos anos, sendo um dos seus principais motivos, a urgente necessidade de diminuir os gastos energéticos, que resultam de um crescente e elevado grau das exigências dos utilizadores.

O aumento da percentagem de produção de energia por recursos renováveis e a diminuição de gases com efeito de estufa é uma preocupação universal. O homem tem usado intensivamente recursos que se esgotam, podendo estar na hora de inverter a situação e recorrer ao vasto conjunto de sistemas renováveis que tem ao seu dispor, como a energia solar, eólica, geotérmica, biomassa, entre outras. De entre os recursos renováveis, a energia solar é a alternativa cada vez mais utilizada, com maior aproveitamento e maior potencial energético. Esta é um tipo de energia limpa, silenciosa e autossuficiente.

As instalações solares térmicas têm grande relevância e utilização na produção de água quente sanitária e em usos como o aquecimento de piscinas, o aquecimento ambiente, entre outras aplicações.

A água quente doméstica é utilizada em grande parte nos duches, nos banhos de imersão, na lavagem de roupa e de loiça. Os aparelhos produtores de água quente mais convencionais são os esquentadores, as caldeiras murais a gás e os termoacumuladores a gás e elétricos, e que são responsáveis por cerca de 50% do consumo de energia no sector doméstico. A utilização de coletores solares poderá contribuir para a redução substancial da fatura energética mensal das famílias (AQSP, 2004).

2.6.2 ESQUEMAS E COMPONENTES

A energia solar térmica aproveita a luz do sol para produzir água quente sanitária e para servir de apoio a aquecimento central e a aquecimento de piscinas. A instalação é composta basicamente por um ou mais coletores que captam a energia proveniente do sol e por um depósito que armazena a água quente (Vulcano, 2010).

As instalações solares térmicas podem classificar-se e distinguir-se segundo diferentes critérios, como pelo tipo de circulação, formas de transferência de calor e o tipo de energia de apoio.

Através da instalação solar térmica não se consegue por norma a satisfação total das necessidades dos utilizadores, pelo que esta instalação é normalmente acoplada a uma outra unidade de produção de água quente, por forma a corrigir as falhas solares (Pedroso, 2000).

A circulação de água nestes sistemas, que se dá entre o coletor e o reservatório, pode decorrer de forma natural, por um processo designado de termosifão, em que não são necessários grupos de circulação. A água do coletor ao ser aquecida fica menos densa, deslocando-se assim para a parte superior do circuito, ficando dentro do depósito. A água mais fria e mais densa move-se para a parte mais baixa do circuito e fica à entrada do coletor. Quando a água fria atinge o coletor começa de novo o ciclo e a circulação continua, desde que haja radiação solar.

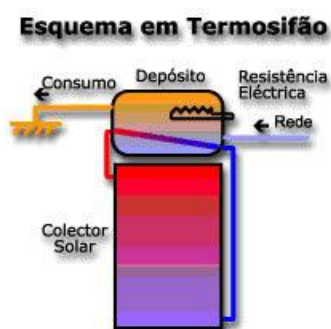


Fig. 18 – Esquema de sistema em termosifão (adaptada de Portal das energias renováveis (2009))

O sistema em termosifão, geralmente é constituído por um conjunto de coletores ligados a um depósito que se posiciona a um nível mais elevado que o nível dos coletores, caso contrário, dá-se o fenómeno inverso, quando já não houver sol (termossifão invertido).

As principais vantagens associadas a estes sistemas estão relacionadas com o baixo custo e com o fato de não ser precisa energia elétrica para o seu funcionamento. A sua utilização é, maioritariamente, em sistemas unifamiliares, contudo, estes são sistemas que podem apresentar dificuldades de circulação aquando em média dimensão. Este é um sistema que não permite a regulação da temperatura de depósito e têm adjacente a restrição de que o depósito terá de ser superior ao coletor solar.

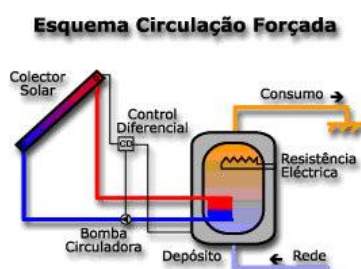


Fig. 19 – Esquema de sistema por circulação forçada (adaptada de Portal das energias renováveis (2009))

Para além dos sistemas por termosifão, a circulação da água entre o coletor e o reservatório pode decorrer de forma forçada, através de bombas de circulação. Estes tipos de sistema, com esta circulação, normalmente são mais utilizados em sistemas de grande volume.

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. Este é um sistema mais complexo, proporcionando um nível de conforto mais elevado.

Os sistemas por circulação forçada são ideais para aplicações individuais e coletivas, tais como, habitação, serviços e indústria (Vulcano, 2010). A Fig. 20, pretende representar a instalação solar térmica de um sistema por circulação forçada, num edifício de habitação unifamiliar.

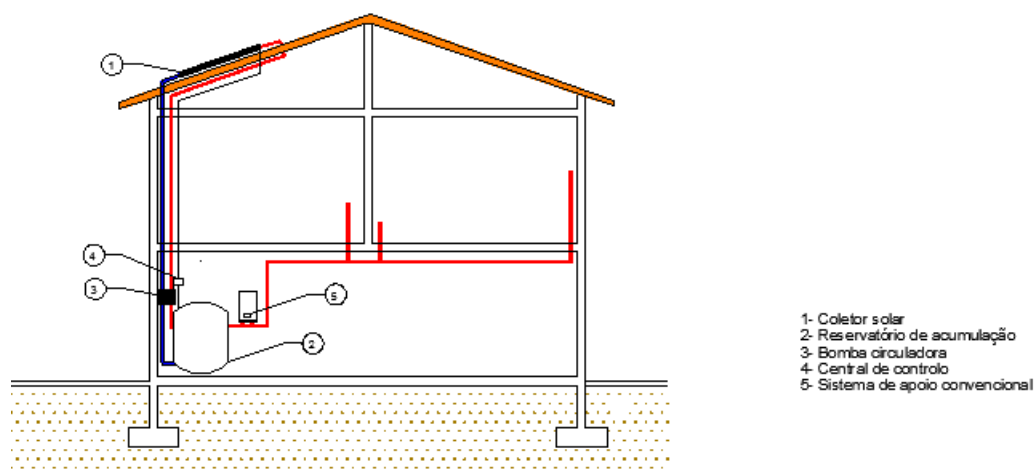


Fig. 20 – Instalação solar térmica com circulação forçada num edifício unifamiliar

O dispositivo de captação da energia solar faz ligação com o reservatório de acumulação ou armazenamento de água quente, este isolado termicamente e que se justifica pela não coincidência do tempo de geração e do tempo de uso de água quente.

O depósito ou reservatório encontra-se sempre cheio, e sempre que a água que nele se encontra fica fria, retorna ao coletor, enquanto a água entretanto aquecida sobe no depósito, criando assim uma estratificação térmica.

Estes sistemas são caracterizados fundamentalmente pela existência de uma eletrobomba, com o objetivo de forçar a circulação do fluido. Esta entra em funcionamento pelo comando de um sistema de controlo automático (o comando diferencial) que está regulado de modo a pôr a bomba em funcionamento, perante determinada diferença de temperatura entre os coletores e o depósito.

Para prevenir uma eventual circulação em sentido contrário, no caso da temperatura do fluido nos coletores ser inferior à temperatura no depósito, devem ser instaladas válvulas antirretorno.

Nestes sistemas ao contrário dos sistemas por termossifão, estes são mais complexos e de maior custo, necessitam de energia elétrica ao seu funcionamento e a sua utilização é mais frequente em edifícios multifamiliares. Contudo, apresentam mais facilidades relativamente ao posicionamento do depósito e à regulação da temperatura do sistema.

Quando são projetadas instalações solares em edifícios multifamiliares, geralmente prédios de habitação coletiva, a integração pode ser feita de quatro formas distintas, nomeadamente, sistema totalmente centralizado, sistema coletivo de coletores centralizados com apoios individuais, sistema coletivo de coletores e apoios centralizados e sistemas totalmente individual.

- **Sistema totalmente centralizado**, Fig. 21: neste sistema, os coletores assim como o depósito de acumulação de água quente e o sistema de apoio de energia convencional são comuns a todo o edifício. A contabilização de água fria e quente é feita de forma independente.
- **Sistema coletivo de coletores centralizados com apoios individuais**, Fig. 22: os coletores assim como o depósito de acumulação de água quente são comuns a todo o edifício, enquanto os sistemas de apoio são individuais. A contabilização das águas também é independente.
- **Sistema coletivo de coletores centralizados**, Fig. 23: neste sistema, somente é comum a todo o edifício os coletores, sendo portanto o depósito de acumulação e o sistema de apoio individuais para cada fração.
- **Sistema solar totalmente individual**, Fig. 24: funcionam como um sistema monobloco, cada fração possui o seu coletor, o seu depósito e o seu sistema de apoio, de forma idêntica.

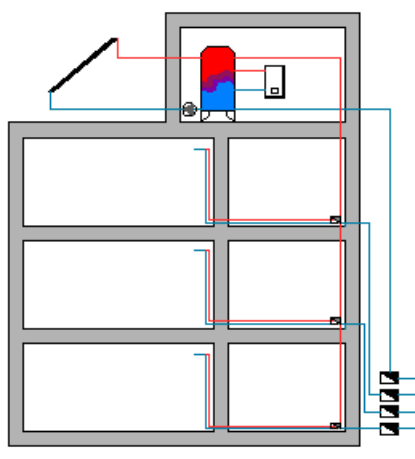


Fig. 21 – Sistema coletivo totalmente centralizado (adaptada de AQSP (2004))

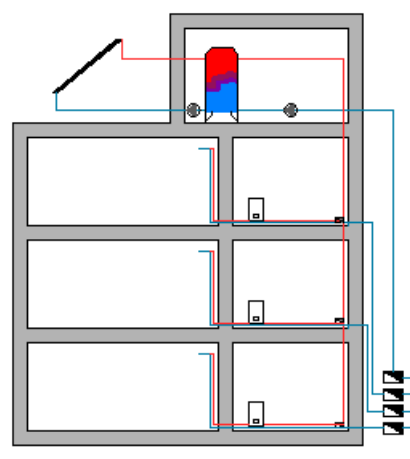


Fig. 22 – Sistema coletivo com apoios individuais (adaptada de AQSP (2004))

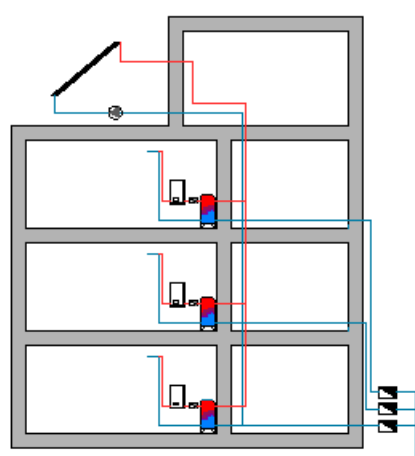


Fig. 23 – Sistema solar coletivo (adaptada de AQSP (2004))

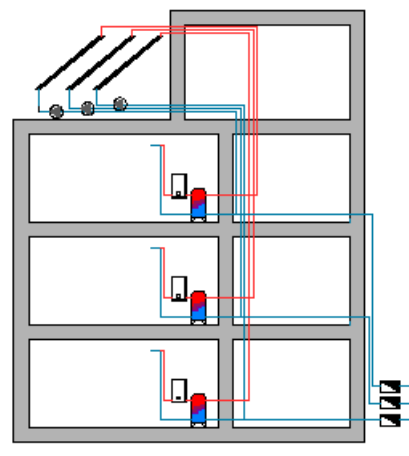


Fig. 24 – Sistema totalmente individualizado (adaptada de AQSP (2004))

No que se refere ao dimensionamento das instalações solares térmicas, é necessário ter conhecimentos das necessidades de água quente, assim como das condições climáticas da localidade do edifício, através de índices térmicos definidos pelo regulamento.

Para a determinação das necessidades é feita a avaliação consoante o número de pessoas, o seu consumo, a energia despendida pelos sistemas convencionais, a contribuição dos sistemas de coletores de aquecimento ou qualquer outra forma de energia renovável.

O sistema solar térmico pode ter classificação por volume, tratando-se uma instalação de pequeno porte quando o volume diário é inferior a 1500 l, de médio porte quando o volume diário varia entre 1500 e 5000 litros e de grande porte quando o volume é superior a 5000 litros (Medeiros, 2012).

2.6.3. LEGISLAÇÃO

O recurso a sistemas de energia renováveis, nomeadamente sistemas solares térmicos, permitem reduzir os consumos energéticos, contribuindo para melhoria da classe energética de uma habitação ou até mesmo de edifícios de serviços. O RCCTE, é o primeiro instrumento a aparecer e a impor requisitos ao projeto de novos edifícios, e de grandes remodelações, de forma a salvaguardar o conforto térmicos nesses edifícios.

Como já introduzido no subcapítulo 2.5.3, este regulamento segue a Diretiva n.º 2002/91/CE, do Parlamento Europeu, de 16 de dezembro, que obriga a atualização periódica de regulamentos para melhorar o comportamento térmico dos edifícios novos e reabilitados, obrigando-os à implantação de medidas pertinentes com viabilidade económica. A Diretiva obriga, ainda, à contabilização das necessidades de energia para preparação das águas quentes, sobretudo na habitação, com um objetivo específico de favorecimento da entrada dos sistemas de coletores solares ou outras alternativas renováveis.

Refere ainda o RCCTE, que sempre que haja exposição adequada, é obrigatório o recurso a sistemas de coletores solares térmicos, na base de 1m² de coletor por ocupante, tal como definido na metodologia de cálculo. O RCCTE estabelece regras de modo que as exigências de conforto térmico, sejam de aquecimento ou de arrefecimento, de ventilação para garantia de qualidade do ar no interior dos edifícios, bem como das necessidades de água quente sanitária, possam vir a ser satisfeitas sem dispêndio excessivo de energia.

A instalação de painéis solares, de acordo com o artigo 2.º desse mesmo regulamento, passou a ser de carácter obrigatório em edifícios novos, sem sistemas de climatização central, em edifícios com grandes intervenções ou remodelações e em edifícios com alterações na envolvente ou nas instalações de preparação de água quente. Por grande remodelação ou alteração o mesmo artigo define que são essas intervenções, aquelas de custo superior a 25% do valor dos edifícios.

Estão isentos do cumprimento deste regulamento, edifícios ou frações que pelas suas características sejam permanentes abertos e em contato com o exterior, edifícios industriais, garagens, armazéns, oficinas, edifícios agrícolas, locais de culto, intervenções em zonas históricas e em edifícios classificados sempre que se verifiquem incompatibilidades.

Para além do referido regulamento, também o regulamento dos sistemas energéticos e de climatização dos edifícios (RSECE), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 79/2006, de 4 de Abril, que veio introduzir limites à potência máxima num edifício para evitar o seu sobredimensionamento, contribuindo assim para uma eficiência energética. Este regulamento pelo seu artigo 32.º, diz ser de consideração prioritária e obrigatória, nos edifícios novos e nas grandes reabilitações, salvo quando demonstrada a

falta de viabilidade económica ou outros impedimentos devidamente justificados, diversos sistemas alternativos ao de consumo energético, de onde se salienta, no âmbito deste trabalho, “Sistema de coletores solares planos para produção de águas quentes sanitárias (AQS)”

O controlo e a verificação da aplicação regulamentar fica ao encargo do SCE, através da ADENE – Agência para a Energia. A supervisão será da responsabilidade da DGGE – Direção Geral de Geologia e Energia e do IA – Instituto do Ambiente (Vulcano, 2011).

2.6.4. EVOLUÇÃO HISTÓRIA

Ainda que, segundo Afonso (2001), o primeiro sistema de aquecimento solar de água tenha aparecido em Israel, em 1955, constatando-se desde essa época já uma preocupação da população em aproveitar este recurso, somente numa história mais próxima, estes sistemas foram sendo aperfeiçoados e utilizados de forma significativa.

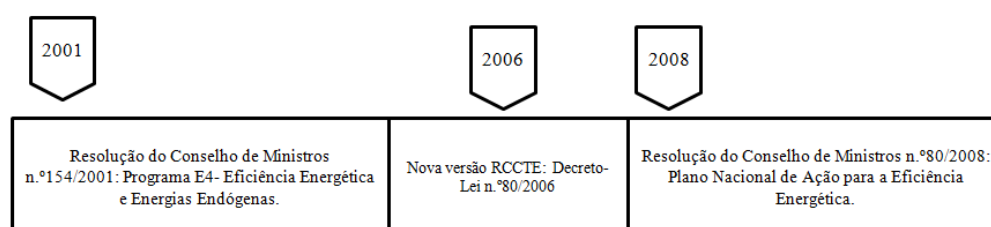


Fig. 25 – História das instalações solares térmicas

Um dos marcos mais determinante na história das instalações solares está associada a nova versão do RCCTE como já referido no subcapítulo anterior, a qual obriga à produção de água quente sanitária através da captação da energia solar, para edifícios novos ou de grandes remodelações. Contudo já em finais de 2001, através da Resolução do Conselho de Ministros nº 154/2001, de 19 de Outubro, foi lançado o programa E4 – Eficiência Energética e Energias Endógenas, com subprogramas de incentivo do uso de coletores solares, este programa que surge das necessidades de cumprimento de acordos e protocolos que Portugal fez com a união europeia.

Existem atualmente programas de apoio e incentivo à eficiência energética do parque edificado, com origem no programa PNAEE (Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética) com objetivo na adoção de medidas que permitam uma redução do consumo energético em prol da energia renovável, no apoio à revitalização de equipamentos solares existente e programas de incentivo para instalação de novos, através de benefícios fiscais.

2.7. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

2.7.1. NOTA INTRODUTÓRIA

As instalações elétricas de um edifício podem ser de reduzida, baixa ou alta tensão, e podem ser designadas de instalações elétricas de utilização ou instalações elétricas coletivas. As instalações elétricas de utilização permitem aos utilizadores a aplicação a diversos níveis e são exemplos destas instalações, as instalações elétricas de habitações, de escritórios e de estabelecimentos comerciais.

A instalação coletiva de edifícios é estabelecida geralmente no interior de um edifício, nas suas partes comuns, e tem como destino servir instalações de utilização exploradas por utilizadores diferentes (Santos, 2005).

Independentemente da sua definição, a conceção de uma instalação elétrica deve garantir a alimentação a todos os aparelhos com base no tipo de edifício e nas atividades nele desenvolvidas, garantindo uma maximização da sua funcionalidade e minimizando os riscos a si aderentes.

As instalações elétricas devem representar para os utilizadores, segurança, assim como conforto e qualidade, quer pela continuidade do fornecimento, quer na adequação às suas necessidades, disponibilidade de equipamentos e materiais utilizados.

Com este capítulo pretende-se fazer uma caracterização da inserção das instalações elétricas num edifício, através da definição das características do traçado e dos principais equipamentos destas instalações, tanto a nível coletivo como a nível individual. Pretende-se ainda neste capítulo analisar, sumariamente, a legislação aplicável a estas instalações e a evolução histórica das mesmas.

2.7.2. ESQUEMAS E COMPONENTES

A energia chega a um edifício através de uma rede de distribuição que nasce num posto de transformação, tal como representa a Fig. 26.

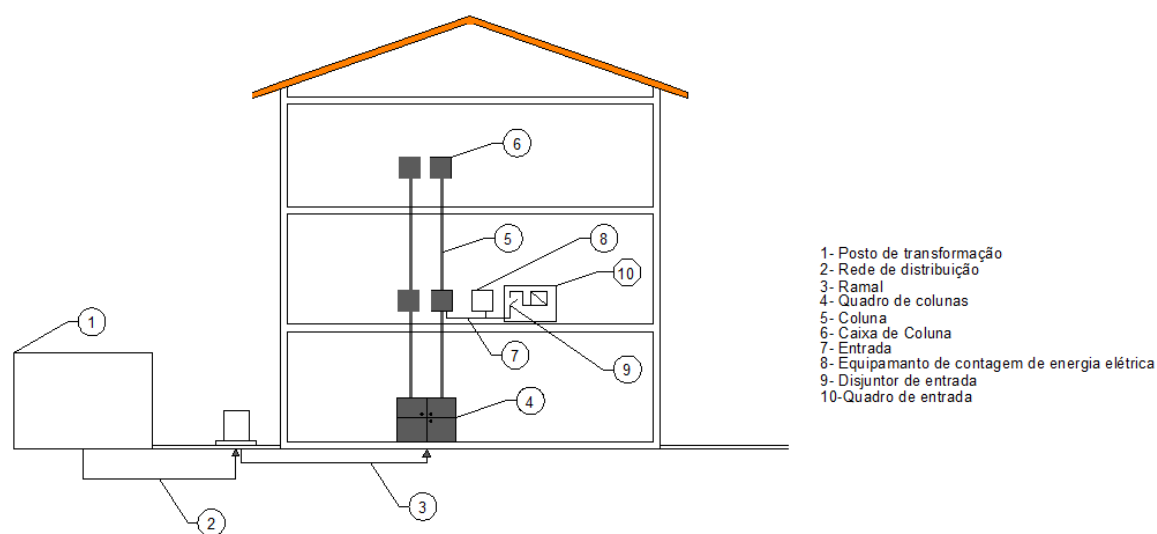


Fig. 26 – Instalações elétricas em edifício multifamiliar (adaptada de Pinto (2004))

As instalações elétricas podem integrar um edifício de formas distintas, que pode ser direta e individual, no caso de um edifício unifamiliar, ou dividida em duas partes, quando num edifício de habitação coletiva. Para este último caso, a primeira parte será designada de instalações coletivas e a segunda parte por instalações de utilização individuais e distintas (Pinto, 2002). A Fig. 26 representa a instalação elétrica num edifício multifamiliar.

Quando se trata da alimentação elétrica a um edifício de habitação multifamiliar, as instalações elétricas coletivas de edifícios são em regra estabelecidas nas zonas comuns no interior dos edifícios e têm por objetivo abastecer as diferentes instalações de utilização coletivas e as instalações individuais. São

exemplos desses serviços comuns dos edifícios, os elevadores, as portas de garagem, as instalações de bombagem de água, as instalações de segurança e outras demais.

Quando se pretende atingir os locais de habitação, tratando-se de um edifício desse tipo, as instalações elétricas iniciam-se no quadro de colunas, seguindo-se os elementos representados na Fig. 26 e descritos no Quadro 9.

Quadro 9 – Descrição dos elementos de uma instalação elétrica coletiva

Elemento	Descrição
Quadro de colunas	“É um quadro alimentado diretamente por um ramal ou por intermédio de um troço comum da instalação coletiva destinado a alimentar as colunas montantes e as entradas características especiais” (secção 803.0, RTIEBT (portaria n.º 949-A/2006)). Este quadro é em geral único e deve ser instalado em zona acessível junto do acesso ao edifício e próximo da portinhola. Deve ser dotado de um dispositivo de corte geral e de dispositivos de proteção contra as sobreintensidades nas saídas.
Colunas	“São canalizações elétricas de uma instalação coletiva que tem início no quadro de colunas e terminam numa caixa de coluna” (secção 803.0 RTIEBT). As colunas montante das instalações elétricas deverão ser instaladas em courettes verticais.
Caixas de coluna	“São quadros existentes nas colunas para a ligação de entradas ou de outras colunas, contendo ou não os respetivos dispositivos de proteção contra sobreintensidades” (secção 803.0 RTIEBT). As caixas de colunas devem ser colocadas nos andares correspondentes às instalações cujas entradas delas derivam.
Entradas	“São troços das canalizações elétricas estabelecidos entre, a) uma caixa de coluna e a origem de uma instalação elétrica; b) um quadro de colunas e a origem de uma instalação elétrica de utilização; c) uma portinhola e a origem dessa instalação” (secção 803.0, RTIEBT).
Aparelho de corte da entrada ou disjuntor de entrada	“Dispositivo de corte e de proteção a jusante do equipamento de contagem, que garante a proteção contra a sobreintensidade.” (secção 803.0, RTIEBT).
Equipamentos de contagem de energia	“Devem ser colocados junto da origem da instalação elétrica ou da origem da entrada. No caso de se tratar de um edifício unifamiliar a instalação deste deverá ser no exterior.” (secção 803.5.8, RTIEBT)

As instalações coletivas, nos seus percursos verticais, devem ser colocadas em ductos destinados a esse fim e devem ser projetados de forma a evitar saliências em relação a outros elementos. As

canalizações não elétricas, como as de gás, de abastecimento ou drenagem de água ou de aquecimento, devem ser separadas das instalações coletivas e entradas (secção 803.2.3.2.1, RTIEBT).

As instalações elétricas só podem ser consideradas aptas se garantirem a segurança de todos os utilizadores. Desta forma deve-se impor nestas instalações dispositivos de proteção que assegurem a segurança contra choques elétricos, efeitos térmicos, sobreintensidades, correntes de defeito e sobretensões.

A Fig. 27 representa a conceção de uma instalação de utilização. Para cada habitação em particular deve definir-se a localização de pontos de utilização, como tomadas e iluminação, a localização de equipamentos como interruptores e caixas de derivação e outros que necessitem de energia elétrica ao seu funcionamento como máquinas de lavar, fogões elétricos ou termoacumuladores elétricos. O traçado dos circuitos deve ser feito com linhas horizontais e verticais.

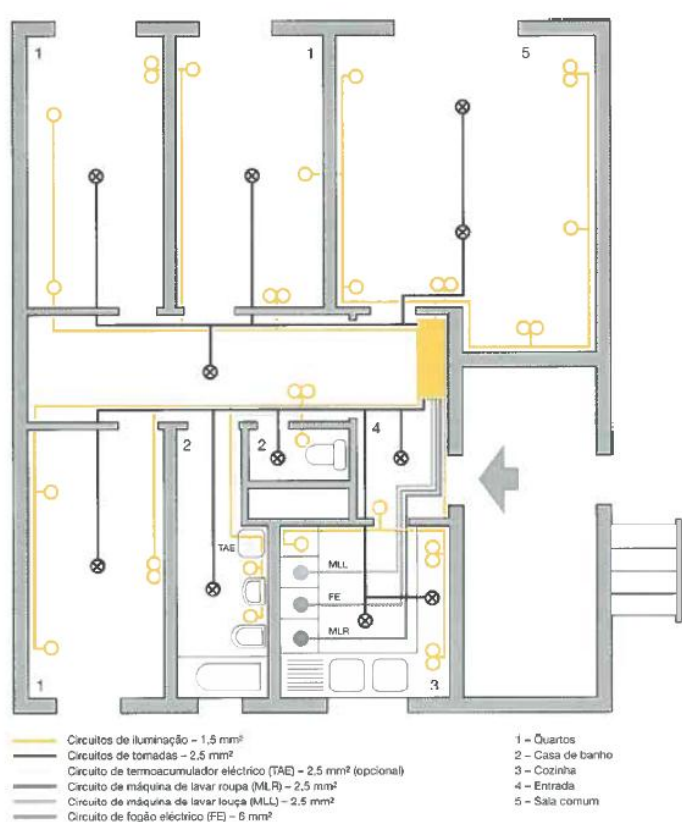


Fig. 27 – Exemplo de instalação de utilização (adaptada de Pinto (2002))

As instalações elétricas de utilização quando previstas em compartimentos com banheiras ou chuveiros onde as condições de riscos elétricos são maiores, deverão ser alvo de maior rigor, existindo uma série de princípios na sua conceção que se devem respeitar. A alimentação a estes locais deverá ser distinta das restantes instalações elétricas e deverá prever-se uma ligação equipotencial suplementar. Na seleção de aparelhos e equipamentos deve-se garantir que todo o material seja de qualidade comprovada e possuir graus de proteção adequados (Pinto, 2002).

2.7.3. LEGISLAÇÃO

A legislação existente e aplicável às instalações elétricas são o decreto-lei n.º740/74, de 26 de dezembro, que aprova os regulamentos de segurança de instalações de utilização de energia elétrica (RSIUEE) e de segurança de instalações coletivas de edifícios e entradas (RSICEE)

- RSIUEE - Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Elétrica:

Objetivos: fixar condições técnicas a que devem obedecer o estabelecimento das instalações elétricas com vista a proteção das pessoas e coisas, à salvaguarda do interesse público.

Âmbito de aplicação: aplica-se as instalações de utilização de energia elétricas de alta e baixa tensão, de corrente alternada ou contínua, com as seguintes exceções: instalações elétricas de veículos de tração elétrica, automóveis, de navios, aeronaves e de minas.

Este regulamento divide-se em instalações de alta e baixa tensão, e engloba artigos de caracterização dos materiais das instalações, condições gerais de estabelecimento das instalações e proteção das instalações e de pessoas.

- RSICEE - Regulamento de Segurança de Instalações Coletivas de Edifícios e Entradas

Objetivos: fixar condições técnicas a que devem seguir a instalação e exploração das instalações de energia elétrica, com salvaguarda do interesse público.

Âmbito de aplicação: instalações coletivas de entrada, a partir de uma rede de distribuição de baixa tensão de um posto de transformação.

- RTIEBT - Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Portaria n.º 949-A/2006

Objetivos: estas regras técnicas indicam as regras para o projeto e para a execução das instalações elétricas por forma a garantir, satisfatoriamente, o seu funcionamento e a segurança tendo em conta a utilização prevista.

Campos de aplicação - estas regras técnicas aplicam-se às instalações elétricas de edifícios de habitação, edifícios de usos comerciais, estabelecimentos públicos, estabelecimentos industriais, estabelecimentos agro-pecuários, edifícios pré-fabricados, entre outros.

2.7.4. EVOLUÇÃO

No que se refere a evolução histórica destas instalações, em 1974 aparece o decreto-lei n.º740/74 com as características já mencionadas e em 2006 o RTIEBT.

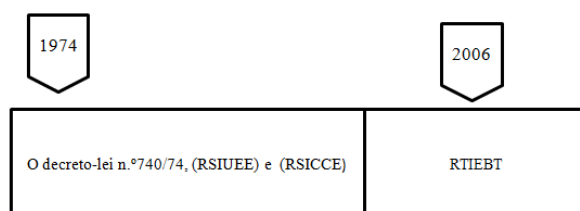


Fig. 28 – História instalações elétricas

2.8. MATERIAIS DAS INSTALAÇÕES - CARACTERÍSTICAS E DURABILIDADE

2.8.1. NOTA INTRODUTÓRIA

Num projeto de uma instalação de um edifício, uma incorreta seleção de materiais pode comprometer a sua durabilidade, não devendo esta ser considerada apenas com base em fatores de ordem económica, mas sim, em função das condições de funcionamento a que esses mesmos materiais estão sujeitos.

Neste sentido, todos os materiais utilizados devem ser adequados, isentos de defeitos, garantindo a qualidade do sistema, devendo tratar-se de materiais, preferencialmente, portadores de certificado de qualidade e materiais que obedeçam ao especificado em documentos normativos ou, na sua ausência, sujeitos a estudos de homologação (Pedroso, 2010).

Todos os edifícios apresentam um tempo de vida útil, que se define pelo período durante o qual são capazes de responder às exigências de funcionamento, para as quais foram concebidos e construídos. Na prática, denota-se que os elementos de um edifício não envelhecem todos do mesmo modo, sendo desta forma, importante definir as durabilidades previstas para os diferentes sistemas dos edifícios (Gaspar e Santos, 2003).

Com este subcapítulo pretende-se fazer uma análise das principais características dos materiais frequentemente utilizados nas instalações de edifícios que têm vindo a ser mencionadas no presente trabalho, assim como avaliar a durabilidade das instalações.

2.8.2. CARACTERIZAÇÃO, APLICAÇÃO E DURABILIDADE DOS MATERIAIS

Existem várias opções de materiais que podem constituir as instalações de um edifício, sendo os mais frequentemente utilizados nas instalações que tem vindo a ser mencionadas, os apresentados no Quadro 10. Esses materiais podem ser divididos em três grupos, os metálicos, os termoplásticos e os híbridos (Paiva, Aguiar et al, 2006).

Quadro 10 – Principais materiais utilizados em canalizações

Tubagens metálicas	Tubagens termoplásticas	Tubagem híbrida
Cobre	PVC	Tubo de parede composta por plástico e metal
Aço (ferro preto)	PEAD	
Aço inox	PEX	
Aço galvanizado	PP	
	PVCC	

Essencialmente de acordo com Pedroso (2000), as características e aplicações mais comuns dos materiais citados no Quadro 10 encontram-se nos seguintes quadros.

Quadro 11 – Características do cobre

Cobre	
	Características: Apresenta grande durabilidade, boa resistência à corrosão, reduzida tendência aos encrustamentos e instalação relativamente simples, que devido à sua ductilidade permite assumir traçados complicados. Este material deve ser evitado na presença de água ácida, água com dureza muito baixa e velocidade de escoamento elevada. Aplicação: Este material, devido às suas propriedades, pode ser utilizado em redes de abastecimento de água fria, quente, em aquecimento e é frequentemente utilizado em tubagens hidráulicas que ligam os coletores ao reservatório dos sistemas solares. (Greenpro, 2004). Pode ainda ter aplicação em tubos de ar condicionado e refrigeração (NP EN 12 735-1).

Quadro 12 – Características do aço

Aço (ferro preto)	
	Características: Os tubos de aço atualmente constituem solução para sistemas de circuito fechado, como o aquecimento central. Como garantia de uma maior durabilidade deste material, não se deverão permitir longos períodos de estagnação da água, bem como o contacto com elementos metálicos de nobreza superior. Aplicação: Até meados do século passado, a utilização deste material para tubagens de distribuição de água era frequente, contudo, devido aos seus problemas de corrosão, este foi sendo substituído por materiais com melhores características.

Quadro 13 – Características do aço inox

Aço inox	
	Características: Este é um material de elevada resistência mecânica e à erosão. Relativamente ao cobre, o aço inox apresenta uma maior resistência à tração, pelo que possibilita a redução da espessura de tubos, sendo portanto mais fácil de trabalhar. Aplicação: Este material tem aplicação em redes de abastecimento de água fria e água quente, ainda que se deva evitar exposição à água a temperaturas superiores a 50.°C. Estas tubagens, devido às suas características de durabilidade, tal como as tubagens de cobre, podem tornar-se muito competitivas. A sua aplicação é também frequente em circuitos solares de instalações desse tipo.

Quadro 14 – Características do aço galvanizado

Aço Galvanizado	
	Características: O aço galvanizado surge do revestimento do aço por uma camada de zinco, alterando as suas características, derivando numa tubagem com maior capacidade de resistência à oxidação.
	Aplicação: Esta é uma tubagem que continua a constituir grande parte dos sistemas de distribuição de água no nosso país, no que se refere a água fria e a água quente, ainda que a temperatura desta última deva ser limitada a 60.°C.
	Para preservar a durabilidade deste material, evitando fenómenos de corrosão, deve evitar-se velocidades de escoamento quer muito baixas, quer muito altas.

Quadro 15 – Características do PVC

PVC – Policloreto de vinilo	
 	Características: Desde o aparecimento do PVC, em meados do século passado, este foi sofrendo modificações, assumindo hoje, grande utilização. Esta é uma tubagem caracterizada pela sua leveza, flexibilidade e facilidade de execução, contudo a sua utilização é condicionada pela sensibilidade ao choque e pela temperatura da água que transporta.
	Aplicação: No caso de tubagens termoplásticas, estas devem ser sempre selecionadas e aplicadas de acordo com as temperaturas da água que transportam. No que se refere a tubagens de PVC, devido às suas características de elevada dilatação, somente devem ser utilizadas para redes de distribuição de água fria, uma vez que só suportam temperaturas de cerca de 20.°C. São tubagens bastante utilizadas em instalações de drenagem de água e na ventilação dessas redes.
	Este material é também utilizado em tubos flexíveis e muito leves para a proteção mecânica e isolamento (canalização) de fios e cabos elétricos (Rocha e Esgalho, 2002).

Quadro 16 – Características do PEAD

PEAD – Polietileno de alta densidade



Características: Este é um material que apresenta uma baixa densidade, resistência a agentes químicos, baixo coeficiente de fricção e grande flexibilidade. Quando as tubagens deste material estão sujeitas à ação de raios ultra violeta devem ser protegidos com um revestimento, de modo a evitar a sua deterioração.

Aplicação: Ainda que este material apresente uma resistência ao choque e às vibrações, devido à sua fraca resistência térmica, o polietileno só deve ter utilização em sistemas de abastecimento de água fria, tal como o PVC. Este material tem ainda grande aplicação em instalações de drenagem de água, quer doméstica quer pluvial.

Por fim, são ainda fabricados tubos de cablagem em polietileno de alta densidade, sendo a parede exterior corrugada e a interior lisa (Politejo, 2009).

Quadro 17 – Características do PEX

PEX – Polietileno reticulado



Características: Este material surge da reticulação que é aplicada ao polietileno de alta densidade, originando assim um material com maior resistência mecânica e maior resistência a temperaturas elevadas. As tubagens de polietileno reticulado são leves, flexíveis, resistentes à corrosão e de fácil colocação. Estas tubagens são dimensionadas para suportar temperaturas de até 95.°C.

Aplicação: Atualmente este material é utilizado em canalizações de abastecimento de água fria, quente e em instalações de climatização como aquecimento por piso radiante, aquecimento por radiadores, entre outros (Uponor).

Nas situações em que se recorra a dobragem de tubos, esta deverá ser efetuada com raios de curvatura amplos em função dos diâmetros dos mesmos, por forma a evitar reduções de seção e aumentos de tensões internas (Pedroso, 2004).

Relativamente ao seu modo de instalação, quando estas tubagens têm por aplicação o transporte de água quente, devido ao seu elevado coeficiente de dilatação, se embutidas ou enterradas e o seu comprimento for superior a 2m, devem ser instaladas em mangas de proteção de polietileno, que possibilitarão a fácil substituição dos tubos em caso de necessidade.

Quadro 18 – Características do PP

PP – Polipropileno



Características: As vantagens deste material são a resistência a elevadas temperaturas e a sua leveza, sendo dos polímeros menos densos. Contudo, este material exige mão de obra especializada para a realização das uniões por soldadura e a sua rigidez não permite a mudança de direção sem recorrer a acessórios (Paiva, Aguiar et al, 2006)

Aplicação: A utilização de tubos em polipropileno é atualmente muito requisitada, em redes de abastecimento de água quente e fria, em redes de aquecimento, podendo também ser utilizadas em redes de drenagem de água residual e em sistemas de aquecimento central por radiadores. Em condições de funcionamento contínuo, estas tubagens estão dimensionadas para suportar até 100.°C.

Quadro 19 – Características do PVCC

PVCC – Policloreto de vinilo clorado



Características: Só no início da década de 90, foram publicadas sob a forma de informação técnica as primeiras exigências mínimas necessárias à avaliação dos tubos e acessórios em PVCC para sistemas de distribuição de água quente, fria e de aquecimento (Picciochi, 1999).

Esta é uma tubagem leve que apresenta boa resistência à temperatura e à corrosão, contudo é sensível ao choque e possui uma rigidez que impossibilita mudanças de direção sem utilização de acessórios.

A resistência à pressão interior destas tubagens baixa com o aumento da temperatura, devendo-se estabelecer pressões máximas em função da temperatura, para que estas sirvam durante o tempo de serviço exigido (Rocha, 1991).

Aplicação: Este material tem, aplicação em redes de abastecimento de água fria, quente e em instalações de aquecimento.

Quadro 20 – Características de tubos de parede composta ou multicamada

Tubo de parede composta por plástico e metal	
	Características: Este é um material de utilização mais recente, apresentando vantagens das tubagens metálicas e termoplásticas. É um material que tem como principais características a resistência térmica, a resistência à corrosão e apresenta um fácil manuseamento devido a sua deformabilidade. A tecnologia destes tubos por norma consiste em inserir uma camada metálica, normalmente o alumínio entre camadas de polietileno reticulado. Aplicação: É uma tubagem que pode ser utilizada na realização de instalações de abastecimento de água e em instalações de aquecimento. A união entre troços de tubagem é feita através de acessórios metálicos.

2.8.3. VIDA ÚTIL DAS INSTALAÇÕES

O tempo de vida útil previsto para estes materiais é função das suas próprias características, condições de funcionamento e de condições externas que atuam sobre os mesmos. Perante um determinado conjunto de condições, os materiais têm comportamentos diferentes.

Para a avaliação do tempo de serviço de tubagens termoplásticas, é fundamental conhecer o seu comportamento ao longo do tempo, quer devido à ação da pressão interior, quer à ação da temperatura. A resistência diminui com elevadas temperaturas e pressões.

Na figura Fig. 29, apresenta-se uma classificação das condições de serviço correntemente adotadas para tubagens termoplásticas como PP, PEX, PVCC, e ainda a tubagem de parede composta (multicamada), como fazem referência as respetivas normas dessas tubagens EN ISO 15874, EN ISO 15875, EN ISO 15877 e EN ISO 21003.

Exemplos do recurso à referida classificação são os documentos de homologação da Coprax, relativamente a tubos de polipropileno e da Uponor com os tubos Wirsbo-Pex de polietileno reticulado (DH Coprax, DH Wirsbo-Pex), que perante determinadas condições de serviço podem chegar a um tempo de serviço de 49 anos para abastecimento de água quente.

No que se refere às tubagens de PVC, segundo o DH da Politejo (2001), para tubagens de drenagem de água residuais ou saneamento, estas devem apresentar características que suportem determinados valores de pressão interior sem pôr em causa a rotura, até ao seu termo da sua vida útil que é fixado para 50 anos. Existe ainda autores que defendem que, ainda que as tubagens em PVC estejam previstas para durar entre 30 a 50 anos, é adotado em projeto um tempo de vida útil de 40 anos (Esteves, 2010).

O sucesso da utilização dos sistemas de materiais plásticos depende fundamentalmente da exigência de qualidade, da seleção de sistemas e não de componentes isolados, o respeito pelas boas práticas de instalação e adequação do material às condições de utilização (Rocha, 2006).

Classe de aplicação	Temperatura de serviço T_D °C	Tempo ^{b)} a T_D anos	T_{max} °C	Tempo a T_{max} anos	T_{mal} °C	Tempo a T_{mal} horas	Campo de aplicação típico
1 ^{a)}	60	49	80	1	95	100	Abastecimento de água quente (60 °C)
2 ^{a)}	70	49	80	1	95	100	Abastecimento de água quente (70 °C)
4 ^{b)}	20 mais acumulativa 40 mais acumulativa 60	2,5 20 25	70	2,5	100	100	Chão radiante e radiadores de baixa temperatura
5 ^{b)}	20 mais acumulativa 60 mais acumulativa 80	14 25 10	90	1	100	100	Radiadores de temperatura elevada
^{a)} Um país poderá seleccionar ou a classe 1 ou a classe 2 em conformidade com a sua legislação nacional. ^{b)} Quando aparece para uma dada classe mais do que uma temperatura de serviço para um dado tempo, deverão ser combinados. No quadro "mais acumulativa" implica um perfil de temperatura, da temperatura mencionada ao longo do tempo (p. ex. o perfil de temperatura de serviço a 50 anos para a classe 5 é 20 °C a 14 anos, seguida por 60 °C a 25 anos, 80 °C a 10 anos, 90 °C a 1 ano e 100 °C a 100 h). NOTA: Esta Norma não se aplica para valores de T_D , T_{max} e T_{mal} superiores aos indicados no quadro.							

Fig. 29 – Condições de emprego para as tubagens mencionadas (NP EN ISO 21003, 2009)

Os edifícios são concebidos perante um determinado período de vida útil, este que pode variar com diferentes aspetos, como as características do edifício e dos seus elementos.

Aquilo que se verifica na prática é que, mesmo definido determinado período de vida útil para um edifício, os elementos que o constituem não se deterioram ao mesmo ritmo, sendo assim necessário preverem-se tempos de durabilidade para os diferentes sistemas. Gaspar e Santos (2003) num estudo de casos procuraram verificar as patologias que decorrem em diferentes elementos do edifício, definindo camadas de longevidade para esses elementos, partindo de informação coincidente com a do seguinte quadro.

Quadro 21 – Longevidade de elementos de um edifício

Elemento	Vida útil
Estrutura	Longevidade entre 50-75 anos para construções em betão
Fachadas e compartimentos interiores	Pode haver intervalos entre as intervenções até 30 anos, mas normalmente ficam pelos 15.
Infra estruturas	Vida útil média entre os 5 anos (redes de comunicações) e 15 anos (redes de águas).
Acabamentos	Vida útil variável

Nesse estudo de edifícios dos anos 50, 60 e 70, o verdadeiro fator que obriga a intervenções prende-se com a obsolescência das instalações.

Na verdade, casos práticos demonstram que a vida destes sistemas torna-se inferior comparativamente com as durabilidades previstas pelos fabricantes, podendo a justificação passar por erros ou falhas de conceção, falta de manutenção ou outras razões.

Tendo como exemplo as tubagens de PVC, sabe-se que a sua durabilidade tem vindo a revelar-se menor que a expectável, podendo rondar um período significativamente mais reduzido. É frequente os materiais termoplásticos apresentarem um envelhecimento prematuro, quando expostos a condições inadequadas. Ainda que o PVC seja utilizado em mais de 99% das obras, e sua utilização começa a ser questionada (Afonso, 2004).

Da mesma forma, tomando o exemplo das tubagens em PEX/PER, por norma, devido a uma má instalação pelo não cumprimento das regras de implantação, acabam por apresentar deficiências no seu funcionamento e ter de ser substituídas em tempo inferior ao previsto.

A avaliação da durabilidade e a estimativa de vida útil de um sistema é um processo complexo, e depende de diferentes fatores de degradação.

Contudo, apesar da incerteza na durabilidade destes sistemas, a norma europeia ISO 15686-1 recomenda valores mínimos para a vida útil dos edifícios e dos seus elementos, como pretende representar o Quadro 22. Estes valores apresentados são contudo uma referência, não devendo inibir escolhas de projeto aquando determinadas razões económicas.

Quadro 22 – Vida útil de projeto mínima para os componentes de edifícios (ISO 15686-1, (2000))

Vida útil de projeto do edifício	Elementos inacessíveis ou estruturais	Elementos cuja substituição é difícil ou dispendiosa	Elementos facilmente substituíveis	Instalações do edifício
Ilimitada	Ilimitada	100	40	25
150	150	100	40	25
100	100	100	40	25
60	60	60	40	25
25	25	25	25	25
15	15	15	15	15
10	10	10	10	10

Segundo a norma CSA S478-95, edifícios de categoria de longa duração, onde se incluem a maioria das construções habitacionais, a vida útil de projeto pode variar entre 50 a 99 anos, pelo que o tempo de previsão de vida útil das instalações, de acordo com o Quadro 22 terá de ter um mínimo de 25 anos.

3

REABILITAÇÃO EM HABITAÇÃO UNIFAMILIAR

3.1. NOTA INTRODUTÓRIA

Neste capítulo pretende-se fazer uma análise das intervenções de reabilitação numa moradia unifamiliar, ao nível das respetivas instalações técnicas.

Numa primeira abordagem, tendo-se verificado que o enquadramento das instalações está diretamente relacionado com as características do edifício onde estão implementadas, inicia-se este capítulo com uma descrição geral da moradia que vai ser objeto de intervenção, nomeadamente ao nível das características de construção, face à respetiva época de construção, seguindo-se uma descrição das remodelações, com maior significado, de que será alvo na execução deste projeto.

Pretende-se ainda neste capítulo, relativamente a cada tipo de instalações já apresentadas em detalhe no capítulo anterior, verificar a sua existência na moradia em estudo e em que medida estão aptas a ser utilizadas para os fins a que se destinam. Na hipótese da sua inexistência ou inaptidão, pretende-se também fazer uma análise das implicações e dificuldades construtivas que a inserção de novas instalações ou a substituição das existentes possam representar na execução do projeto.

3.2. DESCRIÇÃO GERAL DA MORADIA

A moradia em estudo é uma moradia unifamiliar geminada, Fig. 30, com localização no Porto. A fração do edifício a reabilitar, Fig. 31, será alvo de intervenções profundas.

Este edifício tem projeto aprovado à data de 1938, tratando-se assim de um edifício antigo, cujo tipo de construção é caracterizado pelo uso de técnicas de construção tradicionais, paredes resistentes de alvenaria de pedra argamassada, pavimentos e cobertura em madeira e paredes divisórias em tabique. No levantamento das características do edifício, verificou-se que antigos compartimentos de instalações sanitárias e cozinha já se encontravam em suporte de lajes de betão.

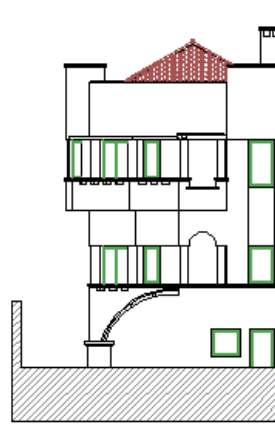
Por forma a garantir que as intervenções de reabilitação sejam adequadas e eficazes, independentemente de se tratar de um processo mais ou menos profundo, é muito importante que estas sejam planeadas, tendo em consideração a época da construção do edifício, materiais e metodologias de construção utilizadas.



Fig. 30 – Edifício a reabilitar



Fig. 31 – Fração do edifício a intervir



Muitos dos edifícios antigos apresentam problemas, não só ao nível da organização dos seus espaços, mas também ao nível das áreas reduzidas dos seus compartimentos, revelando-se, muitas vezes, insuficientes, inadequados e pouco funcionais relativamente aos fins a que se destinam.

Por estas razões, nos projetos de reabilitação de edifícios são muito frequentes intervenções no que concerne ao reajustamento da articulação dos espaços existentes, bem como, na criação de novos espaços, mais amplos, através da eliminação de compartimentos existentes.

Pode ainda haver necessidade de se proceder a uma subdivisão de espaços, por forma a criar mais compartimentos, em que, mesmo com dimensões inferiores a sua funcionalidade não fica comprometida.

Ora, na moradia em estudo, constituída por cave, rés-do-chão e andar, revelam-se necessárias intervenções ao nível da reorganização das áreas dos compartimentos e a sua distribuição no edifício.

Ao nível da cave, verifica-se que a moradia será objeto de uma nova compartimentação, a qual consiste numa cozinha maior que a existente, duas instalações sanitárias e um escritório, Fig. 32.

No rés-do-chão, Fig. 33, a intervenção prevista consiste na demolição de praticamente todas as paredes existentes, por forma a ser feita uma nova distribuição dos compartimentos, dando origem a uma sala de estar, uma de jantar, um escritório e uma instalação sanitária.

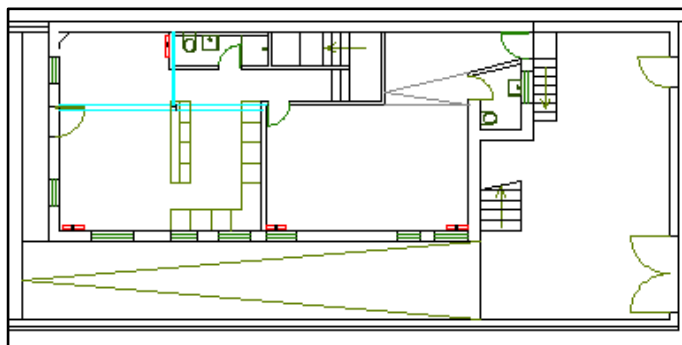


Fig. 32 – Nova compartimentação da cave da moradia

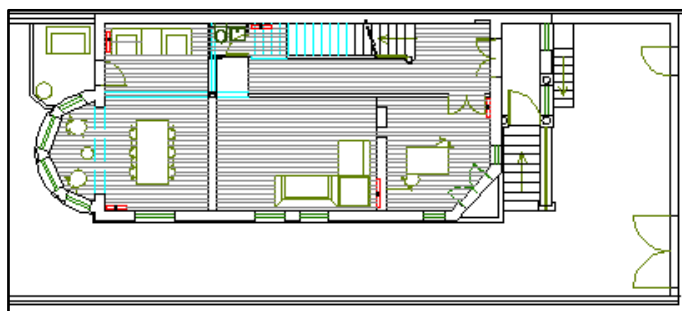


Fig. 33 – Nova compartimentação do rés-do-chão da moradia

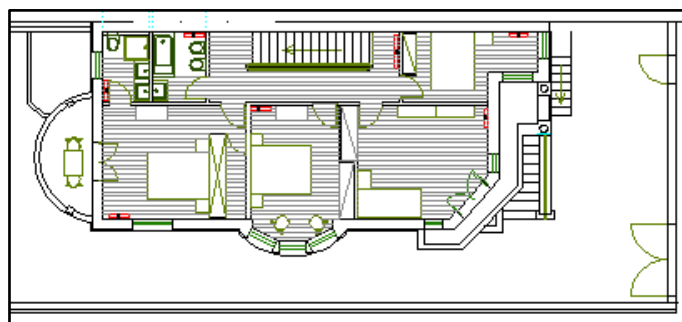


Fig. 34 – Nova compartimentação do andar da moradia

No andar, Fig. 34, a distribuição de compartimentos e as suas áreas irão manter-se praticamente inalteradas relativamente ao projeto original, nomeadamente irão manter-se os quatro quartos inicialmente existentes, pretendendo-se apenas proceder a alterações ao nível da instalação sanitária, a qual irá ser subdividida em duas. Em todo o caso, ainda que se pretenda manter a distribuição dos compartimentos, está previsto que todas as paredes em tabique sejam demolidas e construídas de novo em gesso cartonado.

Ainda dentro da nova compartimentação de que a moradia será alvo, o projeto de reabilitação prevê um aproveitamento da cobertura em mezzanine.

Para além das demolições das paredes divisórias, o projeto desta moradia em curso prevê ainda a demolição dos tetos existentes e o recurso a tetos falsos em toda a área dos três pisos.

Relativamente às instalações, a moradia dispunha de instalações de abastecimento, drenagem de água doméstica e pluvial e de instalação elétrica, as quais serão alvo de substituição praticamente total. No que se refere à inserção de novas instalações, o projeto de reabilitação prevê a instalação de um sistema de aquecimento e de uma pré instalação para futuras intervenções ao nível do aproveitamento de energia solar.

Ao executar-se este tipo de intervenção nas instalações de um edifício, deverá preconizar-se como objetivos principais não só, que estes sistemas se tornem de novo aptos nas suas funções, mas também melhorá-los e modernizá-los, procurando, assim, cumprir as novas exigências regulamentares e satisfazer o nível de exigência atual dos utilizadores.

Deve ainda toda a ação de intervenção prever a racionalização do consumo de água e de energia, por forma a alcançar também uma reabilitação energética e sustentável no edifício.

3.3.INSTALAÇÃO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

3.3.1. CONFIGURAÇÃO INICIAL

No edifício em estudo, a instalação existente de abastecimento de água tinha origem na rede pública e era feita de forma indireta com recurso a um reservatório na parte superior do edifício. Atingindo este nível, a água era armazenada e posteriormente distribuída a todos os dispositivos de utilização por gravidade.

No projeto inicial da moradia, esta instalação abastecia uma cozinha e duas instalações sanitárias. A sua distribuição era feita por tubagens em ferro, embutidas e à vista, evidenciando sinais de degradação.



Fig. 35 – Reservatório



Fig. 36 – Canalização Antiga

A Fig. 35 e Fig. 36, pretendem mostrar, respetivamente, o reservatório e as canalizações antigas da instalação de abastecimento de água.

Quando se procede ao levantamento do estado das instalações existentes num edifício, a solução pode passar por uma simples reparação, ou então revelar-se necessário uma intervenção de substituição, que poderá ser parcial ou total. Podem ainda verificar-se situações em que, embora as instalações

existentes não apresentem anomalias que justifiquem uma substituição, esta poderá ser recomendada por forma a responder a novas exigências regulamentares e de conforto.

Nos edifícios antigos, as manifestações patológicas nas instalações de abastecimento de água surgem em grande escala, como reflexo do envelhecimento natural desses sistemas que, gradualmente, se vão deteriorando.

Na moradia em causa, a instalação de abastecimento de água existente já era bastante antiga e encontrava-se inadequada ao seu uso, sendo, portanto, necessária a substituição total de todos os componentes da instalação.

3.3.2. NOVA CONFIGURAÇÃO DA INSTALAÇÃO

A nova instalação de abastecimento de água deve ser concebida de acordo com regulamento geral dos sistemas públicos e prediais de distribuição de água e de drenagem de águas residuais.

A nova instalação de abastecimento de água prevista no projeto configura um abastecimento direto, a partir da rede pública, verificando-se, desta forma, a inutilização do reservatório existente. No local, a rede pública garante as condições necessárias de caudal e de pressão para que o abastecimento de todos os dispositivos de utilização da nova cozinha e das cinco novas instalações sanitárias, decorra com eficácia, dentro dos requisitos de conforto.

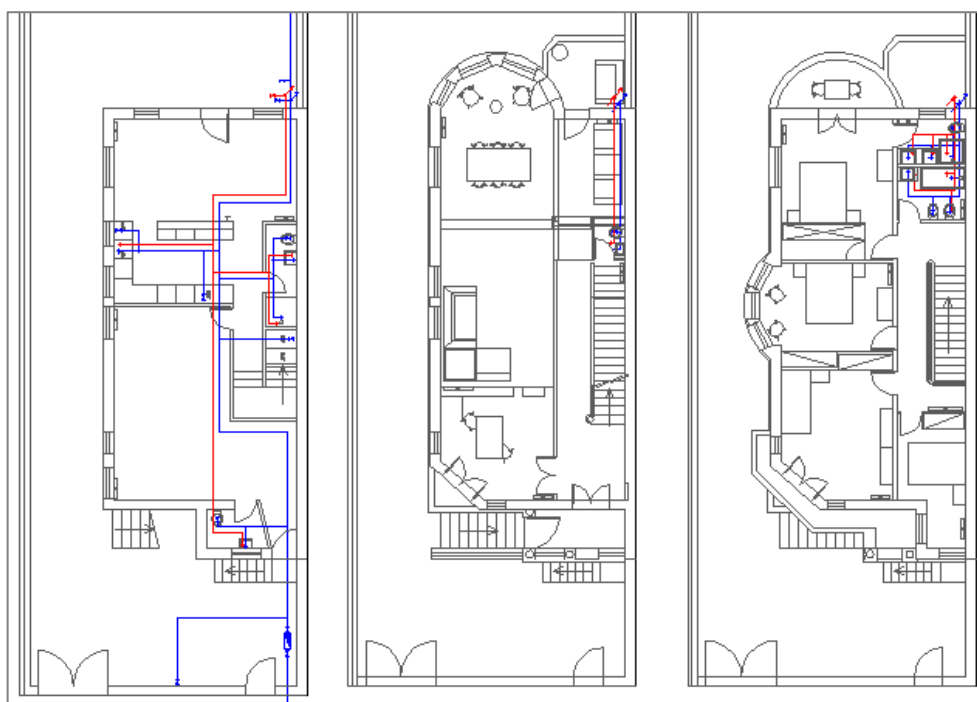


Fig. 37 – Projeto da nova instalação de abastecimento de água (cave; rés do chão e andar)

A Fig. 37, representa o projeto da nova instalação de abastecimento de água, pelo qual se verifica que a entrada da água no edifício é feita ao nível da cave a partir da rede pública, tal como acontecia na antiga instalação, aproveitando-se, desta forma, o espaço destinado ao antigo contador, para a fixação de um novo, Fig. 38.



Fig. 38 – Novo contador da rede de abastecimento



Fig. 39 – Tubagem PPR ao nível da cave



Fig. 40 – Colunas da rede de abastecimento

No interior do edifício, ao nível da cave, a água é distribuída a todos os dispositivos de utilização, através de uma nova rede de tubagens em PPR, reforçado com fibra de vidro no interior, Fig. 39 e Fig. 40. A nova rede de abastecimento de água prevista, quer quente, quer fria, será feita com a utilização deste material.

A instalação de abastecimento distribui também a água até a um compartimento técnico ventilado construído para a instalação de uma caldeira que vai ser responsável pela produção de água quente. Desse compartimento partem as canalizações de água quente, com o objetivo de abastecer todos os dispositivos de utilização, de cujo funcionamento dependem.

A zona técnica ventilada será construída fora do edifício, ao nível da cave, junto da nova cozinha, Fig. 41, a partir da qual são conduzidas as águas, quente e fria, desde a cave até ao nível do andar, por meio de colunas de condutas, aproveitando uma antiga chaminé existente no edifício, Fig. 42.

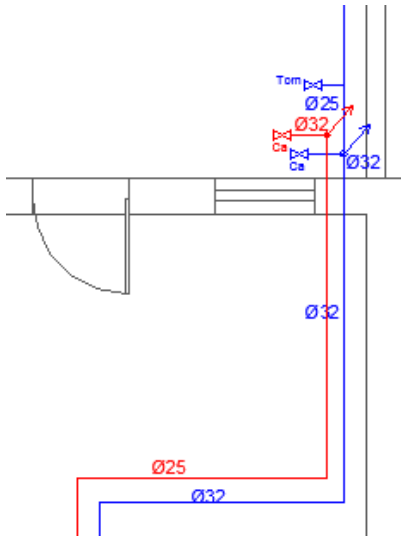


Fig. 41 – Planta da cave com coluna montante



Fig. 42 – Imagem da zona de aplicação

Para além da alimentação a todos os dispositivos de utilização, a instalação de abastecimento de água estender-se-á também aos pontos exteriores de água, Fig. 43, assim como, terá interferência na pré-instalação de painéis solares para o aquecimento de água quente sanitária (capítulo 3.8).

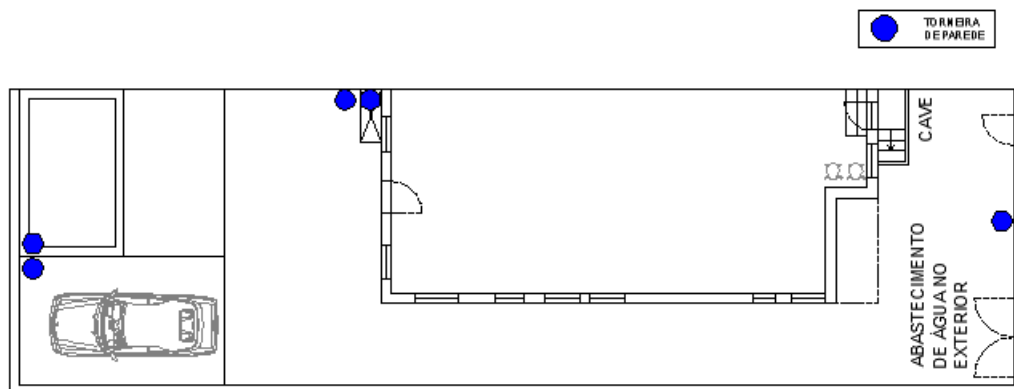


Fig. 43 – Pontos de abastecimento de água ao exterior da moradia

3.3.3. IMPLICAÇÕES CONSTRUTIVAS

Contrariamente às técnicas de construção atuais, na edificação antiga, particularmente neste caso em estudo, não estão previstos elementos de passagem e condução de colunas verticais, como courettes ou outras estratégias similares, tornando-se numa situação difícil de solucionar ou contornar em muitos projetos de reabilitação. Neste projeto, a solução para a condução das tubagens aos pisos superiores passou pelo recurso a uma antiga chaminé que deixou de ter utilização.

O projeto desta moradia prevê ainda a construção de um paramento em gesso cartonado, em todo o perímetro interior das paredes de pedra. Esta estratégia terá sido adotada, não só no que se refere a instalações de abastecimento como a outros tipos de instalação, como forma de se conseguir ocultar todo o tipo de condutas que necessitem de circular ao longo dessas paredes ou até mesmo elementos

de alguma espessura que se insiram nessas mesmas paredes. Esta é uma solução que tem como consequência a redução da área útil dos compartimentos do edifício.

3.4. INSTALAÇÃO DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS

3.4.1. CONFIGURAÇÃO INICIAL

Nesta habitação a substituição da instalação de drenagem de águas residuais, à semelhança do que sucedeu com a de abastecimento de água, será total, mantendo-se apenas as caixas de visita existentes dos coletores enterrados, as quais, apesar do tempo decorrido ainda se encontram aptas para desempenharem a sua função na nova instalação.

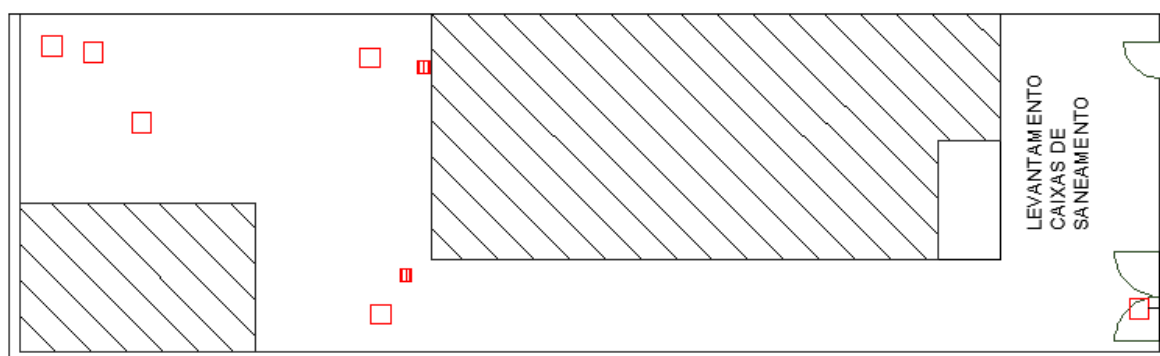


Fig. 44 – Caixas de saneamento existentes

A Fig. 44, representa o levantamento das caixas de saneamento existentes na moradia, das quais três serão reaproveitadas para a nova instalação a executar.

As águas residuais recolhidas dos dispositivos de utilização são conduzidas para essas caixas de visita e são posteriormente bombeadas para a rede pública, uma vez que a reunião se dá a cota inferior à da rede, não sendo, portanto, possível uma drenagem por gravidade. Ainda que esta não seja a solução no projeto inicial da habitação, era a solução que se encontrava em funcionamento à data do início do processo de reabilitação e que se irá manter em funcionamento na nova instalação de drenagem.

Relativamente aos restantes elementos que compõe a instalação de drenagem de águas residuais existente, nenhum satisfaz os requisitos de funcionamento para a nova instalação, sendo, portanto, necessário a sua substituição total.

À semelhança do que acontece com as instalações de abastecimento de água, também muitos problemas que ocorrem nestas instalações, que levam gradualmente à sua degradação, têm origem na perda de estanquidade. Podem ainda surgir anomalias devido à obstrução dos componentes de instalação ou até mesmo de uma má conceção da rede (Paiva, Aguiar et al, 2006).

3.4.2. NOVA CONFIGURAÇÃO DA INSTALAÇÃO

A nova configuração prevista para esta instalação de drenagem é executada em PVC e iniciar-se-á em cada dispositivo a drenar pelo ramal de descarga, havendo uma separação de sistemas de drenagem, entre o sistema de águas negras (bacias de retrete) e de sabão (banheira, chuveiro, bidés, lavatórios, máquinas de lavar e pia lava loiça).



Fig. 45 – Caixa de visita



Fig. 46 – Drenagem ao nível da cave



Fig. 47 – Drenagem ao nível do teto do rés-do-chão



Fig. 48 – Tubos de queda da drenagem doméstica

A Fig. 45, apresenta uma das caixas de visita existente da antiga instalação, que se manterá em funcionamento na nova instalação de drenagem.

Ao nível da cave (Fig. 46) a drenagem é feita pelo pavimento, em sistema separativo, conduzida diretamente para o exterior do edifício. Ao nível do rés-do-chão e do andar, Fig. 47, a drenagem de todos os dispositivos é feita de forma suspensa na parte inferior da laje, sendo conduzida para tubos de queda que terão localização na antiga chaminé, Fig. 48.

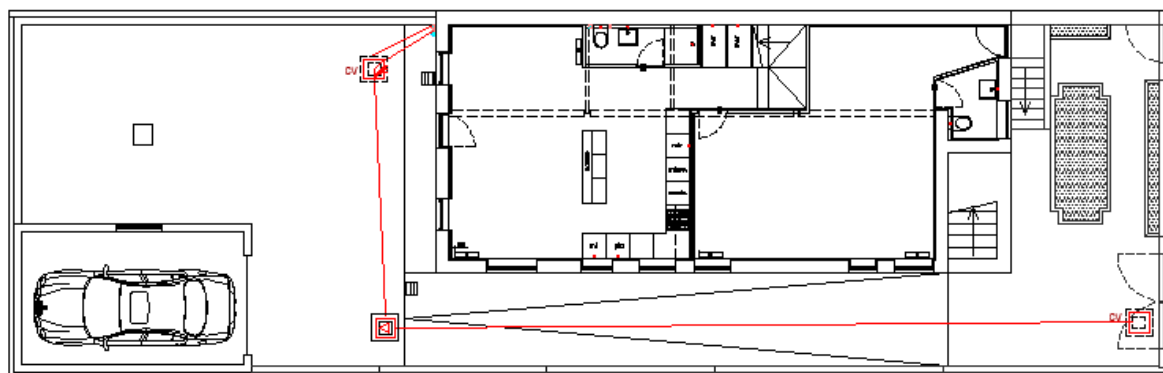


Fig. 49 – Planta da drenagem de águas residuais domésticas

Os diferentes coletores de drenagem serão reunidos na caixa de visita e, posteriormente, conduzidos para uma caixa de bombagem, a partir da qual são levados para uma nova caixa de visita que fará a ligação à rede pública, mantendo-se, assim, a estrutura de funcionamento já existente, Fig. 49.

3.4.3. IMPLICAÇÕES CONSTRUTIVAS

As tubagens que transportam água, quando são conduzidas em estruturas de madeira, como paredes ou lajes, requerem um elevado cuidado, pois qualquer falha na sua conceção levará a graves danos.

Nesta moradia, de forma a contornar o máximo possível esta interseção de elementos, está projetado o aproveitamento das lajes de betão já existentes para as instalações sanitárias, através das quais as tubagens de drenagem circularão de forma suspensa. Nesta técnica, o uso do teto falso é crucial na ocultação destes componentes da instalação, sendo, contudo, uma solução apenas possível atendendo ao pé direito dos andares da moradia.

Enquanto numa habitação de raiz a localização dessas instalações podem ser pensadas simultaneamente com a estrutura, num edifício antigo, não sendo possível ocultar as instalações nos elementos da construção existente, terão de ser adotadas medidas, de forma a integrar as instalações, sem comprometer a arquitetura e a segurança do edifício.

Uma outra estratégia adotada nesta moradia por forma a ocultar as tubagens de drenagem nas paredes exteriores de pedra e os autoclismos das bacias de retrete consiste no revestimento interior do edifício com paredes em gesso cartonado, como já se fez referência no subcapítulo de abastecimento de água e se pretende representar pela Fig. 50.

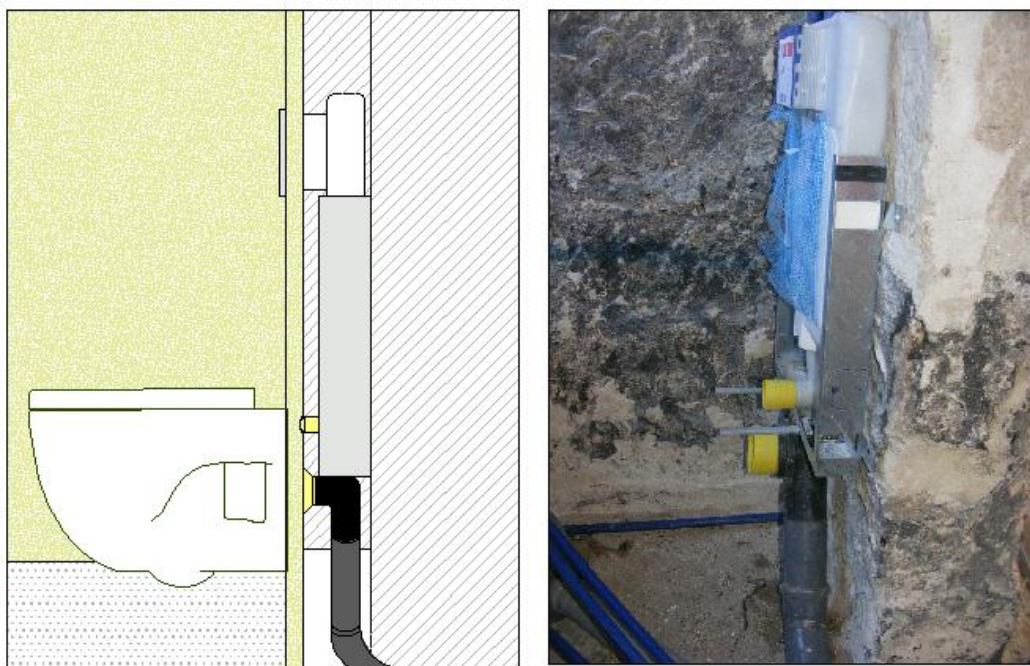


Fig. 50 – Construção de paredes em gesso cartonado

3.5.INSTALAÇÃO DE DRENAGEM PLUVIAL

3.5.1. CONFIGURAÇÃO INICIAL

Para além das instalações de drenagem doméstica, a moradia também dispõe de uma instalação de drenagem de águas pluviais. Esta instalação à semelhança de todas as instalações que têm vindo a ser analisadas, só podem ter um bom desempenho se todos os elementos que a constituem se apresentarem em perfeito estado de funcionamento.

Na instalação existente, a água da chuva escorre pela cobertura e é captada pelas caleiras que conduzem a água até aos tubos de queda. Estes são orientados a descarregar em grelhas que levam a água aos coletores que, por sua vez, ligam à rede pública. Tal como nas águas residuais domésticas, também as águas pluviais são conduzidas à rede pública por um sistema de bombagem.

De todos os componentes desta instalação, os tubos de queda são aqueles em que se denota um maior estado de degradação, sendo, portanto, necessário proceder à sua substituição.

Aquilo que se observa nos tubos de queda é das anomalias mais comuns, relacionadas com problemas de corrosão. É também frequente que estes elementos deixem de desempenhar corretamente as suas funções devido à sua obstrução, que impede a circulação das águas.



Fig. 51 – Tubo de queda



Fig. 52 – Tubo de queda

Relativamente aos restantes componentes da instalação existente serão reaproveitadas as caleiras, Fig. 53, que já haviam sido substituídas em data posterior à construção da moradia, as quais se apresentam ainda em boas condições de funcionamento. Da mesma forma, serão mantidas as caixas de visita e os ramais de ligação à rede pública.



Fig. 53 – Caleiras vistas pelo interior da moradia

3.5.2. NOVA CONFIGURAÇÃO DA INSTALAÇÃO

A nova instalação de drenagem de águas pluviais terá um modo de funcionamento bastante semelhante à configuração antiga, as caleiras existentes farão a drenagem das águas para novos tubos de queda em PVC. Verificando-se que a quantidade de tubos de queda existentes na moradia garantiam uma drenagem suficiente de todo o caudal a escoar, não se revelou necessário acrescentar mais elementos verticais de drenagem.

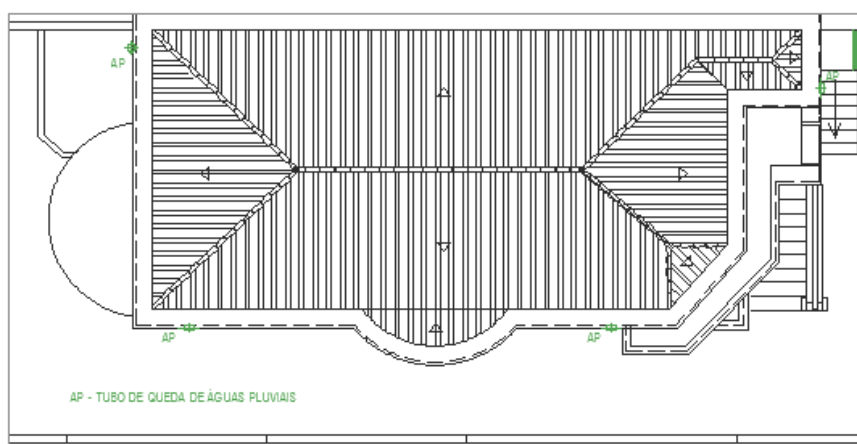


Fig. 54 – Posição de tubos de queda

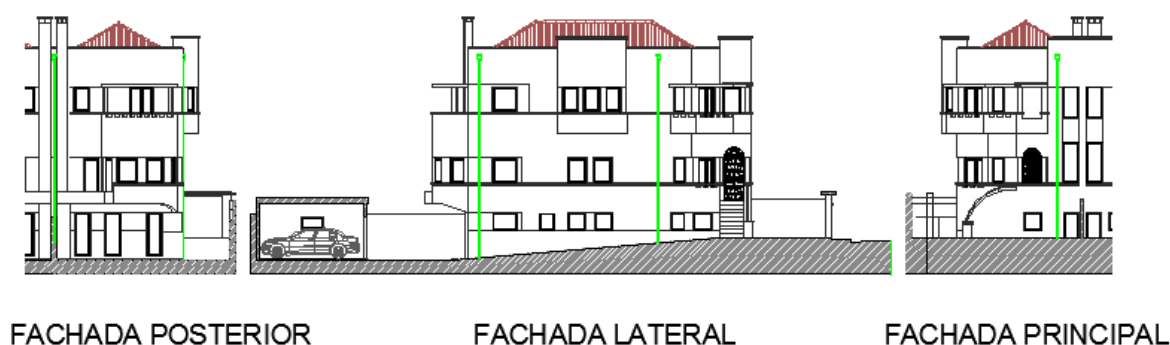


Fig. 55 – Tubos de queda em alçados

A posição dos tubos de queda será idêntica à existente e ocupa as posições no edifício apresentadas nas Fig. 54 e Fig. 55.

Em suma, à exceção dos tubos de queda que serão substituídos, conforme referido, todos os restantes elementos existentes manter-se-ão, bem como a respetiva forma de funcionamento inicial.

3.5.3. IMPLICAÇÕES CONSTRUTIVAS

As implicações relacionadas com a inserção dos componentes desta instalação na moradia serão menores do que as implicações decorrentes das duas instalações anteriormente mencionadas, uma vez que se trata de uma instalação cuja implementação é no exterior da moradia, sem intersecção significativa com elementos estruturais ou construtivos da habitação.

Em todo caso, na implementação da nova instalação, particularmente no que aos tubos de queda se refere, salienta-se que estes terão de ser instalados de forma a seguir os pontos de captação da instalação antiga, isto porque, ainda que o telhado venha a ser alvo de intervenções, a inclinação das suas águas, assim como as pendentes das caleiras irão manter-se. Pelo que, ainda que não seja necessário aumentar a quantidade dos tubos de queda, a colocação dos novos tubos deverá respeitar a localização dos antigos pontos de recolha de águas.

3.6. INSTALAÇÕES DE AQUECIMENTO

3.6.1. CONFIGURAÇÃO INICIAL

No que a este tipo de instalações respeita, verifica-se que a habitação não dispõe de qualquer tipo de instalação de aquecimento. Na verdade, a procura e a aplicação destes sistemas de climatização nas habitações são ainda recentes, comparativamente com a data de construção da moradia.

Ainda que não se verifique na moradia em estudo, a verdade é que em alguns edifícios antigos de habitação era comum assistir-se já a uma preocupação por parte dos utilizadores em aquecer o ar interior, fazendo-o através de lareiras a fogo aberto. Contudo, atualmente existem sistemas mais eficientes para garantir essas condições de conforto, os quais são cada vez mais valorizados e procurados pelos utilizadores.

3.6.2. NOVA CONFIGURAÇÃO DA INSTALAÇÃO

Na conceção de novas instalações de aquecimento, é de todo o interesse calcular, de acordo com a legislação em vigor, o RCCTE, exigências de aquecimento, por forma a permitir não só o dimensionamento dos equipamentos e acessórios que constituirão o sistema, mas também determinar o consumo energético da instalação.

No que se refere às necessidades de aquecimento, estas resultam do cálculo de três parcelas, sendo estas, as perdas de calor através da envolvente, as perdas de calor pela renovação do ar e os ganhos de calor pela utilização do edifício, os quais podem ser consequência da ocupação, iluminação, equipamentos e ganhos solares.

Assim, perante os valores obtidos para as necessidades de conforto térmico interior da moradia em estudo, o projeto prevê uma instalação de aquecimento por radiadores, com produção de água quente pela caldeira.

De acordo com a potência térmica calculada necessária para aquecer a moradia, em particular cada divisão, são selecionados e dimensionados os radiadores, que serão distribuídos pela habitação e alimentados por tubagens de água quente.

O cálculo da potência da fonte de calor, a caldeira, é feito em função da potência dos radiadores que venham a constituir a instalação, os quais por sua vez, são selecionados em função das necessidades globais de aquecimento da moradia, como atrás já foi referido.

Os radiadores irão ser distribuídos na moradia de acordo com o posicionamento representado na, Fig. 56, e serão responsáveis por aquecer o ar interior dos compartimentos onde se inserem, por via de uma troca de energia entre o ar ambiente e a água quente que neles circula. O posicionamento e o tamanho dos radiadores a colocar em cada compartimento será função das necessidades de aquecimento e espaço disponível para a sua colocação. Desta forma, os radiadores selecionados para esta construção têm tamanho variável entre 0.3 e 1.05 metros, sendo que a configuração mais frequente é de 0.6 metros.

Para esta moradia, não foi prevista à instalação de um sistema de arrefecimento do ar ambiente interior.

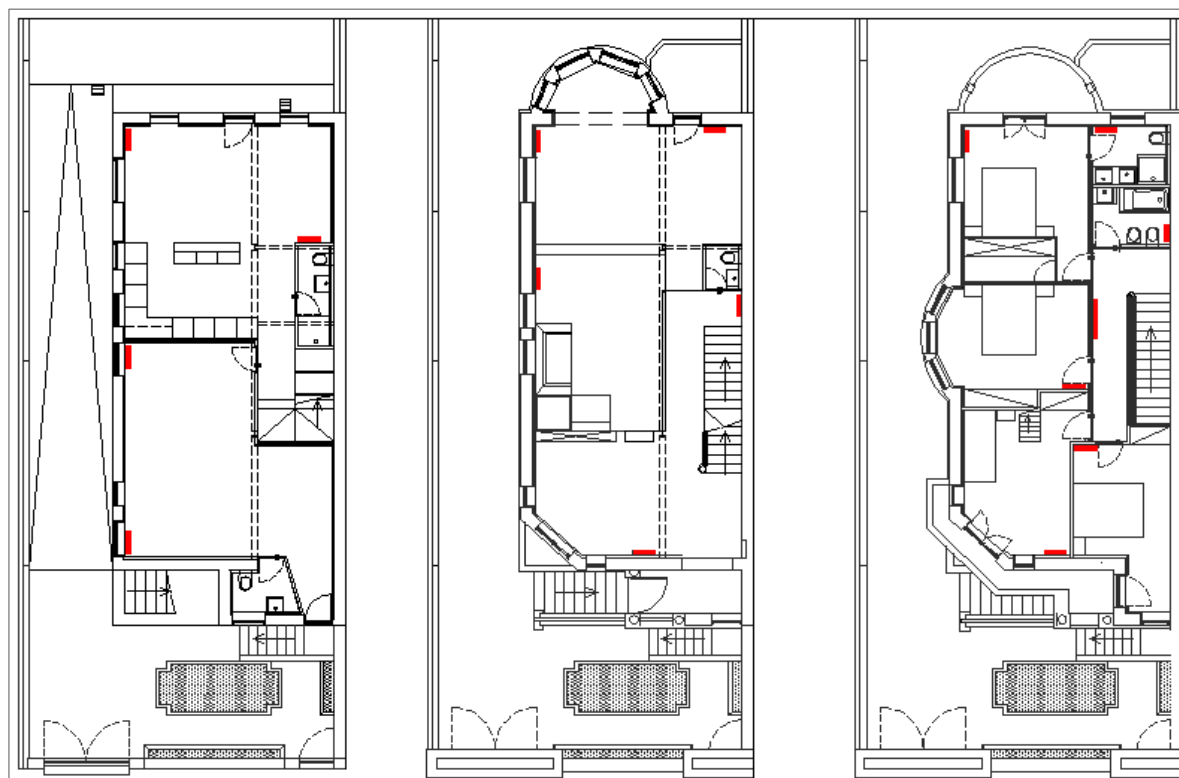


Fig. 56 – Posição de radiadores pelos andares da moradia

3.6.3. IMPLICAÇÕES CONSTRUTIVAS

Mesmo que num edifício destinado à habitação, a complexidade destes sistemas seja inferior à dos edifícios destinados a serviços, as instalações de AVAC são um desafio, quando planeadas num projeto de reabilitação de uma habitação antiga. É necessário haver um equilíbrio entre as necessidades de conforto térmico dos utilizadores da habitação, a arquitetura do edifício e o espaço disponível à implantação destas instalações, as quais podem atingir dimensões significativas.

Todavia, tendo em conta as opções construtivas feitas para a moradia em estudo, já referidas nas implicações construtivas dos subcapítulos anteriores (paredes e tetos em gesso cartonado), a solução de aquecimento a executar não representará dificuldades de construção significativas. As tubagens que conduzirão a água aos radiadores poderão ser ocultadas pelos elementos construtivos atrás mencionados.

3.7. INSTALAÇÕES DE VENTILAÇÃO

3.7.1. CONFIGURAÇÃO INICIAL

Neste edifício, como na generalidade dos edifícios antigos, o sistema de ventilação existente era integralmente natural, sem qualquer tipo de instalação de ventilação mecânica.

Esta moradia caracterizada pelo grande número de vãos e pelo fato de quase todos os compartimentos terem ligação direta ao exterior, a entrada de ar no edifício, assim como a extração do ar era garantida pela abertura frequente daqueles elementos, durante grandes períodos do dia.

Na antiga cozinha do edifício existia uma chaminé, responsável pela evacuação do ar poluído desse compartimento, impedindo a circulação desse ar pelos restantes compartimentos, funcionando, assim, como um elemento de grande importância para a qualidade do ar interior.

Para além da abertura frequente dos vãos, as renovações de ar iam sendo garantidas pela permeabilidade ao ar da envolvente da moradia, designadamente, caixilharias e portas exteriores.

3.7.2. NOVA CONFIGURAÇÃO DA INSTALAÇÃO

O sistema antigo de ventilação ficou comprometido a partir do momento em que as operações de reabilitação incluíam, não só a substituição das caixilharias e portas exteriores, mas também intervenções na chaminé existente, a qual deixou de ser utilizada como elemento de ventilação e passou a ser utilizada como elemento de passagem vertical de canalizações (Fig. 57).



Fig. 57 – Chaminé como elemento de passagem de condutas

As referidas intervenções associadas à possível insuficiência do sistema existente e tendo em conta as exigências funcionais atuais, levaram a que fosse previsto um sistema de ventilação mecânico, por forma a garantir uma adequada taxa de renovação do ar interior para os diversos compartimentos. Através deste novo sistema, pretende-se conservar a qualidade do ar interior e assegurar a minimização de eventuais patologias causadas por valores excessivos do teor de humidade no ar interior.

Os sistemas de ventilação mecânica permitem um melhor controlo das taxas de renovação de ar comparativamente com os sistemas de ventilação natural. O sistema utilizado neste edifício é conseguido pela admissão de ar através de aberturas na envolvente e extração de ar através de ventiladores localizados nos compartimentos de serviço, ou seja, cozinha e as instalações sanitárias, tratando-se de uma extração frequentemente descontínua.

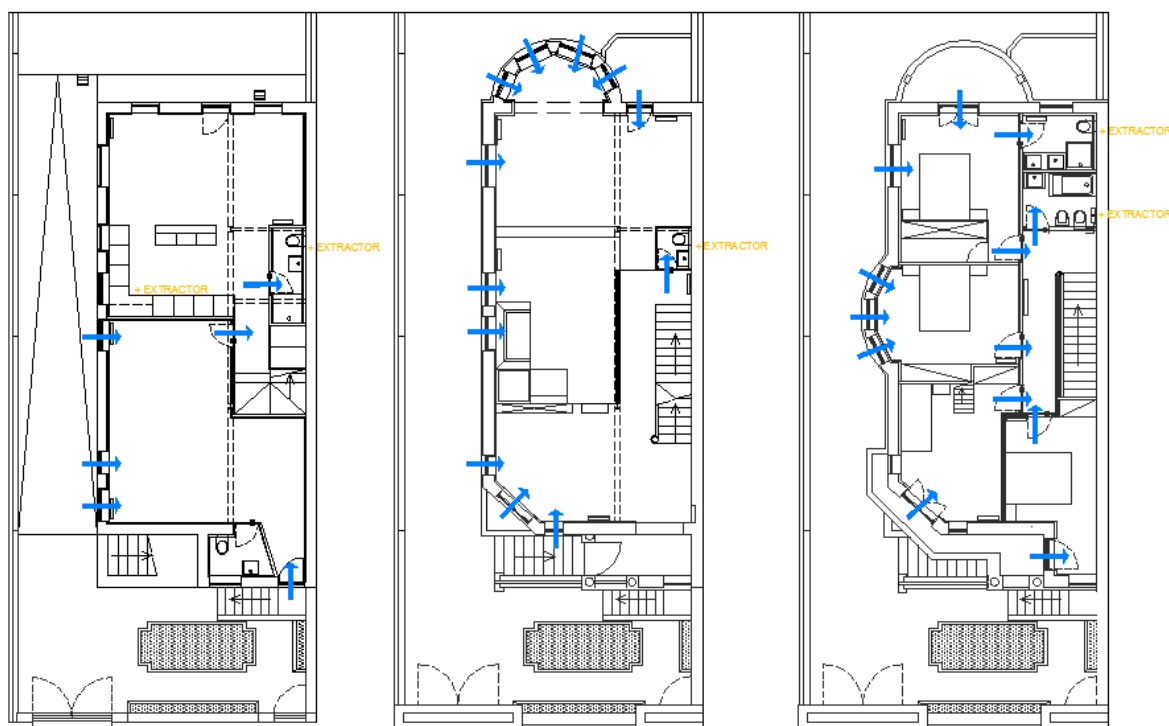


Fig. 58 – Esquema de ventilação da moradia

Para esta moradia foi considerado um sistema de ventilação conjunta, onde a admissão de ar é feita, como já referido, pelos compartimentos principais, através de aberturas diretas para o exterior e a exaustão, por sua vez é feita através de bocas de extração nos compartimentos de serviços, como pretende representar a Fig. 58.

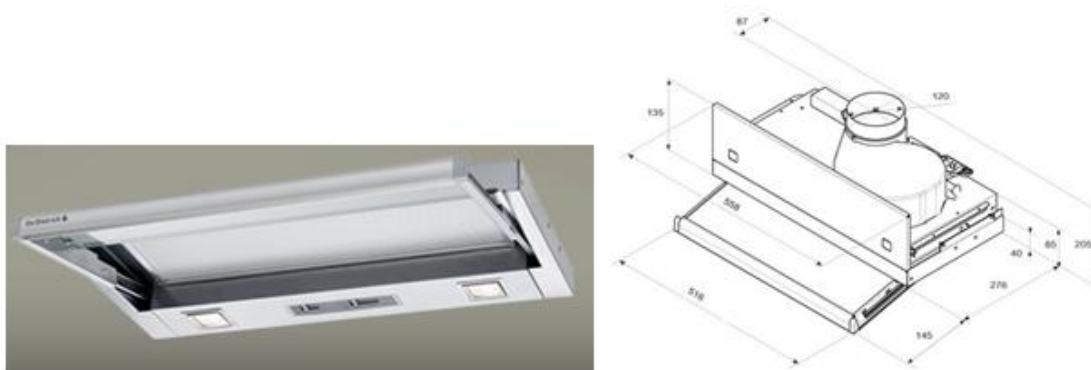


Fig. 59 – Equipamento de exaustão a instalar na cozinha

O equipamento de exaustão mecânica previsto para a cozinha é o representado na Fig. 59

3.7.3. IMPLICAÇÕES CONSTRUTIVAS

Os elementos destas instalações encontram-se no interior no edifício, sendo que as condutas de exaustão de ar, que se desenvolvem desde os compartimentos ao exterior, devem localizar-se no interior de um duto ventilado para o exterior.

Uma vez que a presente moradia não prevê esses elementos, a passagem das condutas atravessa outros elementos de construção, como paredes e lajes, devendo prever-se um correto percurso das mesmas, por forma a não interferir no funcionamento do sistema e a simultaneamente tornar possível a sua ocultação e proteção.

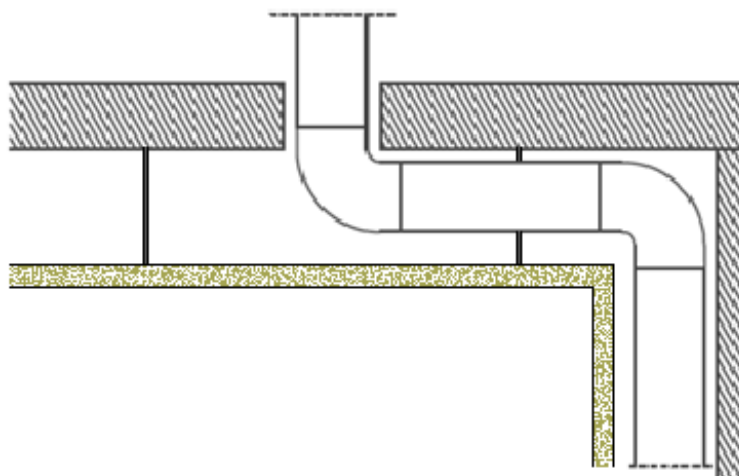


Fig. 60 – Ajustamento das condutas no atravessamento de lajes (adaptada de NP 1037-2)

O atravessamento das condutas entre as lajes e paredes deve ser realizado através de mangas de material rígido que se destinam a melhorar o acabamento do orifício de passagem. Os dispositivos para o suporte da conduta devem assegurar a sua fixação sem prejudicar a integridade da mesma (NP 1037-2).

A Fig. 61 e a Fig. 62 mostram partes da instalação de ventilação deste edifício, ao nível da cozinha e de uma das instalações sanitárias, respetivamente. À semelhança de todas as instalações que fazem parte deste edifício, as condutas de ventilação circulam na parte interior de tetos falsos e paredes de gesso cartonado. Em ambas as figuras, é possível verificar a extensão da instalação elétrica até estes pontos, da qual o funcionamento das instalações de ventilação mecânica, está diretamente dependente.

Para o edifício em causa, poderia também ser considerado e implementado um sistema de ventilação misto, onde a extração nas instalações sanitárias decorre de forma natural, obtendo-se, assim, uma redução dos consumos energéticos do edifício.



Fig. 61 – Tubo de instalação para exaustor de cozinha



Fig. 62 – Instalação de ventilação em instalação sanitária

3.8.INSTALAÇÃO SOLAR TÉRMICA

3.8.1. CONFIGURAÇÃO INICIAL

O edifício não estava dotado de qualquer tipo de instalação de aproveitamento solar ou de aproveitamento de qualquer outra energia renovável. A verdade é que o recurso a instalações de energias renováveis, particularmente a energia solar, é uma preocupação que tem vindo a crescer gradualmente, no entanto, é ainda muito recente, relativamente à data de construção da moradia. Só

nos últimos anos é que se tem vindo a assistir a um desenvolvimento da indústria na criação e aperfeiçoamento das estruturas de aproveitamento solar.

3.8.2. NOVA CONFIGURAÇÃO DA INSTALAÇÃO

O projeto de reabilitação da moradia prevê a conceção de uma pré-instalação para futura aplicação painéis solares térmicos. Ainda que, para cumprir as imposições legais de racionalização de consumos energéticos fosse obrigatória a aplicação destes painéis, o fato é que para esta moradia em particular, para esta medida, foi demonstrada a sua não viabilidade, ficando a sua aplicação no futuro em aberto.

De todo modo, na hipótese de virem a ser feitas futuras intervenções, foi executada uma pré-instalação, como um prolongamento das instalações de abastecimento de água (Fig. 63), ao longo da chaminé, elemento de passagem de tubagens verticais.



Fig. 63 – Esquema da pré-instalação para painéis solares térmicos

3.8.3. IMPLICAÇÕES CONSTRUTIVAS

Para receber os coletores solares, tanto o telhado como a cobertura da moradia devem ser preparados para esse efeito. Elementos como as telhas, ripas ou outros que eventualmente à data de inserção dos coletores estejam danificados, deverão ser substituídos. Também ao nível da estrutura, poderá ser necessário criar um reforço estrutural adequado para receber esses elementos de peso e dimensão significativos.

O recurso a coletores solares térmicos para aquecimento de água quente sanitária é obrigatório, com base de 1 m² de coletor por ocupante convencional previsto, podendo esse valor ser reduzido, para que não seja ultrapassada 50% da área total disponível da cobertura. O número de ocupantes de um edifício habitacional deverá ser definido, em conformidade com a metodologia de cálculo das necessidades nominais de energia para água quente sanitária, conforme descrita no RCCTE.

O método de cálculo acima referido, para edifícios residenciais, prevê que a determinação do número de ocupantes convencionais de cada fração será definida em função da sua tipologia. Assim, para a moradia em estudo, serão considerados 5 moradores, traduzindo-se numa área de 5m² de coletor.

Os coletores que incorporam este tipo de sistema devem situar-se de tal forma que, durante o período anual de utilização, aproveitem o máximo de radiação possível, devendo assumir então, uma orientação coincidente com o sul geográfico.

Para a moradia em causa, esses elementos devem ser adaptáveis a telhados inclinados e devem dispor de uma instalação de suporte por aparafusamento aos elementos estruturais da cobertura. Através da

remoção de algumas telhas, procuram-se pontos de fixação, como as vigas, às quais aparafusam-se os suportes/ganchos de telhado. A partir destes elementos dá-se o aparafusamento dos carris de montagem de coletores (Fig. 64) (Extraflame).

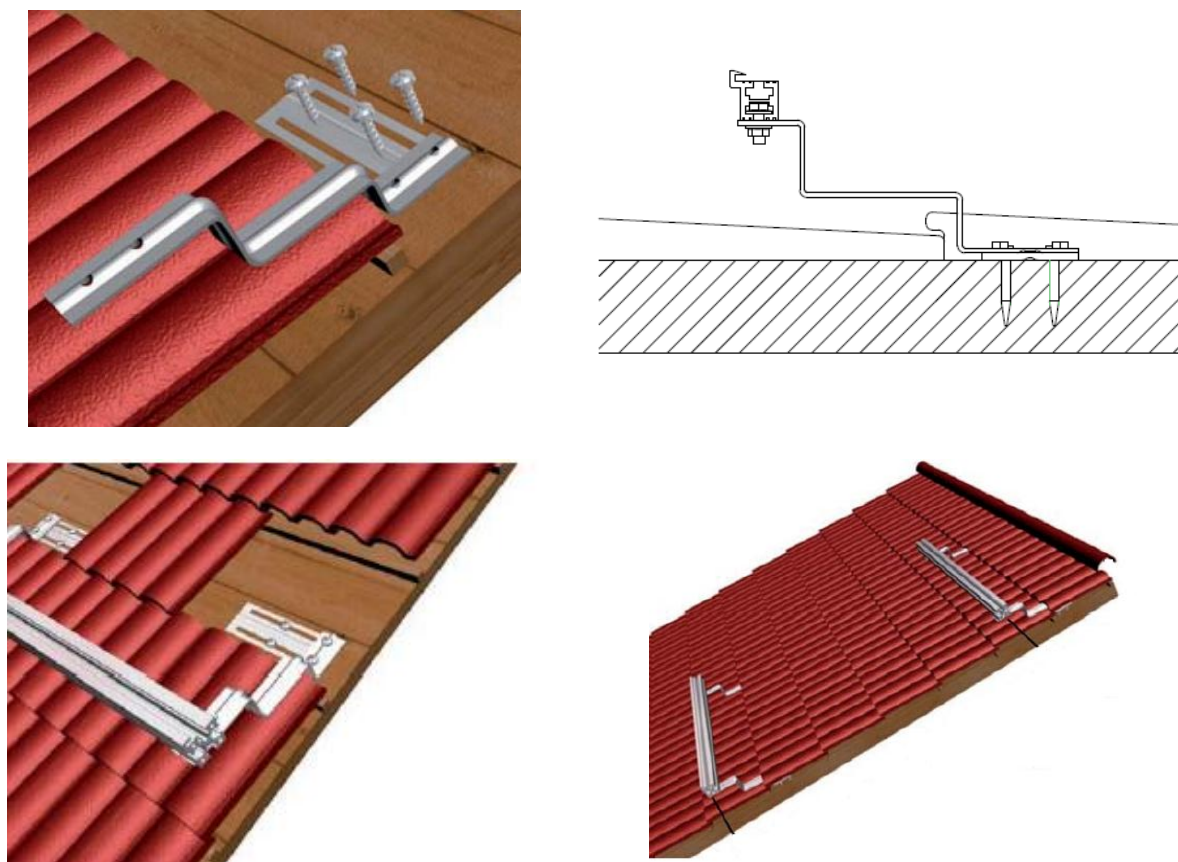


Fig. 64 – Fase de montagem de coletores solar em telhados inclinados (adaptada de Extraflame (2009))

Uma vez fixados os coletores, procede-se à ligação dos mesmos e faz-se o posicionamento das telhas de ventilação, as quais têm por objetivo facilitar o atravessamento de tubagens. Aos coletores ligam-se as tubagens de alimentação e retorno que são conduzidas para o interior do edifício, cujas perfurações resultantes devem ser reparadas devidamente.

Em espaços reduzidos, uma solução fácil de instalar e economicamente vantajosa é a aplicação de painéis de funcionamento por termossifão, os quais são normalmente utilizados em moradias unifamiliares. Esta é uma solução que não necessita de ligação elétrica, de grupo de circulação nem de centrais de controlo.

A Fig. 65, representa uma possível solução para a moradia, por sistema de termossifão. As soluções deste tipo encontram-se disponíveis com capacidade de 150, 200 e 300 litros, sendo esta última a recomendada para a moradia em estudo, com base no consumo diário definido em catálogo de 50 litros por habitante, valor ligeiramente superior ao definido no RCCTE, que refere um valor de 40 litros por habitante.



Fig. 65 – Sistema termossifão

A instalação solar térmica a inserir na moradia poderá, para além do sistema mencionado, ter um sistema de funcionamento por circulação forçada, sendo este um sistema com elevado nível de conforto e mais complexo que o anterior. Enquanto no sistema por termossifão os componentes da instalação são basicamente o coletor solar e o reservatório, neste sistema por circulação forçada, os componentes são para além dos coletores solares e do depósito de acumulação, o grupo de circulação e uma central de conforto como representado na Fig. 66.

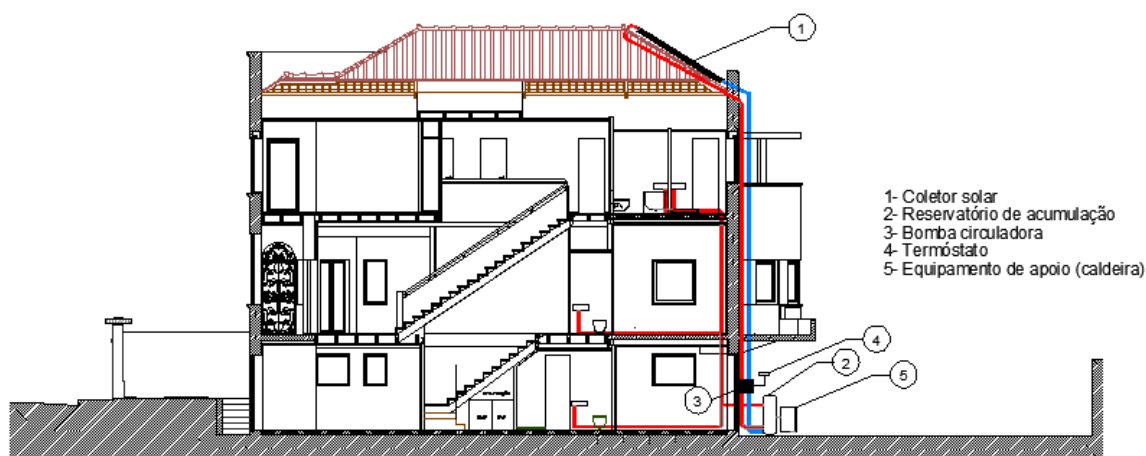


Fig. 66 – Representação do sistema solar por circulação forçada

O depósito de acumulação deverá ser selecionado, não só com base na sua capacidade, mas também de forma a ser compatível com o equipamento de energia auxiliar de apoio ao sistema solar, neste caso de estudo, a caldeira.

As características deste sistema e o seu funcionamento já foram descritos no capítulo 2.6, sendo que para a moradia em estudo, à exceção do coletor solar, todos os equipamentos deverão situar-se no compartimento técnico previsto, servindo mais uma vez a chaminé como elemento de passagem verticais de tubagens.

A aplicação de sistemas solares em edifícios reabilitados é uma prática que suscita ainda algumas dúvidas. Os próprios requisitos definidos pelo RCCTE têm gerado discussão, no que se refere à fixação das áreas de captação em função dos habitantes de determinado edifício.

Atendendo que a captação é em função de uma série de fatores de carácter variável, como a radiação solar, a latitude e a orientação, há autores que defendem que este valor não deve ser fixo, mas sim definido em função da energia por habitante, assim como, deve ser possível adaptar a área do coletor às suas próprias características.

Segundo Miranda (2008), para edifícios unifamiliares, é possível reduzir a área de coletor solar em cerca de 50% relativamente aos requisitos definidos no RCCTE, e conseqüentemente, verifica-se uma diminuição dos custos iniciais e um melhoramento da eficiência e produtividade dos coletores.

Com aquela simulação, verificou-se nos meses de verão um aproveitamento energético em cerca de 100% e, apesar da fração solar diminuir com a redução da área de captação, esta ainda se mantém dentro de parâmetros aceitáveis. A produtividade dos coletores aumenta em percentagens de cerca de 70%, com elevados valores de energia solar.

3.9. INSTALAÇÃO ELÉTRICA

3.9.1. CONFIGURAÇÃO INICIAL

As instalações elétricas têm um tempo de utilização limitado, que pode ser condicionado pelo desgaste natural ou pela mudança dos hábitos e necessidades dos moradores.

Muitas instalações elétricas de edifícios antigos foram concebidas sem qualquer tipo de projeto, na medida em que se pretendia apenas assegurar as necessidades básicas dos utilizadores. Mas com a crescente exigência de consumos de energia elétrica para os mais diversos equipamentos e sistemas, face à qual as instalações existentes não estão preparadas, torna-se necessário rever as conceções das instalações existentes.



Fig. 67 – Distribuição da instalação elétrica



Fig. 68 – Quadro antigo

Nesta habitação a rede elétrica será totalmente substituída e redimensionada em função dos novos equipamentos e sistemas a instalar. Para além de satisfazer as novas necessidades de consumo, a

conceção da instalação deverá procurar alcançar uma maior eficiência energética, uma acrescida segurança dos utilizadores e o cumprimento integral das novas disposições regulamentares.

Pela Fig. 67 e Fig. 68, é possível verificar alguns dos componentes da antiga instalação elétrica. Na Fig. 67 a distribuição dos cabos elétricos pelas lajes e na Fig. 68, um dos dois quadros existentes na moradia.

As anomalias que mais frequentemente se verificam nestas instalações são as resultantes de erros de dimensionamento, nomeadamente, na ocorrência de sobrecargas e degradação de componentes, bem como as resultantes de falhas ao nível da segurança e proteção dos moradores (Paiva, Aguiar et al, 2006).

3.9.2. NOVA CONFIGURAÇÃO DA INSTALAÇÃO

O princípio de funcionamento desta instalação mantém-se, a energia é distribuída a partir do quadro elétrico até todos os pontos onde é necessária a chegada de energia, nomeadamente, tomadas, interruptores, pontos de iluminação interior e exterior, sensores, motores elétricos de portões, extratores, entre outros.

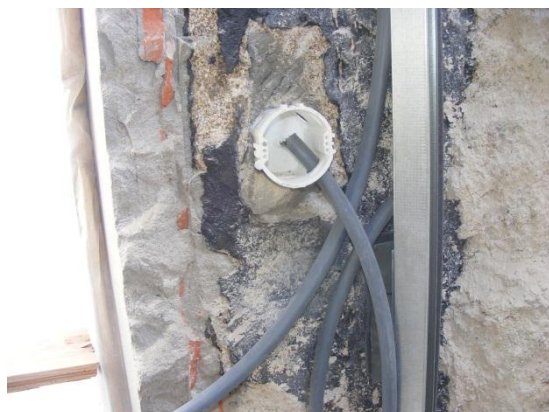


Fig. 69 – Nova tomada



Fig. 70 – Nova tomada

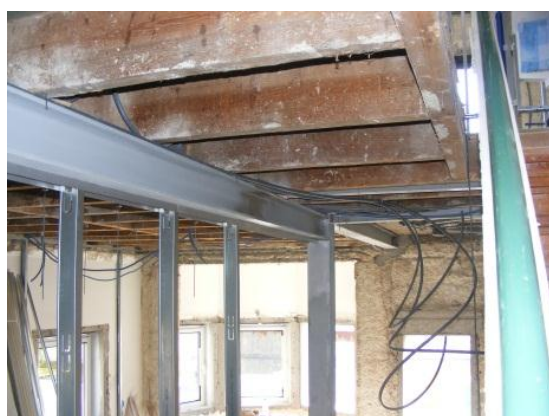


Fig. 71 – Distribuição da instalação elétrica

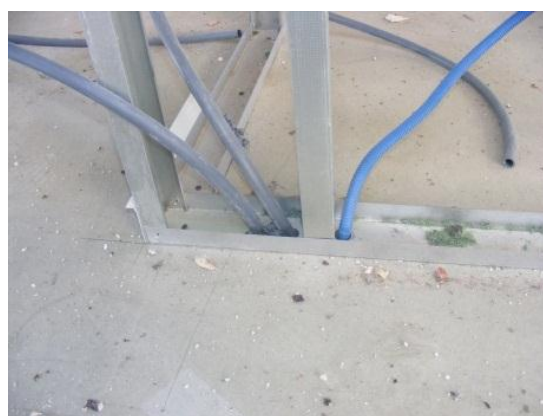


Fig. 72 – Distribuição no interior de paredes

Em consequência da nova compartimentação de que a moradia será objeto, e da crescente necessidade por parte dos utilizadores neste setor, está prevista a instalação de mais tomadas, Fig. 69 e Fig. 70.

A forma como os cabos elétricos se distribuem na moradia pode ser feita de diversas formas, isto é, junto de paredes exteriores, Fig. 69 e Fig. 70, suspensa nos tetos, Fig. 71, ou nas paredes divisórias, Fig. 72.

3.9.3. IMPLICAÇÕES CONSTRUTIVAS

As instalações elétricas num projeto de reabilitação de um edifício antigo, atendendo às suas dimensões mais reduzidas, acarretam, em princípio, menores dificuldades na sua implementação comparativamente com às instalações de abastecimento ou drenagem de águas. O enquadramento destas instalações, devido às suas características, não representa dificuldades extraordinárias, no entanto, deve-se ter em atenção a escolha da localização de elementos que ocupem mais espaço, nomeadamente os quadros elétricos.

A forma como a distribuição desta instalação é feita na moradia é viável, na medida em que foram adotadas em projeto algumas características construtivas, entre as quais, os tetos falsos que permitem ocultar os tubos condutores elétricos suspensos nas lajes de madeira, as paredes divisórias em gesso cartonado que permitem a circulação no interior destas, e ainda a parede falsa em pladur que permite a ocultação e a inserção de vários dispositivos da instalação.

Ainda que as paredes em gesso cartonado já estivessem sido previstas para ocultar componentes de outras instalações, possivelmente, foi necessária a criação de mais paredes, para a implementação desta instalação.

Uma vez que os componentes desta instalação se distribuem, em grande parte, através de elementos em madeira, poderá ser necessário fazer um reforço ao nível da segurança da instalação, por forma a evitar a ocorrência de disfunções, que como consequência ponham em causa esses elementos.

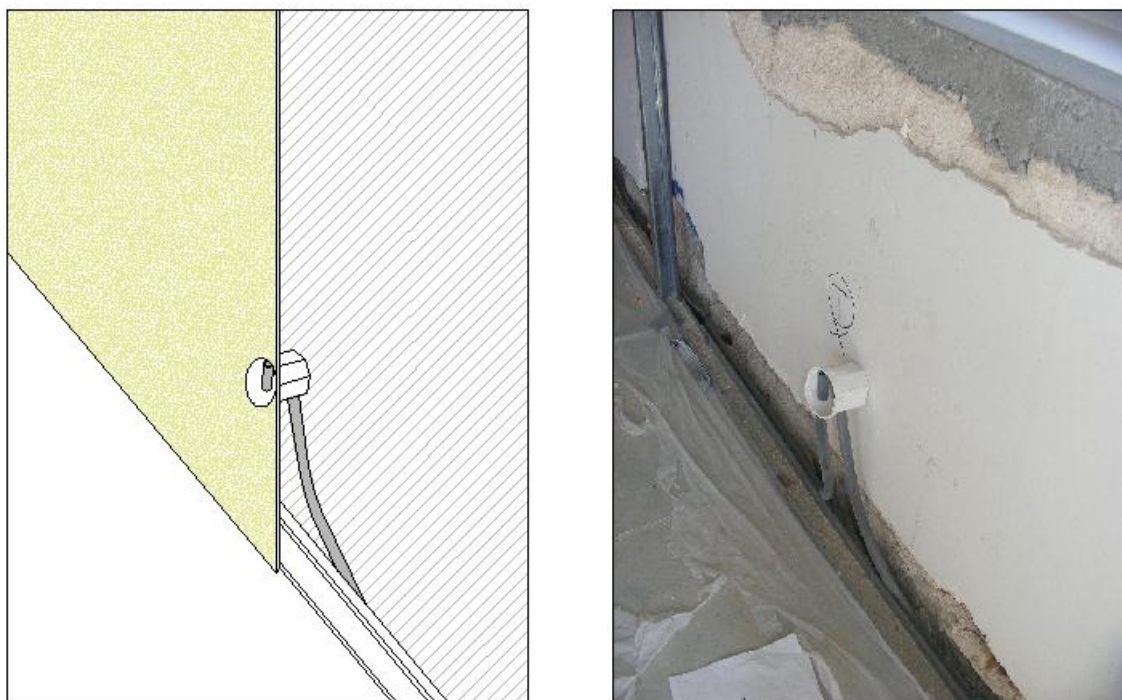


Fig. 73 – Construção de paredes em gesso cartonado

4

REABILITAÇÃO DE UM EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO COLETIVA

4.1. NOTA INTRODUTÓRIA

Com o passar do tempo, todos os edifícios vão-se deteriorando, quer por razões de ordem natural, que progressivamente vão provocando o fim da vida útil de um edifício, quer por razões relacionadas com falhas de qualidade no processo construtivo, que potenciam o aparecimento de patologias de forma mais acelerada (Rodrigues e Afonso, 2007).

Quer as razões relacionadas com o fim de vida útil dos sistemas de um edifício, quer o aparecimento de patologias, são fatores potenciadores de operações de reabilitação. Por outro lado, as intervenções de reabilitação também podem estar diretamente relacionadas com eventuais alterações regulamentares ou com aparecimento de novas necessidades e exigências dos utilizadores. Todas as ideias anteriormente descritas são extensivas às instalações técnicas de um edifício, como parte integrante do mesmo.

Com este capítulo, pretende-se, a partir das características e dados referentes a um edifício de habitação coletiva de construção recente, descrito nos subcapítulos 4.2 e 4.3, fazer uma avaliação dos custos na reabilitação de três edifícios sob o ponto de vista das instalações de distribuição e drenagem de água, com datas de construção variável, ao longo da última metade do século passado. Ou seja, edifícios com diferentes idades apresentam diferentes características e, conseqüentemente, estados de degradação diferentes, logo, a quantidade e tipologia das operações de reabilitação serão diferentes, assim como os respetivos custos associados.

Para além da análise económica das operações de reabilitação nos edifícios com diferentes datas, pretende-se, ainda, neste capítulo avaliar quais as intervenções necessárias no edifício de referência em estudo, supondo que esse edifício seria reabilitado no presente ano.

Um edifício multifamiliar representa, de uma forma geral, uma complexidade acrescida relativamente a um edifício de habitação unifamiliar, pelo que o conjunto das instalações aqui a tratar será mais restrito, relativamente ao caso de estudo da moradia unifamiliar.

A análise económica pretendida para este capítulo tem por objeto um edifício de habitação coletiva, cuja descrição geral e ao nível das respetivas instalações será feita neste capítulo. A referida análise tem ainda por base a informação contida nos marcos da evolução histórica destas instalações, definidos nos subcapítulos 2.2, 2.3 e 2.4.

4.2.DESCRICÃO GERAL DO EDIFÍCIO

O edifício referência que será objeto das análises pretendidas para este capítulo, é um edifício de habitação multifamiliar recente, construído em 2005 e localiza-se na cidade do Porto.

Este edifício é constituído por rés do chão, cinco pisos elevados destinados a habitação, e dois pisos subterrâneos destinados a estacionamento de viaturas e à criação de zonas de apoio às instalações técnicas. Este dispõe de três entradas distintas ao nível do rés do chão, cada uma com os seus próprios meios de acessibilidade vertical, sem ligação com as restantes, em todo o corpo do edifício, criando-se assim, para cada entrada, ao nível do rés do chão e dos restantes cinco andares elevados, um bloco autónomo e isolado. Estas três partes em que se divide o edifício, fazem ligação às caves também de forma individual, contudo, as caves funcionam como uma fração única, ampla, sendo comum e acessível a todo o edifício.

O edifício dispõe de apartamentos com tipologia desde T1 a T4, sendo que, para efeitos de dimensionamento e de conceção das instalações existe para cada género, um fogo tipo, a partir do qual o seu dimensionamento se estende a todo o edifício. O edifício na sua totalidade apresenta quarenta e oito habitações, das quais dezoito pertencem o bloco nascente, outras dezoito ao bloco poente e doze ao bloco intermédio.

4.3.DESCRICÃO DAS INSTALAÇÕES DE DISTRIBUIÇÃO E DRENAGEM DE ÁGUA

Por forma a sistematizar o trabalho aqui desenvolvido, entre as instalações presentes neste edifício, serão apenas tratadas neste capítulo as instalações de distribuição de água e drenagem de água doméstica e pluvial. Estas instalações aqui em destaque representam, não só, um elemento construtivo de grande relevância, em termos de conceção e inserção num edifício, como também, assumem um papel preponderante na origem de problemas em edifícios, mesmo tratando-se de construções recentes.

No âmbito do objetivo deste capítulo, é importante salientar que as instalações atrás destacadas são uma das principais causas de problemas em edifícios no nosso país, pois, embora não seja conhecida uma percentagem certa atribuída a erros e defeitos na conceção e/ou construção destas instalações, existe uma estimativa de que aquelas estejam na base de mais de 90% dos problemas detetados em edifícios (Rodrigues e Afonso, 2007).

As instalações de distribuição e de drenagem neste edifício, como se verifica em grande parte da edificação atual, estabelecem ligação às infraestruturas públicas, respetivamente, de abastecimento e drenagem. Os seus projetos foram concebidos, em conformidade com o regulamento geral dos sistemas públicos e prediais de distribuição de água e de drenagem de águas residuais, e conformidade com o regulamento dos sistemas públicos e prediais de distribuição de água e de drenagem de águas residuais domésticas dos serviços municipalizado de água e saneamento da câmara municipal do Porto.

4.3.1. INSTALAÇÃO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

4.3.1.1.Descrição da rede

A instalação de abastecimento de água do edifício parte da rede pública, e a sua entrada é feita no edifício, com tubagem enterrada em PVC 10 classe 1.0 MPa, ao nível do rés-do-chão.

O sistema de abastecimento utilizado é indireto, uma vez que a rede pública não apresenta as condições suficientes de pressão para satisfazer as necessidades dos utilizadores do edifício. Assim, a

água é conduzida ao reservatório que se encontra na cave -2 do edifício, a partir do qual se inicia a rede de distribuição de água. Tanto o ramal de introdução da rede como o ramal de adução ao reservatório são em tubagem de PVC 10 classe 1.0 MPa.

A água atinge o nível do reservatório através do respetivo ramal de adução e através da coluna piezométrica, com passagem, por uma courette destinada a este mesmo fim, situada junto à zona de elevadores e da caixa de escadas, Fig. 74.

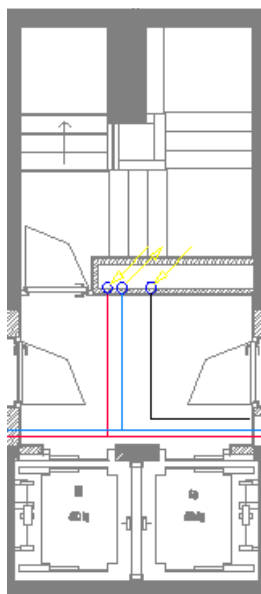


Fig. 74 – Courette de passagem de colunas

No local da entrada de água no edifício, devem ser colocados os contadores, em nichos criados para a sua arrumação. Esses contadores procedem à medição do caudal de água total que entra no edifício e é conduzida para o reservatório, e do caudal que entra no edifício para utilizar em zonas comuns.

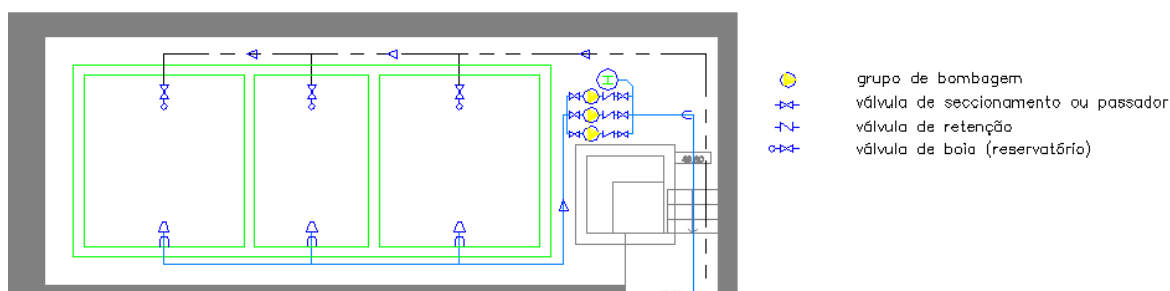


Fig. 75 – Reservatório para abastecimento de água ao edifício

O reservatório encontra-se implantado num compartimento isolado, como pretende representar a Fig. 75, é construído em betão armado, e constituído por três células. O seu dimensionamento é em função da captação e do número de habitantes para cada bloco do edifício, de acordo com os valores estipulados pela legislação. No dimensionamento deste elemento, deverá ainda prever-se uma reserva para garantir o abastecimento de água durante vinte e quatro horas, caso decorram falhas na rede.

A partir desse reservatório, a água atinge cotas superiores, devido à intervenção do grupo hidropressor, constituído por três eletrobombas. A condução da água desde o reservatório até a coluna montante é feita através de tubagens que se distribuem de forma suspensa em tetos ou embutidas em paredes. Por sua vez a referida coluna montante, que se encontra em courette própria junto da coluna de adução ao reservatório, é então responsável pela distribuição da água a todos os andares elevados, onde se encontram os contadores individuais de cada habitação.

ESQUEMA DE POSICIONAMENTO DOS CONTADORES

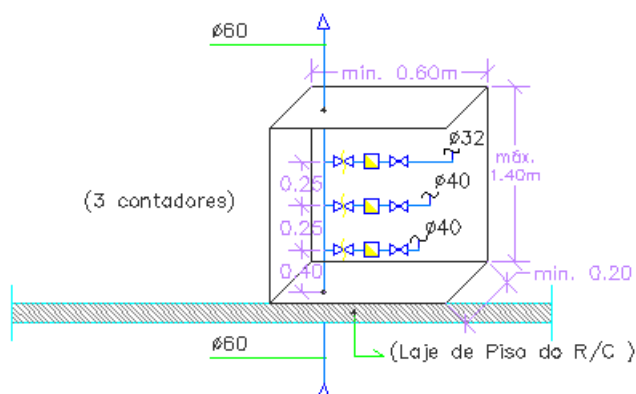


Fig. 76 – Esquema dos contadores por andar

Os contadores individuais encontram-se em cada andar, ao nível do patamar dos elevadores, em locais próprios destinados à sua inserção e ocultação, tal como sucede com os contadores gerais ao nível do rés do chão. Para um bloco deste edifício, com três fogos por andar, o pormenor do posicionamento dos contadores encontra-se representado na Fig. 76. Para o “bloco” intermédio deste edifício, existem por andar apenas dois fogos, logo, consequentemente, apenas dois contadores.

Dentro de cada uma das habitações, a água fria é distribuída a todos os dispositivos de utilização, incluindo ao equipamento responsável pela produção de água quente, que neste edifício trata-se do esquentador a gás. A distribuição das tubagens de água quente é feita de forma paralela à da água fria até aos dispositivos que necessitem do seu uso.

As tubagens, quer na rede de distribuição em zonas comuns, quer nas redes de distribuição de água fria e quente no interior das habitações, são essencialmente do tipo multicamada, este material que apresenta as características e vantagens já descritas no capítulo 2.8.

A Fig. 77, representa a distribuição da rede de água quente numa das habitações do tipo T1, deste edifício. A água aquecida pelo esquentador distribui-se até aos dispositivos de utilização de água quente, nomeadamente, neste caso concreto, à pia lava-loiça, banheira, lavatório e bidé.

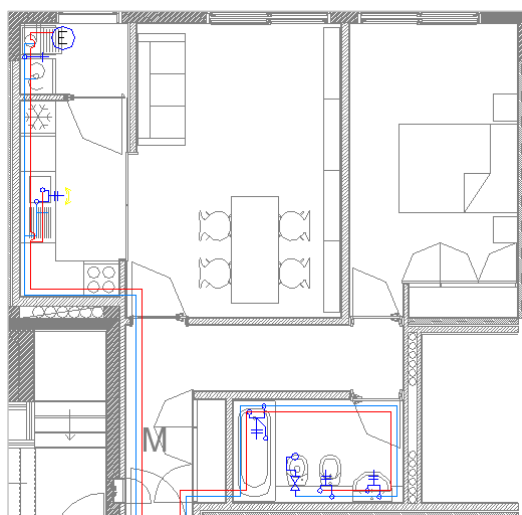


Fig. 77 – Distribuição da rede de água quente numa das habitações do edifício do tipo T1

Para além do abastecimento de água aos dispositivos de utilização das instalações sanitárias e cozinhas, a rede de distribuição deverá também estender-se aos pontos de utilização em zonas comuns, como torneiras para rega ou lavagem de zonas comuns, localizadas ao nível das caves e rés do chão.

4.3.1.2 Custos associados à rede

Os principais custos associados a esta rede são os que constam no Quadro 23, valores estes que foram retirados do orçamento do edifício relativamente à rede de distribuição de água. De acordo com as parcelas apresentadas, o custo total desta rede tem o valor de 106 441,50 euros.

Quadro 23 – Custos associados à rede de distribuição de água

Descrição de atividade	Preço (Euros)
1- Fornecimento e montagem de tubo PVC 10 classe 1,0MPa, nos ramais de alimentação ao edifício (Ø 63 mm)	200,00
2- Fornecimento e montagem de tubo aço inoxidável AISI 316 na rede de distribuição interior de água (Ø 80mm)	7 820,00
3- Fornecimento e montagem tubo de parede tricomposta na distribuição interior de água (Ø 16; 20; 26; 32; 40 e 60 mm)	67 901,50
4- Fornecimento e montagem de válvulas de seccionamento	10 520,00
5- Grupo de bombagem incluindo acessórios	20 000,00

4.3.2. INSTALAÇÃO DE DRENAGEM DE ÁGUAS DOMÉSTICAS

4.3.2.1. Descrição da rede

A instalação de drenagem de água residual doméstica inicia-se em cada dispositivo de utilização. As águas recolhidas são conduzidas pelo ramal de descarga até às caixas de pavimento, onde se juntam as águas de todos os dispositivos, as quais seguem posteriormente, num só ramal para um tubo de queda.

Devido a imposições regulamentares, o sistema de drenagem é separativo, ou seja, a água de drenagem das bacias de retrete não é conduzida a uma caixa de pavimento, mas sim diretamente a um tubo de queda, este diferente do tubo de queda dos restantes dispositivos (designado por tubo de queda de águas de sabão). Os tubos de queda descem ao longo de todo o edifício, pelas courettes prevista a este fim.

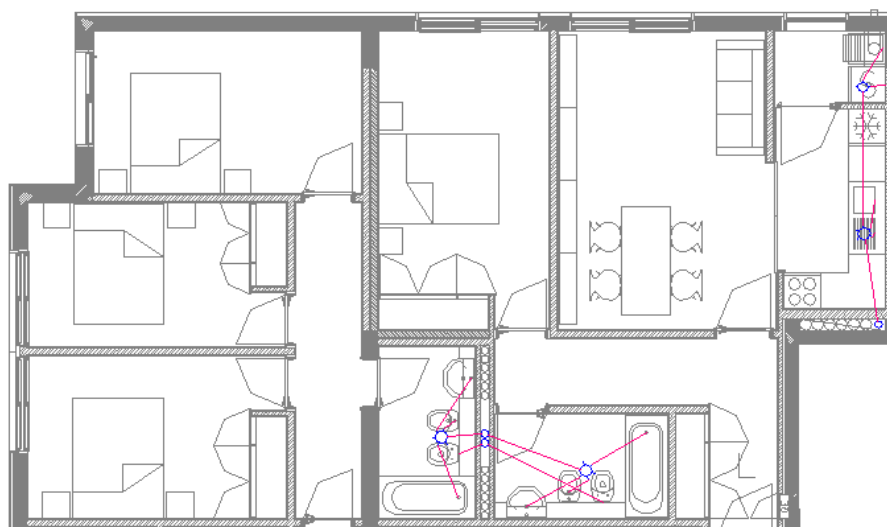


Fig. 78 – Sistema de drenagem de um apartamento do tipo T4

Este sistema de drenagem, como exemplifica a Fig. 78, é idêntico em todos os fogos de todos os pisos elevados do edifício, onde é possível observar a separação da drenagem dos dispositivos de água de sabão, que são conduzidos a um determinado tubo de queda, dos dispositivos de águas negras, que são conduzidos a um tubo de queda independente.

Algumas das courettes previstas na arquitetura deste edifício, destinadas à descida dos tubos de queda de esgoto, têm localização bastante afastada dos dispositivos a drenar, sendo, assim necessário, prever camadas de enchimento dos pavimentos com espessuras relativamente elevadas, por forma a garantir o recobrimento e proteção dos ramais que assumem inclinações maiores.

Os diversos tubos de queda utilizados na drenagem destes dispositivos são, na sua base, conduzidos a coletores que se distribuem de forma suspensa no teto da cave -1. Os tubos de queda estendem-se ainda até a cobertura do edifício, por forma a garantir as condições de ventilação da rede de drenagem de águas domésticas. Existem, contudo, troços de coletores, que não têm tubos de queda associados, pelo que é necessário acrescentar tubos de ventilação secundária, também estes prolongados até a cobertura, tal como o exemplo representado na Fig. 79, TV4. A passagem destes elementos até a cobertura enquadra-se também nas courettes do edifício.

Os troços de rede com a necessidade de tubos de ventilação são aqueles que resultam da drenagem dos dispositivos do rés-do-chão, que é feita diretamente para o piso inferior, ou seja, à cave -1, drenagem essa que é feita sem recurso a tubos de queda.

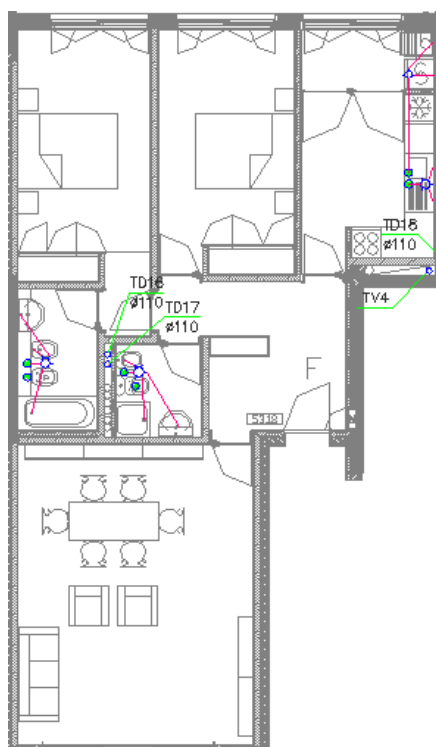


Fig. 79 – Sistema de drenagem de um apartamento do tipo T2 ao nível do rés-do-chão

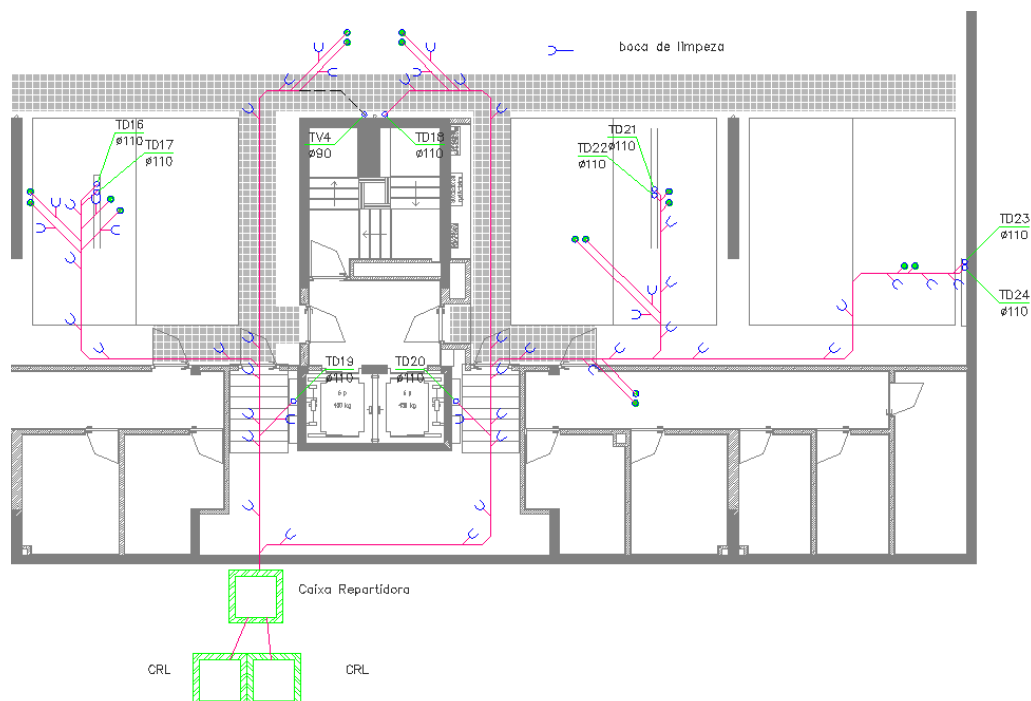


Fig. 80 – Sistema de coletores de drenagem de águas doméstica ao nível do teto da cave -1 para uma das entradas

Pelas características que o edifício apresenta, no que se refere mais concretamente às suas três entradas, verifica-se que existem, três ramais de ligação à rede pública de drenagem. Os coletores suspensos no teto da cave, fazem a ligação a rede pública de drenagem de forma independente. A Fig. 80, mostra o projeto da rede de drenagem de um dos três blocos. Os coletores são implementados de acordo com a inclinação mínima regulamentar, para evitar implicações com o pé direito da cave, sendo inseridos nestes, bocas de limpeza, para garantir se necessárias, operações de inspeção e limpeza.

Para que esta instalação se enquadre dentro dos valores regulamentares ao nível dos diâmetros estabelecidos para o ramal de ligação a rede pública, foi necessário proceder-se a uma repartição de caudais por duas caixas de ramal de ligação.

Os materiais utilizados nesta instalação são o PVC rígido, com exceção dos ramais de descarga dos equipamentos das cozinhas, designadamente, a pias lava loiça e as máquinas de lavar, nos quais são utilizados tubos e acessórios em polipropileno, devido às fragilidades que o PVC apresenta a elevadas temperaturas (capítulo 2.8).

As caixas de visita, caixas repartidoras e caixas ramal de ligação são executadas em alvenaria hidráulica de tijolo maciço, e as tampas são executadas em ferro fundido.

4.3.2.2. Custos associados à rede

Os principais custos associados à rede de drenagem de águas domésticas são aqueles que constam no Quadro 24, valores estes que foram extraídos do orçamento deste edifício, apresentando de acordo com as parcelas descritas, um custo total de 32 864,35 euros para esta rede de drenagem.

Quadro 24 – Custos associados à rede de drenagem de águas domésticas

Descrição de atividade	Preço (Euros)
1- Fornecimento e montagem de tubo PVC 10, classe 0,4 MPa em tubos de queda (Ø 90 e 110 mm)	12 024,00
2- Fornecimento e montagem de tubo PVC 10 classe 0,4 MPa em ramais de descarga (Ø 40; 75 e 90 mm)	6 193,50
3- Fornecimento e montagem de tubo PVC 10, classe 0,4 MPa em coletores (Ø 75; 90; 125; 140; 160 e 200mm)	5 935,97
4- Fornecimento e montagem de caixas de pavimento em PVC 10 com tampa de latão cromado	4 031,96
5- Fornecimento e montagem de bocas de limpeza em PVC 10 com tampa de latão cromado	1 536,48
6- Execução de caixas de visita em alvenaria de tijolo, com tampa de ferro fundido	897,84
7- Execução de caixas ramal de ligação em alvenaria de tijolo, com tampa de ferro fundido	2 244,60

4.3.3. INSTALAÇÃO DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

4.3.3.1. Descrição da rede

Como já foi descrito em subcapítulos anteriores, as instalações de águas residuais pluviais, tem como objetivo a drenagem das águas da chuva, daí que a sua conceção se inicie ao nível da cobertura. Mas, para além destas águas, esta instalação é também responsável pela drenagem de águas resultantes de lavagens de garagens ou de drenagem do subsolo. Assim, a inserção desta instalação neste edifício, tem início na cobertura e prolongar-se até ao nível da cave -2.

Ao nível da cobertura, atendendo às características que a mesma apresenta, as caleiras que recebem as águas pluviais têm a configuração representada na Fig. 81, representando as setas o sentido do escoamento. Na rede de drenagem de águas pluviais é utilizada tubagem em PVC 10, classe 0,6 MPa.

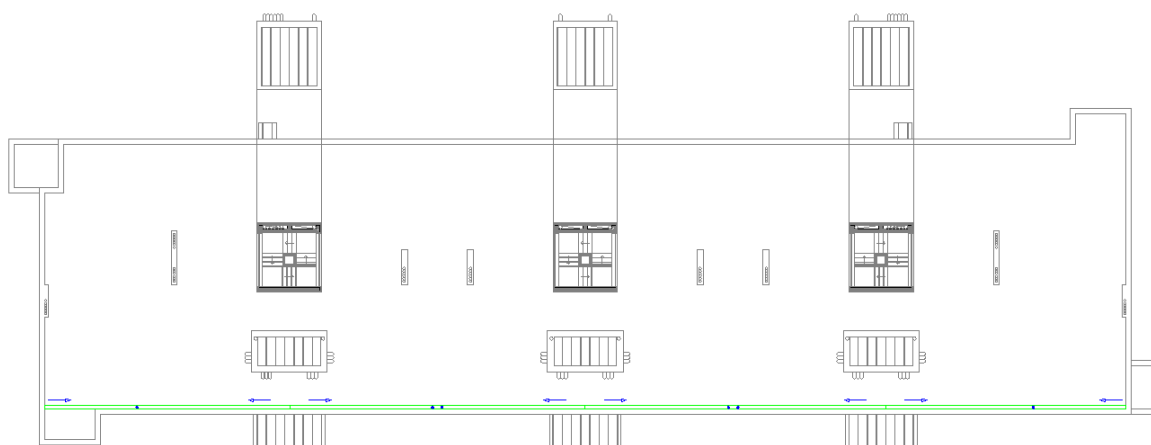


Fig. 81 – Componentes da drenagem de água pluvial ao nível da cobertura

A partir das referidas caleiras, a água é escoada até aos seis tubos de queda pluviais, cuja passagem vertical ao longo de todo o edifício, se dá pelo interior do mesmo de forma oculta, em courettes existentes para este efeito, como se visualiza pela Fig. 82, os tubos de queda pluviais (TP2 e TP3).

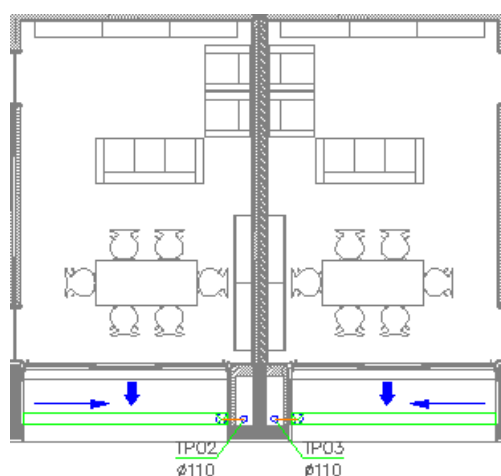


Fig. 82 – Drenagem de águas em varandas

Atendendo à localização que estes tubos de queda pluviais assumem no edifício, é possível que a condução das águas drenadas nas varandas seja feita em todos os andares, através desses mesmos tubos de queda, como representa a Fig. 82.

A passagem da água do exterior para o tubo de queda é feita pelo ralo de pavimento, previsto em todas as varandas, por forma, a impedir a passagem de lixos de maior volume para o interior da rede. Este dispositivo deve ter uma dimensão adequada e uma abertura e solidez que garantam a sua eficácia.

Ao nível do rés-do-chão, a posição dos tubos de queda provenientes dos andares elevados mantêm-se, contudo, devido à diferente configuração, ao nível da arquitetura, deste andar relativamente aos superiores, há necessidade de acrescentar dois novos tubos de queda que são também conduzidos até ao teto da cave -1, onde de forma suspensa são levados às caixas de ramal de ligação, que fazem ligação com a rede pública, Fig. 83.

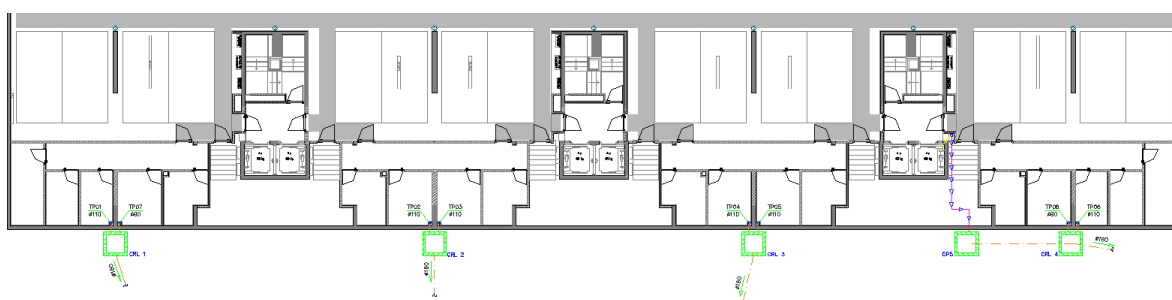


Fig. 83 – Ligação dos tubos de queda de águas pluviais à rede pública pelas caixas ramal de ligação.

A drenagem das águas pluviais da cave -2 e da cave -1 é feita pela elevação destas águas até ao teto da cave -1, através de uma tubagem suspensa sobre pressão, com origem na caixa de recolha de águas pluviais, localizada ao nível da cave -2, onde se inserem duas bombas submersíveis.

Existem ainda neste edifício, ao nível do rés-do-chão, pátios com necessidades de drenagem, sendo esta ligada diretamente a rede pública, somente pela interseção de caixas ramal de ligação, Fig. 84.

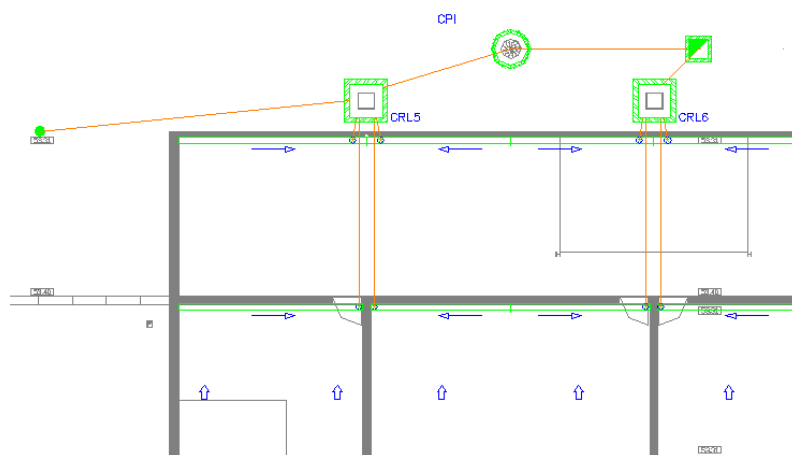


Fig. 84 – Drenagem de pátios ao nível do rés-do-chão

A instalação de drenagem de águas pluviais deste edifício integra no seu funcionamento, um separador de hidrocarbonetos, este elemento que se destina à separação e à retenção de lamas e dos líquidos leves (hidrocarbonetos) contido nas águas de drenagem das zonas de estacionamento do edifício.

4.3.3.2.Custos associados à rede

Os principais custos associados à rede de drenagem de águas pluviais são os discriminados no Quadro 25. De acordo com estas parcelas extraídas do orçamento deste edifício, a execução desta rede tem o custo total de 64 710,98 euros.

Quadro 25 – Custos associados à rede de drenagem de águas pluviais

Descrição da atividade	Preço (Euros)
1- Fornecimento e montagem de tubo de PVC10, classe 0,6 MPa em tubos de queda (Ø 90 e 110 mm)	3 780,00
2- Fornecimento e montagem de tubo de PVC10, classe 0,6 MPa em ramais de ligação e coletores prediais (Ø 90; 110 e 200mm)	10 560,00
3- Fornecimento e montagem de tubo de ferro fundido centrifugado em tubos de queda proveniente das bombas elevatórias (Ø 110 mm)	1 540,00
4- Fornecimento e montagem de ralos de pinha	179,60
5- Fornecimento e montagem de tubo de PVC 10, corrugado e furado na rede de drenos inferiores (Ø 100 mm)	11 010,00
6- Fornecimento e montagem de caleiras pré fabricadas, com pendente interior e grelha em ferro galvanizado	10 724,20
7- Execução de caixas de nó cego em alvenaria de tijolo	598,56
8- Execução de caixas de visita em alvenaria de tijolo com tampa em ferro fundido	2 693,52
9- Execução de caixas de areia em alvenaria de tijolo, com tampa metálica	2 000,00
10- Execução de caixa ramal de ligação em alvenaria de tijolo, com tampa de ferro fundido.	4 115,10
11- Ralos em PVC, quadrados	510,00
12- Sistema elevatório, de águas residuais pluviais composto por duas bombas	13 000,00
13- Separador de hidrocarbonetos	4 000,00

4.4. ANÁLISE DE CUSTOS DE REABILITAÇÃO AO NÍVEL DAS INSTALAÇÕES

No que se refere a intervenções de reabilitação nas instalações de distribuição e drenagem de água, independentemente do motivo que as origina, deve ter-se previamente conhecimento do tipo de material das tubagens e as características da água que transportam, para que, na sua substituição, a seleção de novos materiais e equipamentos seja adequada e compatível com os existentes. Daqui,

surge a importância do conhecimento da evolução dos materiais que constituíram estas instalações ao longo do tempo.

Para a pretendida análise neste capítulo dos custos de reabilitação, consideram-se três edifícios com datas de construção distintas, um com data de 1960, outro com data de 1980 e ainda outro com data 1990, sendo que a sua caracterização ao nível das instalações é feita com base na respetiva evolução tecnológica, conforme descrito no capítulo 2 do presente trabalho. As intervenções de reabilitação consideradas nestes edifícios, no ano de 2005, são definidas em função da evolução dos materiais que constituem a rede, do tempo de vida útil desses e doutros elementos complementares e acessórios.

Para o tipo de edifício em estudo, pelas considerações do subcapítulo 2.8 e atendendo ao tempo mínimo de vida útil previsto para as instalações, estima-se como tempo de serviço das instalações aqui tratadas de 25 anos.

4.4.1. DESCRIÇÃO DAS INTERVENÇÕES

Para os edifícios a considerar neste capítulo, definem-se as principais intervenções, tal como representado no Quadro 26, onde é feita uma correspondência entre os edifícios e as principais intervenções de reabilitação, estas com descrição na Fig. 85.

Quadro 26 – Correspondência entre edifícios e as principais intervenções

Data	Intervenções						
	Tubagem distribuição de água	Tubagem drenagem doméstica	Tubagem drenagem pluvial	Grupo de bombagem de água	Sistema elevatório de drenagem	Caixas drenagem	Separador de hidrocarbonatos
1960	x	x	x	x	x	x	x
1980	x	x	x	x	x		x
1990				x			

Um edifício com data de construção em 1960, ou seja, com 45 anos de idade no ano de 2005, em termos teóricos, chegou ao fim de vida útil dos seus sistemas, pelo que, uma vez submetido a um processo de reabilitação ao nível das suas instalações, deverá proceder-se à substituição, quer das tubagens de distribuição e de drenagem, quer dos componentes que constituem estas instalações.

Quando se pretende reabilitar um edifício com uma data de construção mais recente, isto é 1980, que no ano de 2005 atinge 25 anos, pode suceder que ao nível de alguns componentes, não seja necessário proceder a intervenções, uma vez que ainda se encontram em bom estado de conservação e adequados ao seu bom funcionamento, designadamente, as caixas da rede.

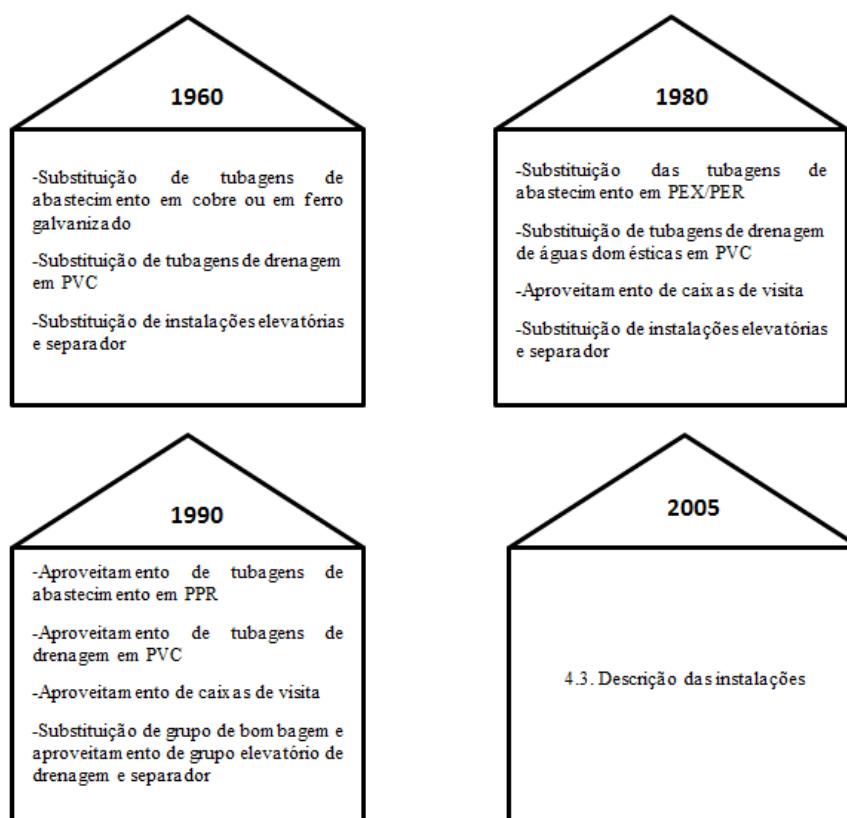


Fig. 85 – Descrição das intervenções de reabilitação nos edifícios

As caixas de visita, desde que à data atual cumpram, uma série de requisitos regulamentares impostos, como, por exemplo, a inclinação mínima e máxima da soleira, a estanquidade a infiltrações das suas paredes e fundo, uma correta vedação hidráulica da tampa, as caleiras de soleira assegurem a ligação e continuidade da veia líquida, então, podem manter-se em uso, sem intervenções. O mesmo acontece com as caixas ramal de ligação, que, desde que obedeçam aos princípios idênticos para as câmaras de inspeção, conforme consta no artigo 250.º do regulamento, podem manter-se em utilização.

A vida útil de um sistema de bombeamento é tipicamente entre 10 a 20 anos (Grundfos, 2012). No que se refere ao grupo de bombagem de água para abastecimento, prevê-se que o seu tempo de vida útil será de apenas 10 anos, atendendo à regularidade do seu funcionamento, pelo que para o edifício em causa, este será um elemento a substituir.

Quanto ao grupo elevatório em uso na instalação de drenagem de água pluvial, ainda que este tenha um período de vida útil superior, devido ao seu funcionamento pontual, admite-se que a sua durabilidade, tal como a do separador de hidrocarbonetos, seja aproximadamente igual ao período de vida útil das instalações, que se aponta de 25 anos.

Relativamente às tubagens das instalações existentes no edifício naquele ano, tubagens em PVC para drenagem e tubagens em PEX/PER para abastecimento, devido à incerteza no que se refere à durabilidade destes elementos (subcapítulo 2.8), e com base no tempo de vida útil admitido para os sistemas deste edifício, prevê-se uma substituição.

Por tudo o que foi dito anteriormente, quanto aos períodos previstos de durabilidade dos componentes destas instalações, verifica-se que relativamente ao edifício datado de 1990, apenas terá de se

intervencionar ao nível do grupo de bombagem de água, uma vez que os restantes elementos ainda se encontram aptos ao seu funcionamento, conforme representado no Quadro 26.

4.4.2. DETERMINAÇÃO DE CUSTOS

Atendendo às intervenções a executar ao nível das instalações de abastecimento e drenagem de água, pela Fig. 86 verifica-se que a reabilitação prevista no edifício com construção datada de 1960 representa um custo de 204 016,80 €; no edifício com construção datada de 1980, a reabilitação prevista, comporta um custo de 191 467,21 €; finalmente no edifício com construção datada de 1990, a reabilitação necessária traduz-se num custo de apenas 20 000 €.

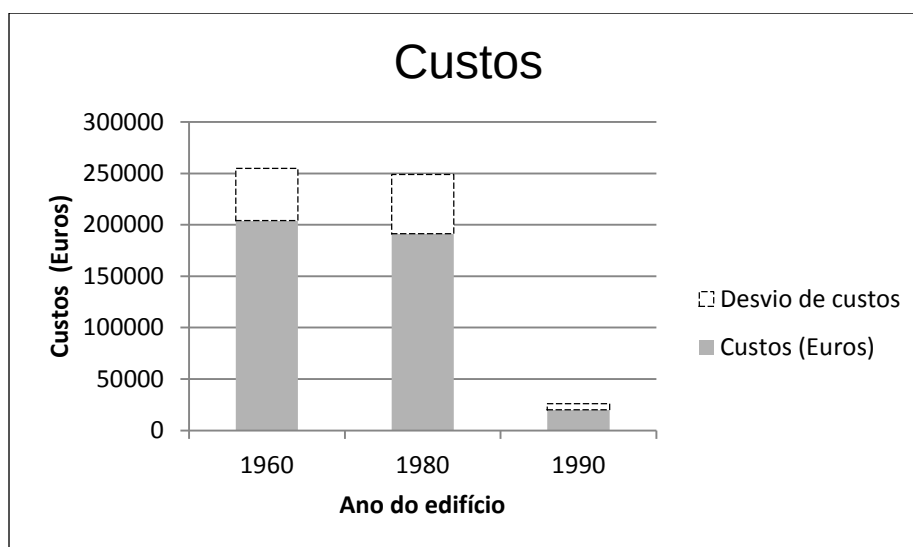


Fig. 86 – Gráfico referente aos custos das intervenções de reabilitação

Os valores definidos para os custos dos trabalhos de reabilitação foram conseguidos com base nos valores descritos no orçamento das redes do edifício de referência. Contudo, em obras de reabilitação, existe a necessidade de se efetuar trabalhos de demolição e reconstrução que podem traduzir-se em encargos adicionais. Ainda que o custo dos materiais seja semelhante nos edifícios novos ou reabilitados, o mesmo não se verifica relativamente ao custo de operações, devido aos referidos trabalhos adicionais e às condições em que a obra é executada, podendo estas últimas afetar a rentabilidade dos trabalhos.

Acontece frequentemente, neste tipo de obras, existir condicionantes à execução dos trabalhos, nomeadamente no que concerne à área disponível para estaleiro, à presença de moradores na obra e à impossibilidade de se utilizar e manter determinados equipamentos em obra. É também comum verificar-se numa obra de reabilitação uma incerteza quanto à quantidade e ao tipo de trabalho a executar, que podem revelar-se distintos das soluções inicialmente previstas, verificando-se, conseqüentemente, uma dispersão ao nível dos custos.

Não se tendo um conhecimento exato do desvio dos custos das obras de reabilitação relativamente ao custo das obras novas, em consequência dos fatores acima mencionados, considera-se importante salientar que, tal como representado na Fig. 86, os custos deveriam sofrer um crescimento, mais ou menos acentuado perante o tipo de intervenções a efetuar. Este desvio que pode assumir valores entre 30 a 50% relativamente a trabalhos idênticos em novas construções (Aguiar, Cabrita, et al, 1997)

A propósito dos dados acima analisados, Paiva e Aguiar, (2006) constataam que, embora no nosso país não exista a tradição de recolha e posterior análise de informação sobre a reabilitação, deveria contudo, ser constituída uma base de dados sobre a construção para este tipo de obras, por forma a melhor determinar os respetivos custos.

4.5. INTERVENÇÕES NO PRESENTE ANO DO EDIFÍCIO DE REFERÊNCIA

4.5.1. DESCRIÇÃO E CUSTOS DE INSTALAÇÃO SOLAR TÉRMICA

Tendo por análise, o edifício de construção de 2005 e, admitindo que este seria, no presente ano, sujeito a intervenções de reabilitação, estas deveriam englobar a vertente de reabilitação energética do edifício. Nas referidas intervenções podem ser consideradas medidas de recurso a tecnologias solares ativas, medidas de melhoria da eficiência dos sistemas e equipamentos energéticos e medidas de reforço da proteção térmica da envolvente dos edifícios.

Para o edifício em causa, com a introdução da instalação solar térmica, consegue-se uma otimização dos consumos energéticos associados à preparação de AQS e redução das respetivas emissões de gases com efeito de estufa associados a esses consumos.

A instalação de um sistema solar térmico num edifício deste tipo, pode assumir diferentes formas na organização dos seus elementos, sendo que, uma das soluções mais comuns passa pela implantação de um sistema de captação solar coletivo e de acumulação individual de AQS.

A parte da instalação comum do edifício (os coletores solares) acumula energia solar, utilizada de forma individual em cada apartamento. A distribuição de energia pelos diferentes apartamentos, é efetuada, de forma independente e proporcional, recorrendo a estabilizadores de caudal, garantindo-se, assim, que todos os utilizadores beneficiem em igual medida e circunstâncias do sistema solar instalado.

Este tipo de sistema permite que cada fração utilize depósitos distintos de acumulação, possibilitando que sejam adotadas características distintas e individuais, como a definição de temperatura da água quente e a definição do volume do depósito de acumulação, traduzindo-se desta forma, numa maior autonomia de cada fração. De igual modo, os equipamentos de apoio ao sistema solar, encontram-se instalados de forma individual em cada habitação.

Por forma a obter uma estimativa dos custos da conceção desta instalação para o edifício em causa, foi efetuada uma seleção dos equipamentos que constituem o sistema solar térmico, com base num caso de estudo fornecido para Vulcano. Nesse caso de estudo, é proposto um sistema com desempenho energético que satisfaça as necessidades calculadas pelo software recomendado pela regulamentação em vigor (solterm), atendendo ainda aos valores referência do RCCTE, ou seja, 1 m² de coletor solar por habitante.

A escolha do tipo de depósito de acumulação de AQS e respetiva dimensão, assim como os acessórios adequados ao seu funcionamento, é feita em função da tipologia de habitação a que se destinam.

Por forma a facilitar a determinação dos custos desta instalação para o edifício em causa, será considerada apenas o bloco com entrada intermédia do edifício, com 46 habitantes, em 2 fogos de tipologia T2 e 10 de tipologias T3. Assim, atendendo aquele número de utilizadores, às tipologias existentes e aos dados fornecidos pelo caso de estudo, a estimativa de custos dos equipamentos da instalação solar constam no seguinte quadro.

Quadro 27 – Lista de preços do material da Vulcano para sistema solar térmico

Designação	Preço (Euros)
1- Campo de coletores	11 076,00
2- Circuito hidráulico primário solar	968,50
3- Circuito hidráulico secundário solar	895,00
4- Sistema de Controlo	3 920,00
5- Acumulação individual de AQS – Tipologia T2	1 488,00
6- Acumulação individual de AQS – Tipologia T3	8 340,00
Total	26 687,50

Pelo exposto, poderá concluir-se que, para a referida entrada do edifício em análise, o custo dos equipamentos desta instalação solar representa um valor total de 26 687,50€, fazendo uma aproximação aos três blocos, o custo total rondaria os 80 000 €. Neste valor deverá atender-se, contudo, que não foram considerados os custos das tubagens, nem de equipamentos como o grupo de circulação em circuitos secundários, pelo fato de a sua definição ser função das características reais do circuito.

Neste valor também não foram considerados os equipamentos de apoio convencional (esquentadores), uma vez que foi considerado o aproveitamento dos existentes. Caso fossem implantados novos equipamentos de apoio ao sistema, o custo desta instalação sofreria um aumento de 5 016 euros.

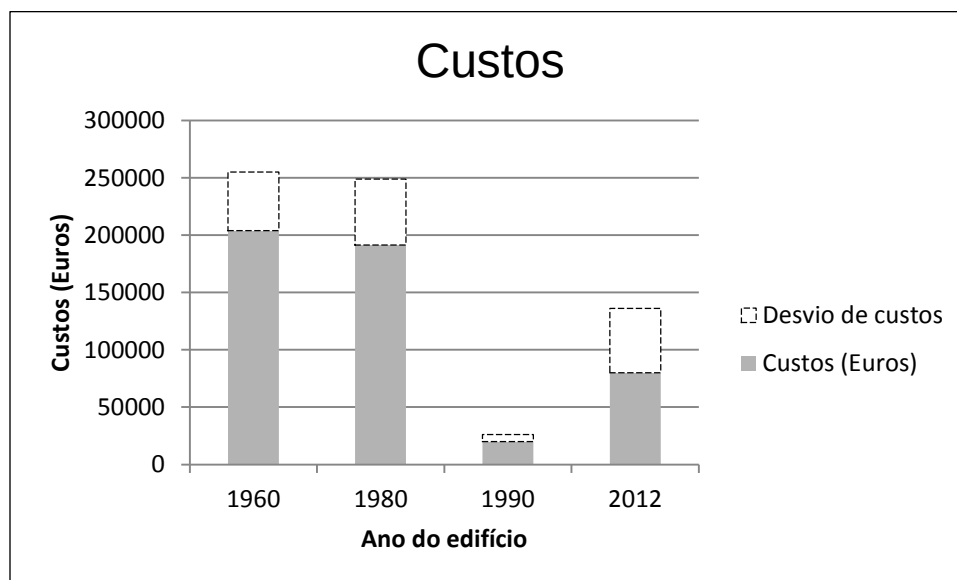


Fig. 87 – Gráfico referente aos custos das intervenções de reabilitação

A Fig. 87 apresenta os custos associados às intervenções de reabilitação no edifício, através da qual se pode constatar que, tal como nas intervenções das instalações de abastecimento e drenagem de água, também na instalação solar verifica-se um aumento do custo, quando em projetos de reabilitação, pelas mesmas razões anteriormente mencionadas.

Pela observação daquela figura, é também possível constatar que o custo dessas operações, ao nível das primeiras instalações referidas, acaba por ter maior representação do que na instalação solar.

No caso da instalação solar, para além dos custos contemplados no desvio, deve ainda considerar-se um acréscimo no respetivo custo global, devido aos equipamentos em falta.

4.5.2. IMPLICAÇÕES CONSTRUTIVAS

A introdução de um sistema solar num edifício já existente acarreta um conjunto de implicações e dificuldades construtivas, não só porque é uma instalação de grande impacto num edifício pela sua dimensão, mas também porque, tanto a arquitetura, como as especialidades do edifício, à data do seu projeto, não foram planeadas considerando as particularidades desta instalação. Assim, a posterior integração deste sistema, deverá enquadrar-se e adaptar-se ao existente.

Uma instalação solar térmica deste tipo implica, fundamentalmente, o conhecimento prévio em termos construtivos das condições e das características da cobertura do edifício, e respetivas instalações elétricas e de abastecimento de água. Devido à interligação destas especialidades, a solução construtiva deste novo sistema deverá ser acompanhada por uma equipa pluridisciplinar.

Os coletores solares são, por norma, fixos na cobertura, a qual no edifício em causa se trata de uma cobertura plana. A cobertura do edifício deve apresentar área disponível para a inserção de coletores, devendo estes ter a orientação ideal, de acordo com as características e condicionantes do meio envolvente, podendo estes fatores revelar-se, efetivamente, determinantes no posicionamento daqueles elementos.

Durante a montagem destes elementos deve ter em atenção as seguintes configurações:

1. A montagem destes coletores é feita com recurso a estruturas de suportes (Fig. 88), as quais devem garantir uma inclinação ideal e uma resistência adequada a cargas a que os mesmos ficam sujeitos, como por exemplo a ação do vento.

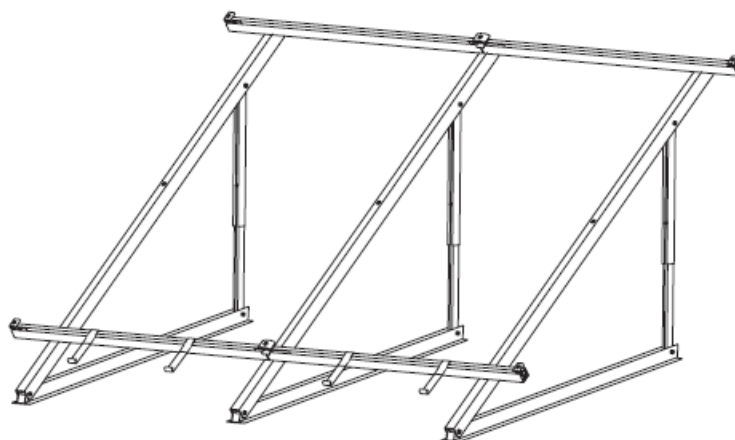


Fig. 88 – suportes de coletores para telhados planos (adaptada de Vulcano (2012))

2. A fixação dos coletores pode ser conseguida através de contrapesos ou através de uma ancoragem ao telhado, onde se aparafusam o número de suportes adequado. Nesta última hipótese, ao serem feitos furos na cobertura, deve-se realizar uma oportuna impermeabilização da mesma, a fim de evitar infiltrações de água. Durante esta fixação deverá garantir-se, ainda, a estabilidade do suporte, removendo-se saibro ou material similar aí existente. (Greenpro, 2004).
3. Uma vez instalados os suportes dos coletores, os quais devem ser colocados a pelo menos a 1 metro de distância das extremidades da cobertura, deverá proceder-se às ligações hidráulicas entre os coletores, estabelecidas por meio de um conjunto de união. Deve-se incluir também o purgador na parte mais alta da instalação.
4. Nas tubagens de alimentação e retorno devem ser utilizados tubos flexíveis e isolados. No que se refere aos tubos exteriores, a camada de isolamento deve resistir ao impacto ambiental, à ação de animais e à ação dos raios ultra violeta. A representação da ligação dos tubos de coletores em filas encontra-se esquematizada na Fig. 89.

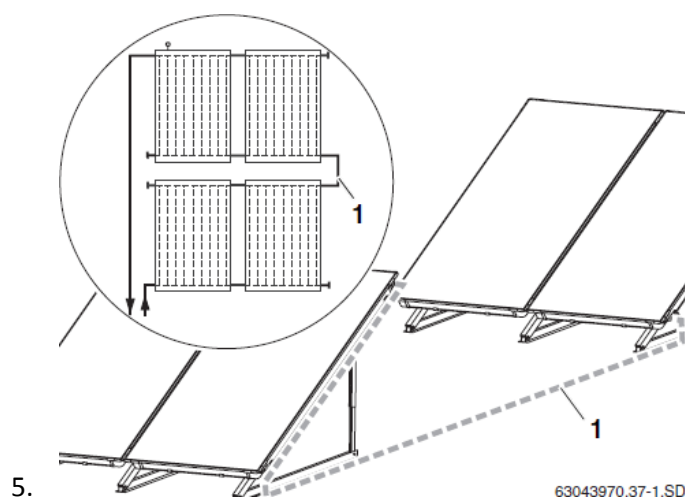


Fig. 89 – Duas filas de coletores seguidos (adaptada de Vulcano (2012))

O aspeto exterior final desta instalação, para um edifício multifamiliar, encontra-se representado pela Fig. 90.



Fig. 90 – Coletores solares na cobertura de um edifício multifamiliar (adaptada de Inovafiel (2007))

A decisão final sobre a localização dos coletores e os percursos de tubagens destas instalações deverá ser adequada, não só, a um correto funcionamento e eficiência do sistema, mas também a uma correta integração com a estrutura e restantes instalações do edifício.

A ligação e a transferência de calor, entre o coletor e o depósito, são efetuadas por um circuito hidráulico. O fluido térmico chega aos coletores através de tubos de ligação com origem no reservatório. Estes tal como as tubagens de retorno com fluido aquecido devem estar enquadradas e inseridas nos elementos de passagem verticais existentes no edifício.

No edifício em estudo, datado de 2005, os tubos mencionados na Fig. 91, faziam-se passar pelas courettes, embora se possa admitir a presença de outras instalações. Com a inserção deste sistema à data atual, passam a existir novos tubos a circular no edifício, pelo que deve haver uma preocupação na sua inserção e alojamento.

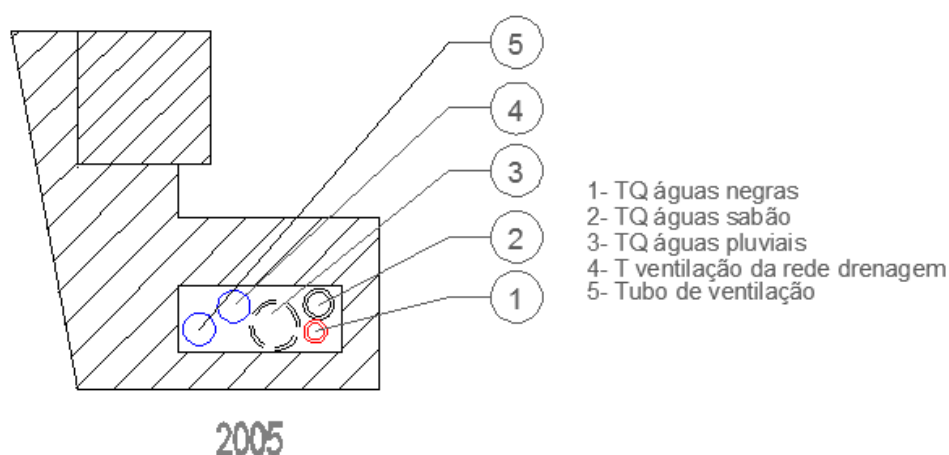


Fig. 91 – Representação de algumas das tubagens no edifício em 2005

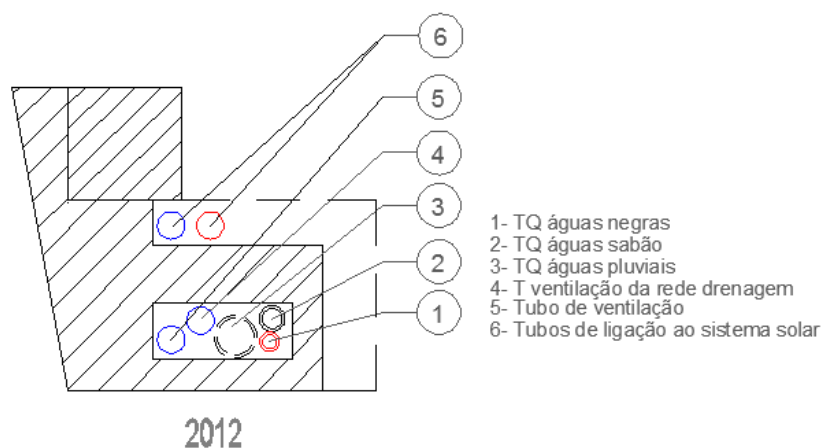


Fig. 92 – Novas tubagens com necessidade de alojamento em 2012

A verdade é que a disponibilidade existente para a passagem de condutas através de elementos próprios pode implicar alguma dificuldade, devido à quantidade de tubagens das instalações que

atualmente integram um edifício. Assim sendo, pode ser necessário recorrer a elementos de passagem existentes no edifício que, embora possam não ser os mais favoráveis, encontram-se mais disponíveis, ou ainda à criação de paramentos de ocultação e proteção dessas condutas (Fig. 92).

Ao nível de cada habitação individual, deverá fazer-se a contabilização da água quente de forma separada da água fria, tornando-se, desta forma, necessário instalar novos contadores.

A rede de tubagens proveniente dos coletores faz, ao nível de cada habitação, ligação ao reservatório de acumulação que, neste tipo de edifícios, deverá localizar-se na zona técnica da lavandaria, conforme demonstra a Fig. 93. O sistema representado nessa mesma figura inclui o grupo de circulação, o regulador eletrónico, os vasos de expansão e o termoacumulador auxiliar.



Fig. 93 – Sistema de acumulação individual de água (adaptada de Inovafiel (2007))

O grupo de circulação deste sistema é fixo ao lado do acumulador e faz ligação com este por meio de tubagens. Na instalação do grupo de circulação, a ligação elétrica deste elemento ao regulador eletrónico, deve ser efetuada por técnicos especializados.

O vaso de expansão faz ligação à peça de retorno do conjunto de segurança do grupo de circulação. A Fig. 94 representa a ligação dos referidos equipamentos.

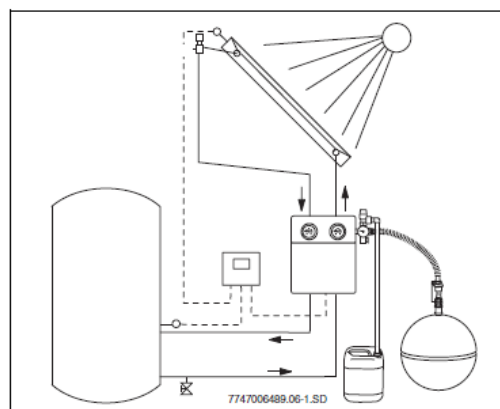


Fig. 94 – Ligação de equipamentos (adaptada de Vulcano (2012))

5

CONCLUSÕES

5.1. CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES FINAIS

Para a elaboração deste trabalho tornou-se necessário apostar numa profunda componente de investigação, atendendo ao facto do tema das instalações de edifícios, quer do ponto de vista da sua diversidade, quer do ponto de vista da sua especificidade, revelar-se um desafio quanto à sua caracterização, sendo esta, por sua vez, essencial à elaboração e desenvolvimento do presente trabalho.

De forma a atingir e dar resposta ao objetivo principal deste trabalho, foram-se fixando etapas com objetivos distintos. O alcance desses objetivos foi possível através da referida componente de investigação/pesquisa, do desenvolvimento de casos de estudo e ainda com base em estudos com temáticas relacionadas.

Neste capítulo pretende-se resumir as conclusões obtidas no decorrer deste trabalho, que respondem aos objetivos definidos inicialmente.

- O enquadramento e tipificação das instalações em edifícios foram efetuados a partir de autores e entidades que já haviam abordado este conjunto, sendo eles, NTE (2000), Vasconcelos (2005), Yik (2010) e CIBSE (2012), tendo-se verificado, logo a partida, não existir uma uniformidade na tipificação estabelecida, nem nas suas designações. Entre as principais diferenças encontradas na abordagem dos vários autores, destacam-se as seguintes:
 - As designações bastante distintas que a NTE (2000) atribui, de uma maneira geral, às instalações por si consideradas;
 - A análise separada que Vasconcelos (2005) e a NTE (2000) procedem, contrariamente aos restantes autores, entre as instalações de água potável e as de águas residuais, ainda que a NTE as insira no grupo de instalações designadas de canalizações e de salubridade;
 - A designação das instalações de climatização, assim consideradas pela NTE (2000) ou de AVAC, no entendimento de Vasconcelos (2005), comparativamente com as consideradas pela CIBSE (2012), que apresenta com maior detalhe, considerando, nesta matéria, três tipos de instalações, designadas de aquecimento e ventilação, de ventilação e refrigeração e de ar condicionado e refrigeração;
 - A referência ou não às fontes de energia renovável, tendo-se verificado que somente dois autores as consideram expressamente, Vasconcelos (2005) e a CIBSE (2012);
 - Relativamente às instalações de automação predial, Yik (2010) é a única referência que as aborda diretamente.
- Através da análise dos processos de licenciamento de obras novas verificou-se que as instalações integram os processos de licenciamento, por intermédio dos projetos de

especialidades, sendo requeridos, conforme previsto na portaria n.º232/2008 de 11 de março, os seguintes:

- Projeto de alimentação e distribuição de energia elétrica e projeto de instalação de gás, quando exigível, nos termos da lei;
- Projeto de redes prediais de água e esgotos;
- Projeto de águas pluviais;
- Projeto de instalações telefónicas e de telecomunicações;
- Projeto de instalações eletromecânicas, incluindo as de transporte de pessoas e ou mercadorias;
- Projeto de segurança contra incêndios em edifícios.

Nos processos de obras de reabilitação, o licenciamento é diverso, podendo, inclusivamente, determinadas intervenções de conservação ou de alteração no interior, que não impliquem alterações na estrutura, cêrcea, fachada, telhado e cobertura, não estarem sujeitas a licenciamento. Em todo caso, quando sujeitas a processo de licenciamento, podem beneficiar da isenção do cumprimento do RCCTE, caso o custo da sua intervenção seja inferior a 25% do valor do empreendimento e caso as intervenções de remodelação tenham por objetos edifícios classificados ou situados em zonas históricas.

- Entre o vasto grupo de instalações existentes, houve necessidade de restringir os objetivos deste trabalho ao seguinte conjunto de instalações: abastecimento de água, drenagem de água doméstica, drenagem de água pluvial, AVAC, solares térmicas e elétricas. Relativamente a cada uma destas instalações foi efetuada uma descrição ao nível do respetivo funcionamento e principais componentes e uma análise ao nível da respetiva evolução e enquadramento legal.
- Da análise da evolução tecnológica e da legislação aplicável a cada um dos tipos de instalações verificou-se que, embora umas sejam de carácter mais recente que outras, todas apresentam uma evolução desde o seu aparecimento à atualidade, nomeadamente:
 - Ao nível das instalações de abastecimento e drenagem de água, verifica-se uma evolução significativa quanto aos materiais utilizados, abandonando-se o uso de materiais metálicos por materiais termoplásticos;
 - Ao nível das instalações solares térmicas e de AVAC, verifica-se, na história recente, um desenvolvimento significativo, devido, sobretudo, à regulamentação e enquadramento legal desta matéria, prevista pelos decretos-lei SCE, RSECE e RCCTE.
 - No que respeita aos sistemas de AVAC existe atualmente uma grande diversidade de equipamentos, nomeadamente, chillers, bombas de calor, caldeiras, unidades split/multi split, UTA's, ventiloconvetores, entre outros.
- Os materiais que atualmente são mais utilizados em instalações de edifícios são os materiais plásticos e constata-se que:
 - O PVC é um material com grande aplicação, sobretudo ao nível das instalações de drenagem de águas frias, ventilação e na condução de cabos elétricos;
 - Para o abastecimento de água quente, drenagem de águas a elevadas temperaturas e redes de aquecimento existem materiais com características mais adequadas a esse uso do que o PVC, como o PP, o PEX/PER, o PVCC e os tubos de camada composta, este último de utilização mais recente.

- Ao nível das instalações solares, ainda que outros materiais sejam utilizados nessas instalações, o cobre e o aço inox são regularmente os materiais selecionados para o transporte de calor entre o coletor e o tanque de armazenamento.
- A verificação do tempo de vida útil das instalações é ainda um processo incerto, podendo na prática a durabilidade dos materiais não corresponder ao definido nos documentos de homologação (como no exemplo dos materiais plásticos, cerca 50 anos), uma vez que o sistema pode apresentar carências e falhas de funcionamento em períodos inferiores. Contudo, o período mínimo de serviço para estas instalações, pelos expostos critérios normativos, deve assumir 25 anos.
- Uma vez feita a caracterização geral das instalações, passou-se à avaliação do processo de reabilitação num edifício unifamiliar, onde se verificou que ao nível das instalações existentes foi necessária uma substituição praticamente total, à exceção de alguns elementos que já haviam sido alvo de intervenções em data posterior à de construção. Neste edifício, atendendo às respetivas características construtivas, apontam-se como principais dificuldades ao nível da conceção das instalações:
 - A ausência de elementos de passagem vertical de condutas, como courettes ou estratégias similares;
 - A implantação das canalizações de forma a intervir o menos possível na estrutura do edifício.

Desta forma, perante as dificuldades encontradas, verificou-se que as implicações construtivas para aquela moradia passam pelas seguintes estratégias:

- Criação de tetos falsos e paredes em gesso cartonado em todo o perímetro do edifício e em paredes divisórias, permitindo a ocultação e proteção dos elementos das instalações, esta opção tem, contudo, como consequências, reduzir pé direito e a área útil dos compartimentos;
- Recurso à chaminé existente como elemento de passagem de tubagens ao nível vertical, criando-se na sua base uma zona técnica.

No decorrer deste trabalho, particularmente no que respeita à implementação de instalações, foi possível constatar os edifícios antigos compreende um conjunto muito restrito de instalações, não se encontrando preparados para a receção de novas instalações, sem que se prevejam medidas de incorporação alternativas, logo no início do projeto.

- A fim de se proceder à uma avaliação dos custos que as operações de reabilitação em edifícios multifamiliares acarretam, ao nível das instalações de abastecimento e drenagem de água, foram analisados três hipotéticos edifícios, com datas de construção distintas (1960, 1980, 1990). Perante os três edifícios considerados constatou-se que:
 - Os edifícios com idade superior a 25 anos, como são aqueles considerados, com data de construção de 1960 e 1980, terão de ser objeto de intervenções mais significativas, apresentando entre eles custos aproximadamente semelhantes, isto é, de 204016,80 euros e de 191467,21 euros, respetivamente;
 - Nos valores definidos para os custos dos trabalhos de reabilitação dever-se-ia incluir uma parcela referente a trabalhos preliminares e de reconstrução, e ainda um agravamento em função das condições em que os trabalhos decorrem e à incerteza do tipo de trabalhos previstos nesses projetos.

- A avaliação das implicações construtivas que as operações de reabilitação no edifício multifamiliar traduzem, ao nível da instalação solar térmica, demonstrou que:
 - Na inserção desta instalação deverá considerar-se, não só a interligação deste sistema com as instalações de abastecimento de água e elétricas, mas também as condições da cobertura do edifício;
 - Na fixação dos coletores deve atender-se, às condicionantes do edifício e da envolvente, para que os mesmos assumam a posição ideal ao seu maior aproveitamento, devendo ainda respeitar-se um conjunto de critérios na sua fixação;
 - No percurso das ligações dos coletores às habitações, mesmo sendo um edifício recente, que preveja um conjunto de elementos construtivos para a passagem vertical de condutas, verifica-se que, atendendo à quantidade de instalações atualmente existentes num edifício, esta prática pode representar uma dificuldade acrescida e possíveis implicações construtivas.

5.2.DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Através da elaboração deste trabalho, verificou-se que as instalações num projeto de reabilitação podem assumir uma importância significativa na determinação de opções construtivas em edifícios antigos e que requerem grande cuidado na integração em edifícios recentes.

Todas as instalações analisadas devem ser implantadas em edifícios reabilitados atendendo a determinados requisitos, particularmente às especificidades de cada instalação e a sua interligação e enquadramento num edifício, como um todo. Esta poderá ser uma vertente a explorar em trabalhos futuros, de forma mais detalhada e particular para cada tipo de instalação, obtendo-se, assim, um conjunto de implicações mais profundo e pormenorizado.

De igual forma, devido à importância que as instalações assumem num projeto e à sua diversidade, admite-se que, diferentes opções implicam diferentes custos, podendo, consequentemente, tornar os projetos mais ou menos onerosos. A avaliação dos custos de uma determinada instalação comparativamente com os benefícios e a mais-valia que a mesma pode acrescentar a um edifício, pode ser um tema, cujo desenvolvimento contribua para a decisão de integrar ou não esse conjunto num projeto de reabilitação.

Para uma melhor avaliação dos custos de reabilitação que edifícios com diferentes idades acarretam, a análise sobre casos concretos, poderá trazer informações mais precisas e rigorosas nesse âmbito.

Atendendo ao crescimento de obras de reabilitação e à importância das instalações na caracterização de um edifício, sugere-se em trabalhos futuros, dentro desta temática, a aposta na avaliação de casos de estudo, particularmente incidente numa análise comparativa, entre custos de obras novas e reabilitadas, a fim de obter o valor de dispersão entre estes dois tipos de obras, o mais sustentado e fundamentado possível.

BIBLIOGRAFIA

- AFONSO, A.S. (2011). *Inovação ao nível da conceção e do dimensionamento das instalações prediais de águas e esgotos – situação em Portugal*. [Http://www.anqip.com/images/stories/bibliografia/Inovacao-nivel-concepcao-dimensionamento-instalacoes-prediais-aguas-esgotos-Situacao-Portugal.pdf](http://www.anqip.com/images/stories/bibliografia/Inovacao-nivel-concepcao-dimensionamento-instalacoes-prediais-aguas-esgotos-Situacao-Portugal.pdf). Consulta em abril 2012.
- AFONSO, A.S. (2001). *Contributos para o dimensionamento de redes de águas em edifícios especiais. Aplicação de modelos matemáticos*. Dissertação de doutoramento apresentada à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- ÁGUAS DO PORTO. Regulamento Interno dos Serviços Municipais de Águas e Saneamento do Porto, www.aguasdoporto.pt. Consulta em março de 2012.
- AGUIAR, J., CABRITA, A., et al, (1997). *Guião de apoio à reabilitação de edifícios habitacionais*. LNEC, Lisboa.
- ALVES, P., ROCHA, F., et al, (2003). *Climatização e instalações em edifícios de habitação – Abastecimento de água Vol.1*, Universidade do Minho.
- AQSPP (2004). *Utilização de colectores solares para aquecimento de água no sector doméstico*. [Http://www.aguaquentesolar.com/publicacoes/9/domestico.pdf](http://www.aguaquentesolar.com/publicacoes/9/domestico.pdf). Consulta em março de 2012.
- BAPTISTA, F. (2011). *Sistemas prediais de distribuição de água fria*. Dissertação de mestrado em engenharia civil, Instituto Superior Técnico de Lisboa.
- CIBSE. www.cibse.org. Consulta em março, 2012
- C.M. CASCAIS. www.cm-porto.pt. Consulta em março, 2012
- C.M. LISBOA. www.cm-lisboa.pt Consulta em março, 2012
- C.M. PORTO. www.cm-cascais.pt. Consulta em março, 2012
- COÍAS, V. (2012). *Por um setor da construção renovado e ao serviço do País*. [Http://gecorpa.primeway.pt/Upload/SalaImprensa/CPCISaidas1.pdf](http://gecorpa.primeway.pt/Upload/SalaImprensa/CPCISaidas1.pdf). Consulta em junho de 2012
- CSA S478-95 - Guideline on Durability in Buildings, Canadian Standards
- DECRETO-LEI N.º740/74 - Regulamentos de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Elétrica (RSIUÉE) e de Segurança de Instalações Coletivas de Edifícios e Entradas (RSICCE)
- DECRETO-LEI N.º555/99 - Regime Jurídico da Urbanização e da Edificação
- DECRETO-LEI N.º78/2006 - Sistema Nacional de Certificação e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE)
- DECRETO-LEI N.º 79/2006 - Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios. (RSECE)
- DECRETO-LEI N.º 80/2006 - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE)
- DECRETO-LEI N.º26/2010 - Regime Jurídico da Urbanização e da Edificação
- DECRETO REGULAMENTAR N.º23/95 – Regulamento geral dos sistemas públicos e prediais de distribuição de água e drenagem de águas residuais.

DH COPRAX – Documento de homologação Coprax – características e condições de emprego em sistemas de distribuição de água, quente e fria e de aquecimento. Julho de 2005. LNEC

DH POLITEJO – Documento de homologação politejo – características e condições de emprego em canalizações de distribuição de água, de drenagem ou de saneamento de águas residuais. Janeiro de 2001. LNEC

DH WIRSBO-PEX – Documento de homologação Wirbso-Pex – características e condições de emprego em sistemas de distribuição de água quente e fria e de aquecimento. Outubro de 2005. LNEC

EN ISO 15686-1 - Buildings and constructed assets -- Service life planning.

ESTEVES, A. (2010). *Reabilitação vs desconstrução em redes de abastecimento e distribuição de água*. Dissertação de mestrado de engenharia civil, Universidade de Aveiro.

EXTRAFLAME (2009). *Manual de instalação Kit solar*. Consulta em junho de 2012. [Http://www.extraflame.it/support/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=164&Itemid=3](http://www.extraflame.it/support/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=164&Itemid=3).

FERNANDES, F. (2010). *Análise e caracterização do ruído de equipamentos AVAC em edifícios públicos*. Dissertação de mestrado em engenharia civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

FERRAZ, A. (2009). *Influência da manutenção nos consumos energéticos de sistemas de AVAC*. Relatório do projeto final de mestrado integrado em engenharia mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

FERREIRA, J. (2010). *Estudo de uma nova tecnologia para gestão da energia em edifícios – aplicação ao AVAC*. Dissertação integrado em engenharia mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

GASPAR, P., SANTOS, A. (2003). *Patologias em construções recentes – estudo de casos*. Actos do 1.º encontro nacional sobre patologias e reabilitação de edifícios, Patorreb, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

GREENPRO (2004). *Energia Solar Térmica - Manual sobre Tecnologias, Projecto e Instalação*, Janeiro de 2004. [Http://pt.scribd.com/doc/23404208/Manual-Solar-Termico](http://pt.scribd.com/doc/23404208/Manual-Solar-Termico). Consulta em junho de 2012.

GRUNFDOS (2012) - [Http://www.grundfos.com/service-support/encyclopedia-search/introduction-to-lcc.html](http://www.grundfos.com/service-support/encyclopedia-search/introduction-to-lcc.html). Consulta em junho de 2012.

INOVAFIEL (2007). [Http://www.inovafiel.pt/instalacoes.html](http://www.inovafiel.pt/instalacoes.html). Consulta em junho de 2012.

MEDEIROS, C. (2005). Sistemas de abastecimento público e predial do Porto. Em *Grundfos sistemas de pressurização*. Páginas 131 a 152, Bombas Grundfos Portugal, S.A. Lisboa

MEDEIROS, C. (2012). Apontamentos da disciplina de instalações de edifícios, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

MIRANDA, M. (2008). *Optimização de sistemas solares térmicos*. Dissertação de mestrado em engenharia civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

MOTA, J., ALVES, J. (2003). *Casas inteligentes*. Centro Atlântico, Lisboa.

NP EN 12735-1: Cobre e ligas de cobre tubos de cobre redondos sem costura para ar condicionado e refrigeração Parte 1 tubos para sistemas de tubagens. IPQ.

- NP EN ISO 2100-1: Sistemas de tubagens multicamada para instalações de água quente e fria no interior de edifícios. IPQ
- NP 1037-2 - Ventilação e evacuação dos produtos da combustão dos locais com aparelhos a gás. IPQ
- NTE - Normas tecnológicas de la Edificación: Instalaciones, Dirección General de la vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo, Madrid, 2000.
- PAIVA, J., AGUIAR, J. et al, (2006). *Guia técnico de reabilitação habitacional*. LNEC, Lisboa
- PEDROSO, V.M.R. (2000). *Manual dos sistemas prediais de distribuição e drenagem de águas*. LNEC, Lisboa.
- PEDROSO, V.M.R. (2004). Tecnologia das tubagens de polietileno reticulado para sistemas prediais de distribuição de água. LNEC, Lisboa
- PEDROSO, V.M.R. (2010). Patologia e reparação de sistemas de distribuição e de drenagem de águas em edifícios. Em *Conservação e reabilitação de edifícios recentes*. Páginas 161 a 172. LNEC. Lisboa
- PICCIOCHI, I. (1999). *Sistemas de tubagem em poli (cloreto de vinilo) clorado para distribuição de água quente e fria. Características e especificações*. LNEC, Lisboa.
- PIEIDADE, A., RORIZ, L. (2003). *Climatização em edifícios: envolvente e comportamento técnico*. Edições Orion, Amadora
- PINTO, L.M.V. (2002). *Instalações elétricas em locais de habitação*. Cadernos técnicos Certieltec, Lisboa
- PINTO, L.M.V. (2002). *Instalações elétricas coletivas de edifícios e entradas*. Cadernos técnicos Certieltec, Lisboa.
- PINTO, L.M.V. (2004). *Install Express – instalações elétricas em locais de habitação*. Certieltec, Porto
- POLITEJO (2009). *Tubagem de cablagem*. Dezembro de 2009. [Http://www.politejo.com/pdf/notas-tecnicas/CD25R00-Nota-Tecnica-de-Tubagem-de-Cablagem-Ambicabos.pdf](http://www.politejo.com/pdf/notas-tecnicas/CD25R00-Nota-Tecnica-de-Tubagem-de-Cablagem-Ambicabos.pdf). Consulta em junho de 2012.
- PORTAL ENERGIAS RENOVÁVEIS – [Http://www.energiasrenovaveis.com/Area.asp?ID_area=8](http://www.energiasrenovaveis.com/Area.asp?ID_area=8). Consulta em maio 2012.
- PORTARIA N.º 949-A/2006. Lisboa. 2008
- PORTARIA N.º 232/2008 de 11 de Março. Lisboa. 2008
- PORTARIAS N.ºs 10367 e 11338 - Regulamentos Gerais das Canalizações de Água e Esgoto. Lisboa, Imprensa nacional – Casa da moeda, E.P., 1985.
- PORTO VIVO – Sociedade de reabilitação urbana. www.portovivosru.pt. Consulta em março de 2012
- RAMOS, C. (2011). *Reabilitação urbana: condicionamentos e desafios*. 1.ª Conferência FCT/UNL. Construção e reabilitação sustentável no espaço lusófono. [Http://www.cpci.pt/wp-content/uploads/2011/10/Carlos_Matias_Ramos3.pdf](http://www.cpci.pt/wp-content/uploads/2011/10/Carlos_Matias_Ramos3.pdf). Consulta em junho de 2012
- RAMOS, H. (2010). *Manutenção de sistemas hidráulicos prediais – Manual de intervenção preventiva*. Dissertação de mestrado em engenharia civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

- ROCHA, A. (1990). *Tubos de polietileno reticulado e respetivas uniões de água quente e fria e de aquecimento, características e especificações*. LNEC. Lisboa.
- ROCHA, A. (1991). *Tubos e acessórios em poli (cloreto) vinilo clorado para sistema de distribuição de água quente e fria e de aquecimento. Características e especificações*. LNEC, Lisboa
- ROCHA, A., ESGALHADO, H. (2002). *Materiais plásticos para a construção civil. Características e tipos de aplicação*. LNEC, Lisboa
- ROCHA, A. (2006). *Sistemas de distribuição de água em grandes edifícios. Características e durabilidade*, LNEC.
- RODRIGUES, C., AFONSO, A. (2007). *A qualidade na construção ao nível da instalações prediais de águas e esgotos. Situação e perspectivas em Portugal*. 3.º Congresso nacional de construção, Coimbra.
- RORIZ, L. (2006). *Climatização – concepção, instalação e condução de sistemas*”. Edições Orion, Amadora.
- SANTO, F. (2002) *Edifícios - Visão integrada de projetos e obras*. Ingenium edições, Lisboa.
- SANTOS, J. (2005). *Instalações coletivas de edifícios*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. [Http://paginas.fe.up.pt/~jns/material_didatico/APONTAMENTOS_ICE_FINAL.pdf](http://paginas.fe.up.pt/~jns/material_didatico/APONTAMENTOS_ICE_FINAL.pdf). Consulta em abril de 2012.
- SOARES, A. (2010). *Análise dos consumos de água em edifícios não habitacionais*. Dissertação de mestrado em engenharia civil, Faculdade de engenharia da universidade do Porto.
- UPONOR – Aplicações sanitárias e de aquecimento. Manual técnico. [Http://www.sarugo.pt/MANUAL%20T%C3%89CNICO%20-%20Aplica%C3%A7%C3%B5es%20Sanit%C3%A1rias%20e%20de%20Aquecimento.pdf](http://www.sarugo.pt/MANUAL%20T%C3%89CNICO%20-%20Aplica%C3%A7%C3%B5es%20Sanit%C3%A1rias%20e%20de%20Aquecimento.pdf). Consulta em junho de 2012.
- VASCONCELOS, A. (2005) *Manutenção preventiva em instalações de edifícios*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- VENTURA, F. (2011). *Emissões de carbono – Estudo comparativo entre sistema AVAC com ambiente hospitalar*. Dissertação de mestrado em engenharia mecânica, Instituto Superior Técnico de Lisboa.
- VULCANO – Solar térmico. Novembro de 2010. Consulta em março de 2012. [Http://www.vulcano.pt/consumidor/documentacao/catalogo_de_produtos/catalogodeprodutos](http://www.vulcano.pt/consumidor/documentacao/catalogo_de_produtos/catalogodeprodutos).
- VULCANO – Solar térmico. Maio de 2011. Consulta em maio de 2012 [Http://www.vulcano.pt/consumidor/documentacao/catalogo_de_produtos/catalogodeprodutos](http://www.vulcano.pt/consumidor/documentacao/catalogo_de_produtos/catalogodeprodutos).
- VULCANO – Termossifão. Fevereiro de 2009. Consulta em março de 2012. [Http://www.vulcano.pt/consumidor/documentacao/catalogo_de_produtos/catalogodeprodutos](http://www.vulcano.pt/consumidor/documentacao/catalogo_de_produtos/catalogodeprodutos).
- VULCANO – Instruções de instalação – grupo de circulação. Consulta em junho de 2012. [Http://www.vulcano.pt/consumidor/documentacao/manuais_de_instalacao/manuaisdeinstalacao](http://www.vulcano.pt/consumidor/documentacao/manuais_de_instalacao/manuaisdeinstalacao).
- VULCANO – Instruções de instalação – coletores planos. Instalação sobre telhado plano e fachada. [Http://www.vulcano.pt/consumidor/documentacao/manuais_de_instalacao/manuaisdeinstalacao](http://www.vulcano.pt/consumidor/documentacao/manuais_de_instalacao/manuaisdeinstalacao). Consulta em junho de 2012
- YIK, F., LAI, J., et al. (2010) *The perception of Hong Kong's general public about building services*. Journal of Facilities Management, Vol. 8 No. 2, 2010, páginas 130-142, Emerald.