

FÁBIO MANUEL MARTINS RODRIGUES

**PROJETO DE SISTEMAS DE
CLIMATIZAÇÃO EM EDIFÍCIOS DE
HABITAÇÃO**



UNIVERSIDADE DO ALGARVE
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA

2020

FÁBIO MANUEL MARTINS RODRIGUES

**PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO EM
EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO**

OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA MECÂNICA

Mestrado em Engenharia Mecânica –
Energia, Climatização e Refrigeração

Trabalho efetuado sob a orientação de:

João Vicente Madeira Lopes

(Professor Adjunto UAlg-ISE/DEM)



UNIVERSIDADE DO ALGARVE
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA

2020

PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO EM EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO

Declaração de autoria do trabalho

Declaro ser o autor deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

Copyright © aluno da Universidade do Algarve

“A Universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor”.

(Fábio Manuel Martins Rodrigues)

2020

Dedico a toda a minha família, amigos e namorada por todo o apoio, compreensão, motivação e incentivos demonstrados ao longo da minha vida académica e profissional.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro quero agradecer à minha mãe e ao meu padrasto e pela grande oportunidade e incentivo em estudar Engenharia Mecânica. Em especialmente à melhor mulher do mundo (à minha mãe) pelo apoio, amor, oportunidade e motivação enquanto esteve presente na minha vida, sem deixar de referir ao meu padrasto o apoio excepcional que me prestou para concluir a licenciatura bem como o presente mestrado nos momentos mais difíceis.

Agradecer á minha namorada que esteve sempre ao meu lado, apesar da distância, desde o primeiro dia em que me incentivou e apoiou em continuar com os estudos, seja, para terminar a licenciatura bem como a obtenção do grau de mestrado, apesar dos obstáculos e partidas inesperadas que a vida me pregou.

De seguida agradecer ao Eng^o Daniel Cabrita e a todos os colaboradores da empresa SINTEC-Sociedade de Investimentos e Consultoria, Lda, a oportunidade da realização do estágio profissional no âmbito de um programa do IEFP (Instituto de Emprego e Formação Profissional), que deu continuidade para o estágio com o objetivo da obtenção do grau de mestre. Estabelecendo assim o primeiro contacto com o mundo do trabalho, bem como o contacto a fabricante e fornecedores no apoio a projeto.

Sem deixar de clarificar o meu a agradecimento em especial ao Eng^o Delano Pereira e ao Eng^o André César, por todo o apoio, disponibilidade e transmissão de conhecimentos prestado e essenciais para o futuro profissional, bem como amizade e espírito de equipa criado em ambiente profissional e pessoal.

Gratificar ao meu orientador Professor João Vicente Madeira Lopes, pela sua disponibilidade, dedicação, ajuda e transmissão de conhecimentos essenciais para o desenvolvimento do presente documento.

Agradecer a todos os meus colegas e professores com quem tive a oportunidade de partilhar o meu percurso académico.

A todos o meu muito Obrigado!!!

RESUMO

O presente documento assenta na descrição das tarefas desenvolvidas no estágio, bem como o desenvolvimento de um projeto de AVAC iniciado na empresa, com o objetivo de conclusão do Mestrado em Engenharia Mecânica – Energia, Climatização e Refrigeração.

Primeiramente ir-se-á fazer uma breve introdução relativamente à influência dos sistemas de climatização no desempenho energético dos edifícios, com a conceção dos sistemas de climatização bem como a importância da regulamentação.

Será descrito tipos de sistemas de climatização, como sistemas “tudo ar”, “tudo água” e sistemas “água ar”. Será feita uma breve descrição de sistemas de ventilação em edifícios de habitação, bem como os tipos de condutas e tubagens usuais em projetos de engenharia mecânica.

Será feita uma breve apresentação da empresa onde se realizou o estágio, as funções realizadas no mesmo bem como os objetivos traçados. Sendo o principal objetivo aprofundar conhecimentos nos diversos sistemas de climatização, nomeadamente nas suas características técnicas, no dimensionamento e da sua integração nos edifícios em particular nos de habitação. Para finalizar, será efetuado um projeto de AVAC de uma moradia unifamiliar, com o objetivo de colocar em prática, os conhecimentos temáticos abordados ao longo do estágio e da formação académica.

Palavras-chave: Climatização, Ventilação, Águas Quentes Sanitárias (AQS) e Aquecimento Ambiente

ABSTRACT

This document is based on the description of the tasks developed in the internship, as well as the development of an HVAC project started in the company, with the objective of completing the Master in Mechanical Engineering – Energy, Air Conditioning and Refrigeration.

First, a brief introduction will be made regarding the influence of air conditioning systems on the energy performance of buildings, with the design of air conditioning systems as well as the importance of regulation.

The types of air conditioning systems, such as “all air”, “all water” and “water-air” systems, will be described. Emphasis also for ventilation in residential buildings, as well as the types of ducts and pipes used in mechanical engineering projects.

A brief presentation of the company where the internship took place, the functions carried out in the internship as well as the objectives outlined. The main objectives being to deepen knowledge in the various air conditioning systems, namely in their technical characteristics, in the dimensioning and their integration in the buildings, particularly in the housing ones.

Finally, a HVAC project for a single family house will be carried out, with the objective of putting into practice a series of thematic knowledge covered during the internship and academic training.

Keywords: Climatization, Ventilation, Domestic Hot Water (DHW) and Space Heating

ÍNDICE GERAL

CAPÍTULO I - ENQUADRAMENTO	1
1. Enquadramento.....	1
2. Objetivos	2
3. Organização do Plano de estágio	3
CAPÍTULO II – SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO.....	4
1. Introdução	4
2. Conceção de um sistema de climatização.....	4
3. Importância da necessidade de regulamentação	5
4. Breve história da climatização em edifícios	6
5. A escolha do tipo de sistema, na generalidade.....	8
6. Tipos de Sistemas.....	9
7. Ventilação em Edifícios de Habitação	32
8. Método de Desenho Técnico dos Sistemas de Climatização, Conduitas e Tubagens.....	35
9. Perdas de Carga.....	57
10. Vaso de expansão.....	59
11. Anticongelante	60
12. Unidades de climatização.....	60
13. Cargas Térmicas.....	61
CAPÍTULO III – APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	65
1. Historial da Empresa	65
2. Áreas de atuação.....	65
3. Trabalhos mais importantes desenvolvidos na Empresa	67
CAPÍTULO IV – ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO.....	71
1. Introdução	71
2. Processos/Projetos de trabalho	71
3. Tópicos a elaborar para cada processo	90
CAPÍTULO V – PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO PARA EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO	92
1. Enquadramento.....	92
2. soluções construtivas	94
3. Condições de cálculo	97
4. Descrição dos sistemas.....	101
5. Dimensionamento dos sistemas	103
6. QUADROS RESUMO – EQUIPAMENTO AERÁULICO	117
7. QUADROS RESUMO – EQUIPAMENTO HIDRÁULICO.....	119

CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES.....	121
Bibliografia.....	122
ANEXOS	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1– Sistema de condutas de insuflação subterrâneas.....	7
Figura 2 - De um andar e em linha, Fonte: fabricante EVAC, [2]	11
Figura 3 - De um andar e em "L" Horizontal, Fonte: fabricante EVAC, [2].....	11
Figura 4 - De um andar e em "L" Vertical, Fonte: fabricante EVAC, [2].....	12
Figura 5 - De um andar e em "S", Fonte: fabricante EVAC, [2].....	12
Figura 6 - De dois andar, Fonte: fabricante EVAC, [2]	12
Figura 7 - Unidades de Baixo perfil, Fonte: fabricante EVAC, [2].....	12
Figura 8 - Principais equipamentos/constituição de uma UTA, Fonte: fabricante EVAC, [2]	13
Figura 9 - Módulos de filtragem/filtros, Fonte: fabricante EVAC, [2]	13
Figura 10 - Tipos de Recuperadores de calor, Fonte: fabricante EVAC, [2]	14
Figura 11 - Registos de caudal (caixa misturadora), Fonte: fabricante EVAC, [2].....	14
Figura 12 - Atenuadores acústicos, Fonte: fabricante EVAC, [2].....	14
Figura 13 - Equipamentos de uma UTAN, Fonte: [3].....	15
Figura 14 - Tubo Pe-X e tubo multicamada, Fabricante: Giacomini	19
Figura 15 - Pavimento radiante hidráulico, Fabricante: Giacomini	19
Figura 16 - Pavimento radiante ("molhado"), Fabricante: Giacomini.....	20
Figura 17 - Composição do pavimento radiante “molhado”, Fabricante: Giacomini	20
Figura 18 - Composição do pavimento radiante “a seco”, Fabricante: Giacomini	21
Figura 19 - Pavimento radiante ("a seco"), Fabricante: Giacomini.....	21
Figura 20 - Parede radiante, Fabricante: Giacomini.....	22
Figura 21 - Sistema de ligação e distribuição, fabricante: Giacomini.....	23
Figura 22 - Pavimento radiante elétrico, Fabricante: Globovac.....	23
Figura 23 - Ventiloinvetero fixo na parede e do tipo vertical de encostar na parede	24
Figura 24 - Ventiloinvetero do tipo conduta	24
Figura 25 - Ventiloinveteros a 2 tubos.....	25
Figura 26 - Ventiloinveteros com sistema de 2 tubos	25
Figura 27 - Ventiloinvetero a 4 tubos	26
Figura 28 - Ventiloinveteros com sistema de 4 tubos	26
Figura 29 - Ciclo de Refrigeração	26
Figura 30 - Unidade Mural.....	27
Figura 31 - Unidade de Conduta	27
Figura 32 - Unidade de pavimento	27
Figura 33 - Unidade de pavimento ou teto	27
Figura 34 - Ligação do com os distribuidores secundários, Fonte: Fabricante Mitsubishi	29
Figura 35 - Representação esquemática, Fonte: Fabricante Mitsubishi	29
Figura 36 - Representação esquemática, Fonte: Fabricante Mitsubishi	30
Figura 37 - Aquecimento e arrefecimento em simultâneo, Fonte: Fabricante Mitsubishi	30
Figura 38 – Distribuidor, Fonte: Fabricante Mitsubishi	31
Figura 39 - Esquema Hidráulico, Fonte: Fabricante Mitsubishi	31
Figura 40 - Distância/Comprimentos Limites, Fonte: Fabricante Mitsubishi	32
Figura 41 - Ventilação Natural, Fonte:[5]	33
Figura 42 - Ventilação Mecânica, Fonte:[5].....	33
Figura 43 - Ventilação Mecânica com recuperação de Calor, Fonte: Empresa Bonina	34
Figura 44 - Evolução dos desenhos em projetos, Fonte: Academia Luzo Cuanza.....	36
Figura 45 - Comparação em desenhar entre BIM e CAD 2D, Fonte: Academia Luzo Cuanza	36
Figura 46 - Tirantes de estabilidade (Tie Rod), Fonte [8].....	38

Figura 47 - Perno de suspensão (A), Fonte [8].....	39
Figura 48 - Fixação direta (perfil em "L"), Fonte [8].....	39
Figura 49 - Suportes de fixação, Fonte [8].....	40
Figura 50 - Junta flexível, Fonte [8].....	40
Figura 51 - Quadro com as condições técnicas para diferentes tipos de conduta flexível, Fonte [6]...	42
Figura 52 - Ligação de conduta flexível a unidades terminais, Fonte: [6]	43
Figura 53 - Isolamento pelo exterior, Fonte: Isover	47
Figura 54 - Isolamento pelo interior, Fonte: Isover.....	48
Figura 55 - Conduta com resistência ao fogo, Fonte: Isover.....	48
Figura 56 - Portas de visita; Fonte [10]	50
Figura 57 - Régua de dimensionamento de condutas	51
Figura 58 - Dimensões da tubagem de Aço, segundo [12].....	53
Figura 59- Esquema com vaso de expansão.....	59
Figura 60 - Trabalhos desenvolvidos em Habitações.....	67
Figura 63 - Vila Vita Park	68
Figura 61 - Marinotel - Tivoli	68
Figura 62 - Hotel Quinta do Lago	68
Figura 64 - Hotel Aquashow	68
Figura 65 - Aldeamento turístico HAPIMAG.....	68
Figura 66 - Hotel Atrium Faro	68
Figura 67 - Portugal Telecom.....	68
Figura 68 - Grupo Rolear	68
Figura 69 - Concelho da Comunidade Económica Europeia	68
Figura 70 - Aeroporto de Faro.....	69
Figura 71 - Fabrica do Inglês	69
Figura 72 - Quinta Shooping (Loulé)	69
Figura 73 - Nobel School Internacional do Algarve	69
Figura 74 - Escola secundária de Loulé	69
Figura 75 - Centro Comunitário	69
Figura 76 - Hospital Distrital de Faro	69
Figura 77 - Unidade Radioterapia de Faro	69
Figura 78 - Unidade de Cuidados Continuados.....	69
Figura 79 - Portimão Arena.....	70
Figura 80 - Centro de Congressos Parque das Cidades	70
Figura 81 - Biblioteca Municipal de Loulé	70
Figura 82 - Aquashow Indoor Park	70
Figura 83 - Aquashow Park.....	70
Figura 84 - Piscinas Municipais de Albufeira	70
Figura 85 - Modelação do Edifício.....	93
Figura 86 - Envolvente Exterior, Fonte: Software CypeTherm Loads.....	94
Figura 87 - Paredes Interiores, Fonte: Software CypeTherm Loads	94
Figura 88 - Muro de Suporte, Fonte: CypeTherm Loads	95
Figura 89 - Pavimento em contacto com o solo, Fonte: CypeTherm Loads	95
Figura 90 - Pavimento em contacto com o solo, Fonte: CypeTherm Loads	96
Figura 91 - Pavimento em contacto com ENU, Fonte: CypeTherm Loads.....	96
Figura 92 - Pavimento em contacto com o Exterior, Fonte: CypeTherm Loads.....	96
Figura 93 - Cobertura Exterior, Fonte: CypeTherm Loads	96
Figura 94 - Vão envidraçado, Fonte: CypeTherm Loads	97

Figura 95 - Temperaturas exteriores, Fonte: CYPE	98
Figura 96 - Resumo das Cargas térmicas de arrefecimento, Fonte: CypeTherm Loads	99
Figura 97 - Carga máxima simultânea de arrefecimento, Fonte: CypeTherm Load	99
Figura 98 - Evolução horária da carga máxima de arrefecimento, Fonte: CypeTherm Load	100
Figura 99 - Evolução anual da carga máxima simultânea de arrefecimento, Fonte: CypeTherm Load	100
Figura 100 - Resumo das Cargas térmicas de aquecimento, Fonte: CypeTherm Load.....	101
Figura 101 - Seletor com múltipla distribuição para recuperação de calor (BS-Q14AV1).....	107
Figura 102 - Dados técnicos Bomba de Calor.....	120
Figura 103 - Dados técnicos bombas circuladoras	120

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Caudais usuais na Ventilação Mecânica, Adaptação de [6].....	34
Tabela 2 - Normas aplicáveis às condutas, acessórios e atenuador de som, adaptado de [6].....	43
Tabela 3 - Dimensões Standard das condutas Retangulares, Fonte: Sandometal.....	45
Tabela 4 - Diâmetros nominais recomendados	46
Tabela 5 - Diâmetros adicionais.....	46
Tabela 6 - Diâmetros que não constam na EN 1506	46
Tabela 7 - Diâmetro de condutas do tipo Spiro e Parede lisa em Aço Inox	46
Tabela 8 - Diâmetro Standard para condutas Flexíveis.....	46
Tabela 9 - Espessura mínima de isolamento para condutas e acessórios, Adaptado de [9]	49
Tabela 10 - Dimensões das portas de visita.....	50
Tabela 11- Velocidade do ar em condutas (Adaptado de [1]).....	51
Tabela 12 - Diâmetro da tubagem aço inox.....	54
Tabela 13 - Diâmetro de tubagens de cobre, adaptado de [13]	55
Tabela 14 - Dimensões Tubagens de Cobre, Adaptado de Pinto&Cruz.....	55
Tabela 15 - Espessura mínima de isolamento de tubagens [mm], (Adaptado:[9]).....	56
Tabela 16 - Área da Moradia.....	92
Tabela 17 - Verificação das capacidades das U.I.'s com funcionamento em simultâneo.....	106
Tabela 18 - Número de ocupantes em função da tipologia	109
Tabela 19 – Dados de cálculo da caixa pavimento radiante 01	112
Tabela 20 - Resumo circuitos da caixa pavimento radiante 01	113
Tabela 21 - Dados de cálculo da caixa pavimento radiante 02	113
Tabela 22 - Resumo circuitos da caixa pavimento radiante 02	113
Tabela 23 - Dados de cálculo da caixa pavimento radiante 03	114
Tabela 24 - Resumo circuitos da caixa pavimento radiante 03	114
Tabela 25 - Dados técnicos da unidade exterior (VRV)	117
Tabela 26 - Dados técnicos das unidades interiores (VRV).....	117
Tabela 27 - Dados técnicos das unidades (Split).....	118
Tabela 28 - Dados técnicos dos ventiladores	118

LISTA DE ABREVIATURAS

AC – Ar Condicionado
Ac – Área da Secção Reta
A_I – Área de chapa
AQS – Água Quente Sanitária
AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
BC – Bomba de Calor
BIM – Building Information Model
CAD – Computer Aided Design
CE – Certificado Energético
CFD – Computational Fluid Dynamics
CLO – Unidade de medição da resistência térmica da roupa
COP – Coeficiente de Performance
CYPE – Software para Engenharias e Construção
D_E – Diâmetro Equivalente
DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia
D_H – Diâmetro Hidráulico
EER – Rácio de Eficiência Energética
EPS - Poliestireno Expandido
GFI – Gerenciamento Facilitado da Informação
GTC – Gestão Técnica Centralizada
ISE – Instituto Superior de Engenharia
MAI – Modelagem da Informação da Arquitetura
MEM – Mestrado de Engenharia Mecânica
MET – Unidade utilizada para descrever a energia produzida por unidade de área de uma pessoa
MIP – Modelagem da Informação de Ponte
MIS – Modelagem da Informação da Simulação
MSIC – Modelagem da Informação de Simulação da Construção
PA – Pascal
PCE – Pré Certificado Energético
PE-X – Polietileno Reticulado
PMV – Valor de voto Médio Previsto
PPD – Percentagem de Pessoas Insatisfeitas com as Condições do Ambiente
PVC – Polietileno de Vinilo
QAI – Qualidade do Ar Interior
SCE.ER – Software disponibilizado pela DGEG para cálculo do aproveitamento de Energias Renováveis em edifícios
SMACNA – Associação Nacional de Contratantes de Chapa Metálica e Ar Condicionado
UALG – Universidade do Algarve
UD – Unidade de Desumidificação
UE – Unidade Exterior
UI – Unidade Interior
UTA – Unidade de Tratamento de Ar
UTAN – Unidade de Tratamento de Ar Novo
VC – Ventiloinvetor
VE – Ventilador
VRF – Variable Refrigerant Flow
VRV – Volume de refrigerante Variável

CAPÍTULO I - ENQUADRAMENTO

1. ENQUADRAMENTO

O Mestrado em Engenharia Mecânica (MEM) – Energia, Climatização e Refrigeração, lecionado no Instituto Superior de Engenharia (ISE) na Universidade do Algarve (UALG), tem a duração de dois anos letivos. No primeiro ano são lecionadas dez unidades curriculares e no segundo ano 5 unidades curriculares, sendo uma última unidade curricular o Plano de Dissertação, Projeto ou Estágio.

A opção adotada foi a realização de um Estágio curricular, com o objetivo de angariar experiência profissional no mercado de trabalho. Para realizar o Estágio foi estabelecido um protocolo entre a UALG, a empresa Sintec - Sociedade de Investimentos e Consultoria, Lda e o aluno. O estágio teve uma duração total de 840 horas sendo 80 horas reservadas para efeitos de trabalho direto na execução do presente relatório de estágio.

O presente relatório descreve as tarefas efetuadas ao longo do estágio na empresa, podendo ser dividido em três partes. Numa primeira fase sucede-se a análise de tipos de sistemas de climatização mais comuns a implementar em edifícios de habitação, tendo em consideração os aspetos técnicos e económicos. A segunda fase trata-se da descrição das várias tarefas a serem realizadas nos diferentes processos, tais como:

- Definição de traçados e a sua integração no edifício;
- Dimensionamentos de sistemas principais e auxiliares;
- Elaboração de peças escritas de projeto (memórias descritivas, caderno de encargos e mapa de quantidades);
- Desenho técnico dos sistemas.

A terceira e última tarefa foi a elaboração de um projeto de climatização, nas suas diferentes fases para um edifício de habitação.

2. OBJETIVOS

As funções desempenhadas na empresa tiveram como objetivo o dimensionamento de sistemas de climatização para vários tipos de edifícios. Assim, um dos objetivos foi o aprofundamento e conhecimentos a nível dos diversos sistemas de climatização a implementar em edifícios no geral e em particular nos de habitação. Um outros objetivo alcançado terá sido como trabalhar em equipa, na organização das etapas de um projeto, bem como a integração progressiva no mercado de trabalho, nas áreas de energias renováveis e climatização, tendo contacto com os fabricantes dos diversos equipamentos.

O estágio irá ao encontro da realidade tecnológica e normativa desta engenharia, utilizando soluções inovadoras para a redução dos consumos energéticos e a sua integração com a arquitetura dos edifícios.

No presente documento será abordada as temáticas chaves do projeto dos sistemas mecânicos AVAC, de produção de águas quentes sanitárias (AQS) e aquecimento ambiente, dos quais se salientam os seguintes:

- Cálculo de cargas térmicas;
- Dimensionamento de sistemas principais e auxiliares;
- Definição de traçados e sua integração no edifício.
- Desenho técnico dos sistemas.
- Elaboração de peças escritas de projeto.

3. ORGANIZAÇÃO DO PLANO DE ESTÁGIO

O presente documento encontra-se estruturado de acordo com os principais objetivos, sendo dividido em 5 capítulos.

Capítulo I – é descrito um enquadramento do trabalho realizado ao longo do estágio, com os principais objetivos à tomada de decisão pela opção de estágio, bem como a estrutura global do presente documento.

Capítulo II – será composto por alguns fundamentos teóricos, descrevendo alguns dos sistemas de climatização mais usuais em edifícios de habitação, método de cálculo de cargas térmicas, a importância e métodos de desenho técnico dos sistemas de climatização bem como dos equipamentos complementares à instalação. Será ainda referido neste capítulo, o método de dimensionamento dos respetivos equipamentos e/ou acessórios existentes num projeto.

Capítulo III – é feita uma breve apresentação da empresa, com o seu historial, as áreas de atuação, bem como alguns dos trabalhos mais importantes desenvolvidos.

Capítulo IV – será descrito em detalhe todas as atividades desenvolvidas, nos diferentes processos, durante o período de estágio na empresa.

Capítulo V – neste capítulo será desenvolvido uma atividade de componente prática mais detalhada, sendo realizado uma análise mais pormenorizada de um dos sistemas de climatização com os respetivos dimensionamentos, cálculo das necessidades de Água Quente Sanitária (AQS) bem como a implementação de pavimento radiante.

Capítulo VI – por fim serão apresentadas as principais conclusões retiradas no desenvolvimento do estágio bem como no desenvolvimento do presente documento.

Serão ainda apresentadas as referências bibliográficas utilizadas como auxiliares no desenvolvimento deste documento, e os anexos onde poderemos encontrar os cálculos utilizados no *software* CYPE.

CAPÍTULO II – SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO

1. INTRODUÇÃO

No presente capítulo pretende-se descrever a concessão de um sistema de climatização, que integram um conjunto de conhecimentos. A necessidade de regulamentação é fundamental para uma boa conceção dos sistemas a climatizar bem como os níveis de segurança.

Relatar uma breve história da climatização, descrever os tipos de sistemas de climatização mais convencionais (Sistemas tudo ar, sistemas tudo água, sistemas água-ar e sistemas de expansão direta).

2. CONCEÇÃO DE UM SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO

Segundo os autores [1], para conceber corretamente um sistema de climatização é necessário agregar um vasto conhecimento de várias áreas, nomeadamente como o tratamento físico-matemático dos fenómenos de transmissão de calor e massa, os fenómenos termoigrométricos e biológicos que regulam o conforto, os princípios de funcionamento dos diversos equipamentos, bem como a regulamentação existente em vigor.

A conceção de um sistema de climatização, não deverá ser entendida como apenas a aplicabilidade de um sistema que permita remover as cargas térmicas de um determinado espaço, garantindo unicamente as condições para o qual foi dimensionada a instalação. Deverá garantir:

- Corretas condições de funcionamento em períodos de utilização distintos dos de projeto;
- Nas diferentes condições de funcionamento da instalação, deverá operar sempre de forma eficiente;
- A motorização por forma a serem seguidas e registadas as condições de funcionamento, nomeadamente a (temperatura, pressão, caudal, consumo);
- A facilidade de manutenção.

Uma instalação deve ser concebida tendo em atenção ao seu tempo de vida útil, que é inferior ao tempo de vida de um edifício, para tal, será necessário durante o tempo de vida do edifício proceder à manutenção/reparação e/ou mesmo à substituição da instalação, em particular dos equipamentos principais e secundários.

Existem diversos conceitos base que devem estar presentes no momento da decisão da concepção de uma instalação bem como na seleção dos equipamentos de climatização, nomeadamente:

- A qualidade das condições interiores;
- A interação pela envolvente;
- Os problemas energéticos e ambientais resultantes de uma instalação de climatização, bem como as suas limitações;
- Vantagens e inconvenientes dos diferentes tipos de instalação;
- Regulamentação existente, em particular no que respeita às restrições que impõe.

3. IMPORTÂNCIA DA NECESSIDADE DE REGULAMENTAÇÃO

De acordo ainda com os autores [1], com a diversidade de opções de concepção de sistemas, com graus de eficiência, de segurança e facilidade de condução variadas, é possível climatizar o mesmo espaço com inúmeras soluções.

Por outro lado, é necessário impor restrições na escolha dos sistemas e dos equipamentos de climatização, bem como na condução das instalações, por forma a garantir uma utilização de energia considerada minimamente aceitável. Sendo também natural a existência de regulamentação por razões de segurança relativamente ao uso de determinados materiais e fluidos. Neste ponto de vista tem vindo a ser reforçada um conjunto de regulamentações e normas que indicam a metodologia a aplicar, nomeadamente:

- Na determinação de propriedades;
- No dimensionamento;
- Na instalação;
- Na execução e manutenção;
- Tipo de sistemas/equipamentos/fluidos;
- Segurança que o sistema deverá obedecer na sua implementação.

A regulamentação será sempre atualizada consoante a evolução tecnológica dos sistemas de climatização, englobando os respetivos equipamentos/materiais bem como os fluidos que possam ser utilizados.

4. BREVE HISTÓRIA DA CLIMATIZAÇÃO EM EDIFÍCIOS

Segundo o fabricante Carrier, em 1902 Willis Carrier, inventou um processo mecânico para condicionamento de ar. A finalidade dessa invenção serviu para colmatar o problema de uma empresa de impressão em dias quentes. Esse processo mecânico permitia controlar a humidade bem como a temperatura da fábrica.

De acordo com fabricante Web ar condicionado, anos mais tarde, 1906, surgiu o conceito “ar-condicionado”. O engenheiro Willis Carrier criou o seu próprio aparelho a fim de explorar formas de adicionar humidade ao ar da sua fábrica de tecidos.

Os primeiros aparelhos de condicionamento de ar, utilizavam gases tóxicos ou mesmo inflamáveis como a amônia, o clorometano bem como o propano, o que poderia resultar em acidentes fatais, com uma simples má manobra.

Em 1914 foi aplicado pela primeira vez o ar-condicionado numa residência (mansão) bem como no Hospital de Pittsburgh. O sistema no Hospital introduzia humidade a um espaço destinado a partos prematuros, permitindo assim reduzir a mortalidade causada pela desidratação.

Em 1940 foi a força maior do condicionamento de ar em edifício como teatros, bares e escritórios, segundo o fabricante web ar condicionado.

Passado cerca de três décadas, surge os modelos do tipo de janela, sendo feitos por uma estrutura simples composta pelo condensador, evaporador, compressor e dispositivo de expansão, sendo o fluido refrigerante R-12 mais designado na época por Freon-12.

Adaptado por artigo pessoal de (João Lopes, 2015), em edifícios do tipo moradias de alguma dimensão, na década de 80 e início da década de 90 era usual aplicar sistemas AVAC centralizado do tipo ar-ar, constituído por uma unidade de climatização compacta do tipo bomba de calor própria para ligação a condutas. A rede de condutas que distribui o ar aos diferentes espaços era usualmente enterrada. Tendo as grelhas de insuflação nos diferentes compartimentos instaladas no pavimento, enquanto que as grelhas de retorno eram instaladas na zona central de entrada das moradias.

As principais vantagens residiam na integração arquitetónica (menor impacto visual) e nos baixos níveis de ruído. Efetivamente, a instalação da unidade de climatização no exterior ou em compartimento próprio e a uma distância considerável das grelhas de insuflação e retorno, estas estrategicamente localizadas no interior da moradia, tornavam o sistema praticamente impercetível em termos estéticos bem como de ruído. A principal desvantagem residia no facto

do controlo do sistema ser limitado (ligado ou desligado integralmente) o que se refletia nos consumos de energia.

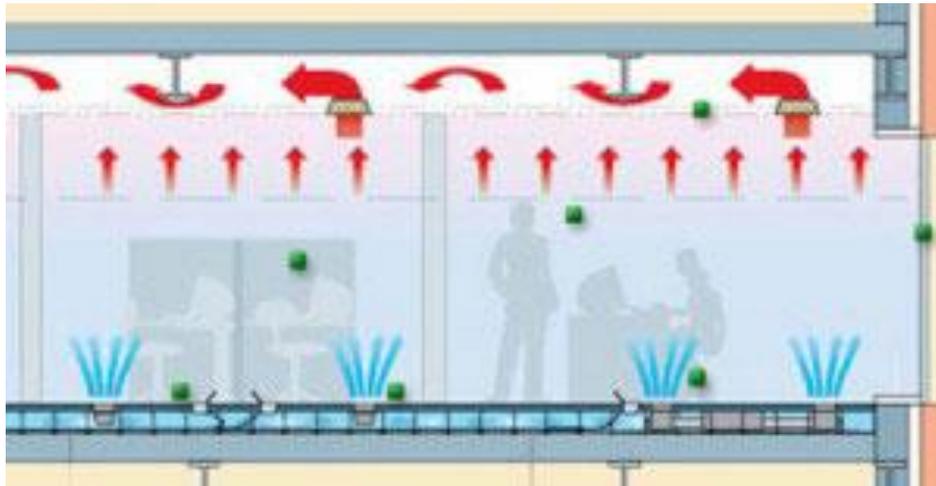


Figura 1– Sistema de condutas de insuflação subterrâneas

Também era usual a utilização de sistemas centralizados ar-água constituídos por um chiller bomba de calor ou chiller e caldeira que alimentavam um conjunto de ventiloconvectores, distribuídos pelos diferentes espaços constituintes da moradia. Sendo a unidade chiller destinada à produção de água refrigerada e as unidades do tipo bomba de calor ou caldeira destinadas como produção de água quente.

A partir da década de 90 os sistemas de AVAC, com os seus componentes, redes de distribuição de ar tratado, unidades interiores e redes distribuidoras do fluido frigorígeno, passavam a circular em tetos falsos com maior frequência, pelo facto da instalação ser executada com maior facilidade, bem como em termos de manutenção futuros terem uma melhor acessibilidade, quando comparado com os sistemas instalados no pavimento como era habitual na década de 80.

De acordo com o autor [1], os fabricantes de sistemas de climatização tem particularmente interesse estudar as evoluções dos fluidos frigorígeno num ciclo frigorífico de compressão de vapor ou de absorção, das evoluções do ar húmido nas Unidades de Tratamento de Ar (UTA's) e dos locais a serem climatizados. O princípio geral utilizado nestes ciclos é utilizar um fluido, num circuito fechado, em que terá de receber o calor do fluido que se pretende arrefecer a uma temperatura baixa, para depois colocá-lo num outro meio em que a temperatura esteja mais elevada.

Atualmente os fabricantes tentam reduzir ao máximo a utilização de fluidos que sejam prejudiciais para o meio ambiente, como tal tem adotados inúmeras soluções de alternativa. A

água como fluido de transferência de energia, conjugada com a utilização de bombas de calor, chillers e mesmo caldeiras como fontes de produção de energia térmica.

5. A ESCOLHA DO TIPO DE SISTEMA, NA GENERALIDADE

Para que haja um conforto térmico satisfatório no interior dos edifícios, deve-se elaborar um projeto de instalações mecânicas de climatização que considere aspetos como:

- Ventos dominantes;
- Posicionamento do edifício;
- Tipo de fachada e/ou envolventes;
- Fontes de calor (pessoas, equipamentos, etc, ...).

Ao analisar criticamente tais aspetos, projeta-se o sistema mais adequado e/ou enquadrado no que diz respeito à eficiência energética, interferências com outros possíveis sistemas, especificação dos equipamentos, bem como garantir a melhor relação custo/benefício do(s) sistema(s) a adotar.

O sistema a selecionar/optar dependerá principalmente das necessidades dos locais a climatizar, bem como as verbas disponíveis dos donos de obra para o investimento de um sistema de climatização. Podem existir sistemas apenas para fins de aquecimento ou de arrefecimento e/ou para efetuar ambas em simultâneo caso pretendido.

De acordo com os autores [1], apenas alguns sistemas permitem possuir a função de aquecimento e arrefecimento em simultâneo, como por exemplo, um sistema estar a efetuar aquecimento numa determinada zona de um edifício e em simultaneamente estar a satisfazer o arrefecimento noutra compartimento do edifício. Este tipo de necessidades ocorre geralmente nos períodos de meia-estação, devido aos ganhos térmicos pela radiação solar direta serem mais elevados a horas dispersas, consoante a orientação dos vãos envidraçados das diferentes compartimentações. Este fenómeno também poderá ocorrer na estação de Inverno em espaços em que as cargas internas são diferentes. Basicamente este tipo de necessidade ocorrer pelos diferentes níveis de conforto, que varia para diferentes tipos de utilizadores dos espaços.

Em determinados espaços poderá ser necessário um maior controlo da temperatura (aquecimento/arrefecimento), controlo na qualidade do ar, tendo em conta o teor de água no ar em termos de humificação e/ou desumificação, controlo dos caudais de ar (extraído, insuflado, ar novo), ação sobre a pressão pretendida num determinado espaço, bem como a

integração de técnicas eficientes de ventilação (arrefecimento e/ou aquecimento gratuito e recuperação de energia). Normalmente para este tipo de tratamentos de ar são utilizadas UTA's (Unidades de Tratamento de Ar). A interligação dos controlos a impor irá depender das condições exigidas para cada tipo de espaço em estudo. Poderá haver ainda em determinados espaços que tenham a preferência para um tratamento de ar que opere com 100% de ar novo (tratando apenas o ar exterior), é normalmente utilizado uma UTAN (Unidade de Tratamento de Ar Novo) para este tipo de tratamento.

6. TIPOS DE SISTEMAS

Os sistemas de condicionamento de ar aplicados nos diversos edifícios, na prática podem ser classificados:

- Quanto à área pretendida a climatizar;
- Segundo o tipo de fluido térmico;
- Quanto ao seu nível de risco para a segurança dos ocupantes.

6.1. Classificação dos sistemas em função da área a climatizar

Segundo o(s) autor(es) [1], tendo em conta a área a climatizar bem como a zona de implantação dos equipamentos produtores de energia térmica (calor e/ou frio), os sistemas de climatização podem ser designados como sistemas centralizados ou individuais.

6.1.1. Sistemas centralizados

Os equipamentos destinados para o aquecimento e/ou arrefecimento de um determinado espaço, deverão servir a totalidade ou a maioria do edifício, os equipamentos que compõem o circuito primário, deverá estar localizado em pontos estratégicos (zonas técnicas) acordados com o(a) arquiteto(a) e/ou dono de obra, em que apenas o pessoal destinado execução e à manutenção dos equipamentos terá acesso.

Estes tipos de sistemas podem servir vários espaços através de uma distribuição de fluido de transferência de energia (ar, água e/ou fluido frigorigéneo) pelos equipamentos terminais instalados nos diversos espaços destinados a condicionamento de ar. Normalmente este tipo de sistemas são usuais em grandes edifícios, com elevadas necessidades de climatização, como por exemplo escritórios, pavilhões, grandes habitações, etc.

6.1.2. Sistemas Individuais

Os equipamentos destinados a aquecimento e/ou arrefecimento de um determinado ambiente são compactos, como o próprio nome indica, servem apenas um local, compostos nomeadamente por uma unidade exterior e outra interior, utilizam o sistema de expansão direta de um fluido refrigerante, isto é, aparelhos de ar condicionado em que o princípio de funcionamento consiste em absorver energia de um determinado espaço e libertá-la noutra. A este tipo de equipamentos são normalmente designados por “*Split’s*”, destinados nomeadamente em edifícios pequenos com reduzidas necessidades de climatização.

6.2. Classificação dos sistemas em função do fluido térmico

Os sistemas de condicionamento de ar poderão ser classificados segundo o(s) tipo(s) de fluido(s), que circulam desde das unidades produtoras (frio ou calor) até as unidades terminais. Contudo os sistemas de condicionamento de ar poderão ser definidos nos seguintes grupos:

- Sistemas Tudo Ar;
- Sistemas Tudo Água;
- Sistemas Água – Ar;
- Sistemas de Expansão Direta de um Fluido Frigorígeno.

6.2.1. Sistemas Tudo Ar

Normalmente neste tipo de sistemas existem unidades produtoras de água fria e água quente (Chiller, Bombas de calor e Caldeiras), que asseguram a produção primária de frio e/ou calor (utilizando fluidos refrigerantes e água), necessária para os equipamentos de tratamento de ar (UTA’s/UTAN’s).

6.2.1.1. Unidades de Tratamento de Ar (UTA’s)

De acordo com o fabricante EVAC, [2], uma Unidade de Tratamento de Ar (UTA) aplica-se a qualquer processo de climatização em que se pretende um controlo rigoroso das condições do ar, tais como: temperatura, humidade, filtragem e pressão. Tendo em conta as normais preocupações com os níveis acústicos, ambientais e de eficiência energética.

Este tipo de equipamento integra todos os processos de evolução do ar, sendo controláveis, de acordo com as necessidades previstas e/ou requeridas, para uma determinada zona a climatização.

Este tipo de equipamento tem as possíveis funções:

- Filtragem de ar;
- Aumento, diminuição da temperatura do ar (aquecimento/arrefecimento);
- Aumento ou diminuição do teor em água do ar (humidificação/desumidificação);
- Controlo dos caudais de ar (extraído, insuflado, ar novo);
- Acção sobre a pressão do espaço;
- Integração de técnicas eficientes de ventilação:
 - Arrefecimento ou aquecimento gratuito;
 - Recuperação de energia.

Uma UTA é constituída por diversos “sub-equipamentos”, tais como: ventiladores, permutadores de calor (“baterias de água”, recuperadores de calor, etc.), registos de caudal, filtros e atenuadores acústicos. O número de módulos constituintes de uma UTA vai aumentando de acordo com o aumento do número de processos de tratamento previstos para o ar de diferentes compartimentos, que conseqüentemente também irá variar a dimensão da UTA. Poderá ter diferentes configurações dependendo da sua função e do espaço de implantação do equipamento, podendo ser:

- De um andar e em linha

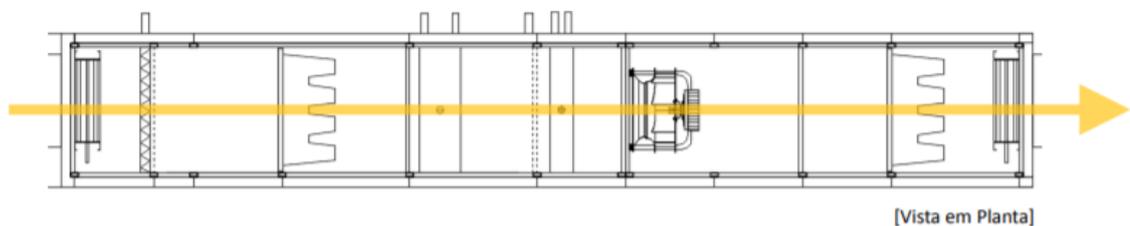


Figura 2 - De um andar e em linha, Fonte: fabricante EVAC, [2]

- De um andar e em “L” Horizontal

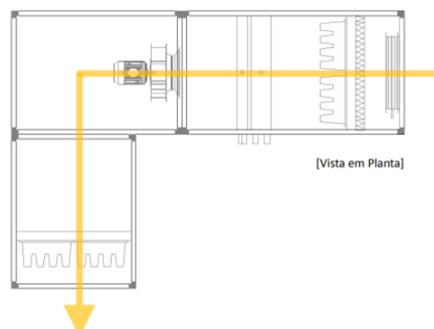


Figura 3 - De um andar e em "L" Horizontal, Fonte: fabricante EVAC, [2]

- De um andar e em “L” Vertical

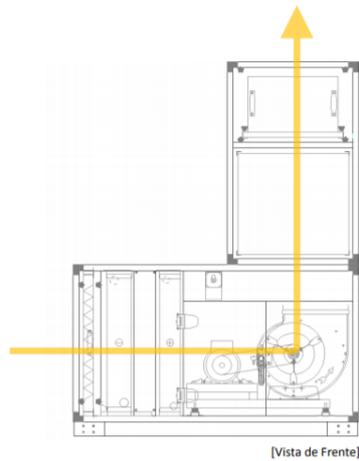


Figura 4 - De um andar e em "L" Vertical, Fonte: fabricante EVAC, [2]

- De um andar e em “S”

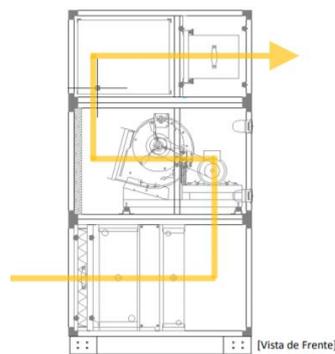


Figura 5 - De um andar e em "S", Fonte: fabricante EVAC, [2]

- De dois andares

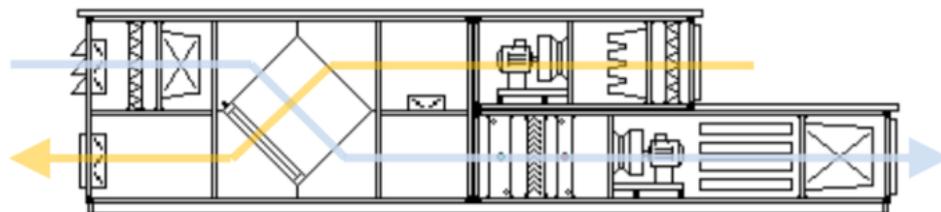


Figura 6 - De dois andar, Fonte: fabricante EVAC, [2]

- Unidades de Baixo perfil, montagem em teto falso

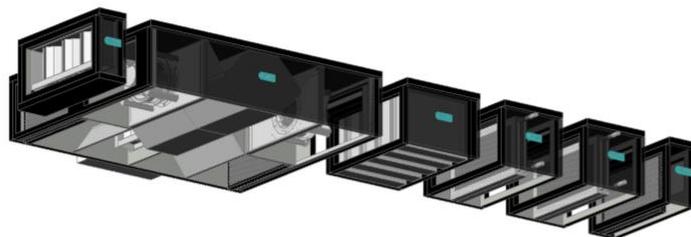


Figura 7 - Unidades de Baixo perfil, Fonte: fabricante EVAC, [2]

Principais equipamentos/constituição de uma UTA:

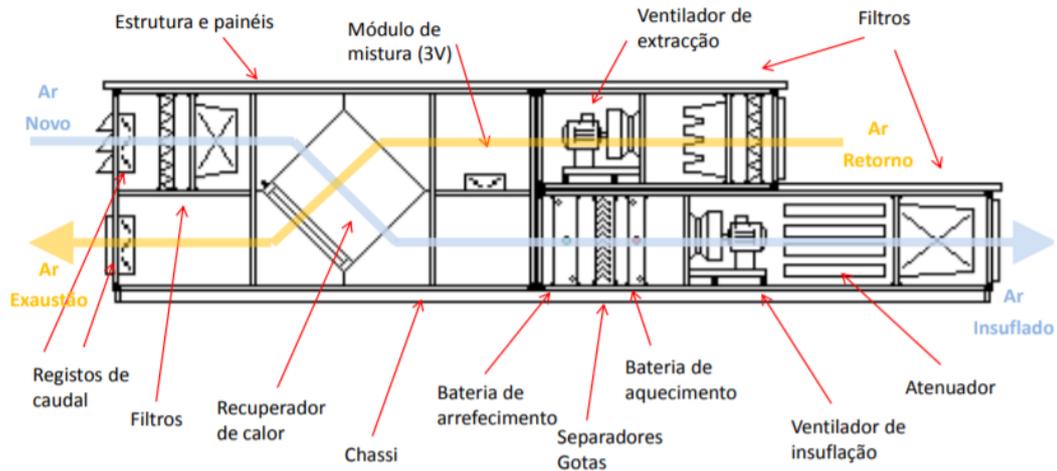


Figura 8 - Principais equipamentos/constituição de uma UTA, Fonte: fabricante EVAC, [2]

Módulos de aquecimento/arrefecimento:

- Normalmente são baterias de água (permutadores ar/água: tubos de cobre alhetados a alumínio);
- Em alternativa poderá ser resistências elétricas (aquecimento) ou baterias de expansão direta (aquecimento/arrefecimento).

Módulos de filtragem/filtros:

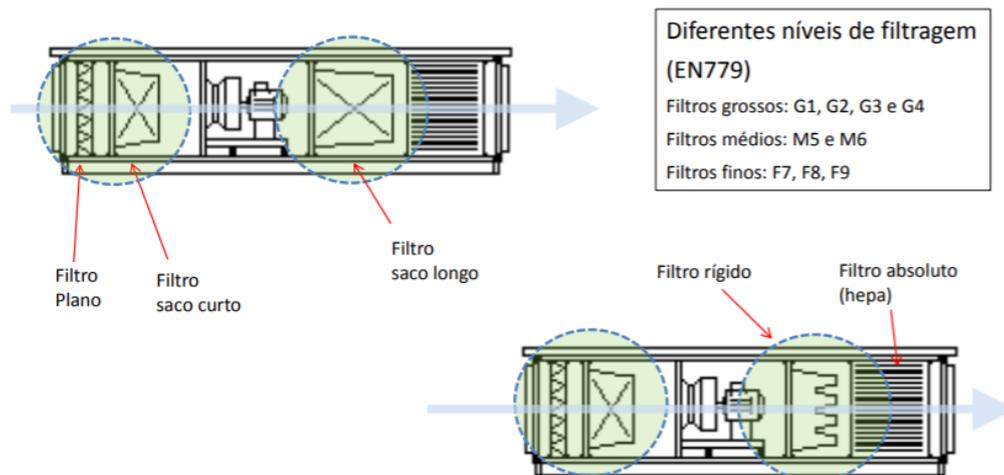


Figura 9 - Módulos de filtragem/filtros, Fonte: fabricante EVAC, [2]

Recuperador de calor:

- De placas;
- De roda térmica;
- De baterias (“run-around coil”)

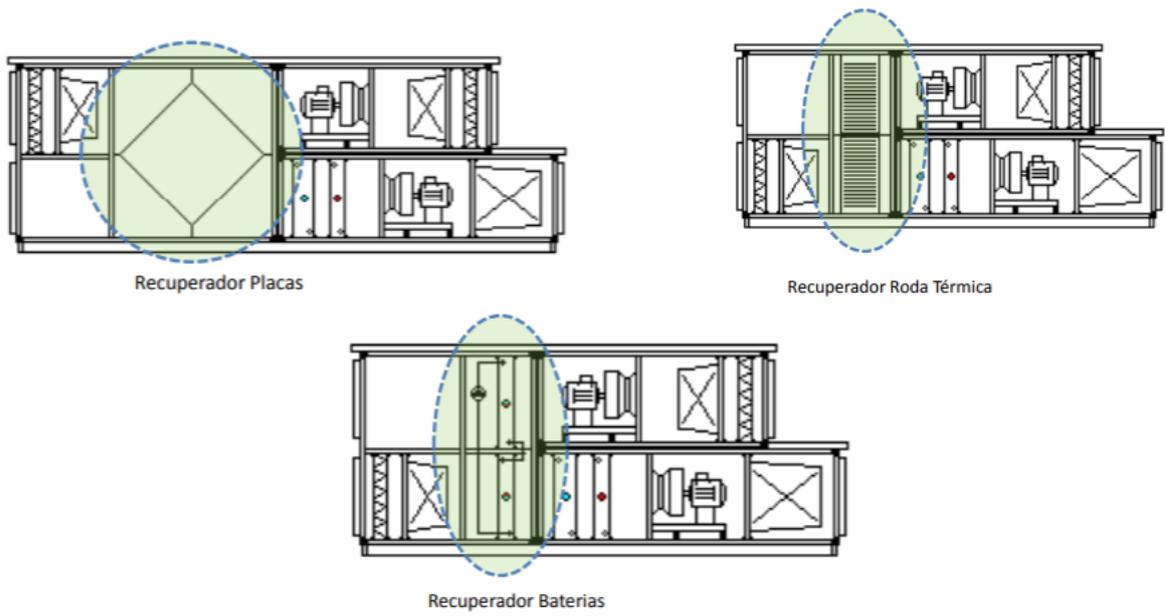


Figura 10 - Tipos de Recuperadores de calor, Fonte: fabricante EVAC, [2]

Registos de caudal (caixa de mistura):

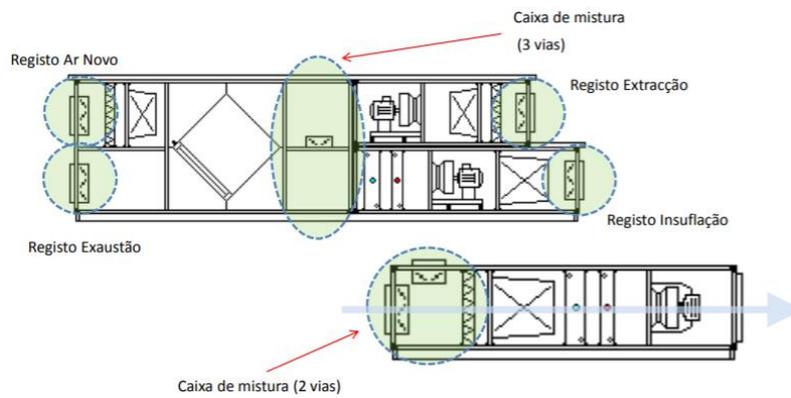


Figura 11 - Registos de caudal (caixa misturadora), Fonte: fabricante EVAC, [2]

Atenuadores acústicos:

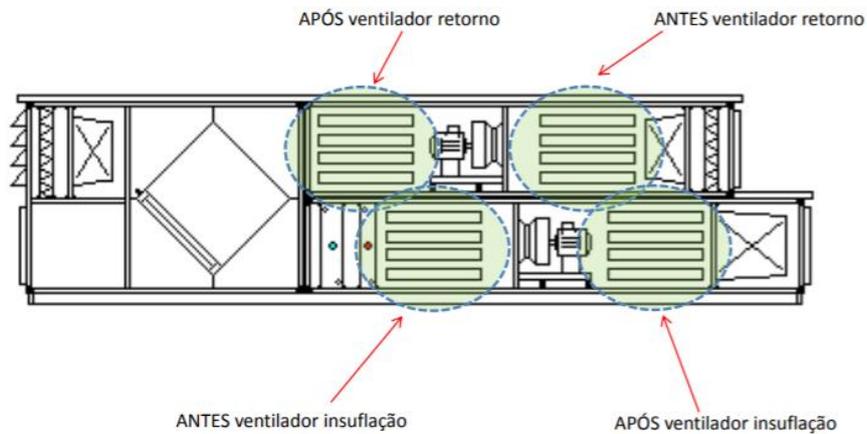


Figura 12 - Atenuadores acústicos, Fonte: fabricante EVAC, [2]

As UTAS terão ainda diversos outros componentes e acessórios complementares no equipamento, como:

- Humidificadores;
- Separadores de gotas;
- Tabuleiros de condensados;
- Combas de condensados;
- Atenuadores (motorização de registos);
- Ligações hidráulicas;
- Controlo.

6.2.1.2. Unidades de Tratamento de Ar Novo (UTAN's)

As Unidades de Tratamento de Ar Novo operam com 100% de ar novo, ou seja, tratam apenas o ar exterior. Tem como função no condicionamento de ar efetuar a circulação, trabalhar como parte de um sistema de aquecimento, ventilação e de ar condicionado.

Uma UTAN é constituída por diversos “sub-equipamentos” dentro de uma caixa metálica, tais como: ventiladores, baterias de aquecimento e/ou arrefecimento, filtros, equipamentos de medição e as grelhas de admissão e extração.

As UTAN's são aconselhadas a utilizar em todas as situações, em que é exigido um elevado rigor de controlo das condições do ar interior de um edifício, principalmente em hotéis, hospitais entre outros, em que o controlo da temperatura, humidade, filtragem e higiene são parâmetros de extremo controlo para uma determinada situação clínica de um utente de uma unidade hospitalar.

Equipamentos de uma UTAN, como ilustra a seguinte figura:

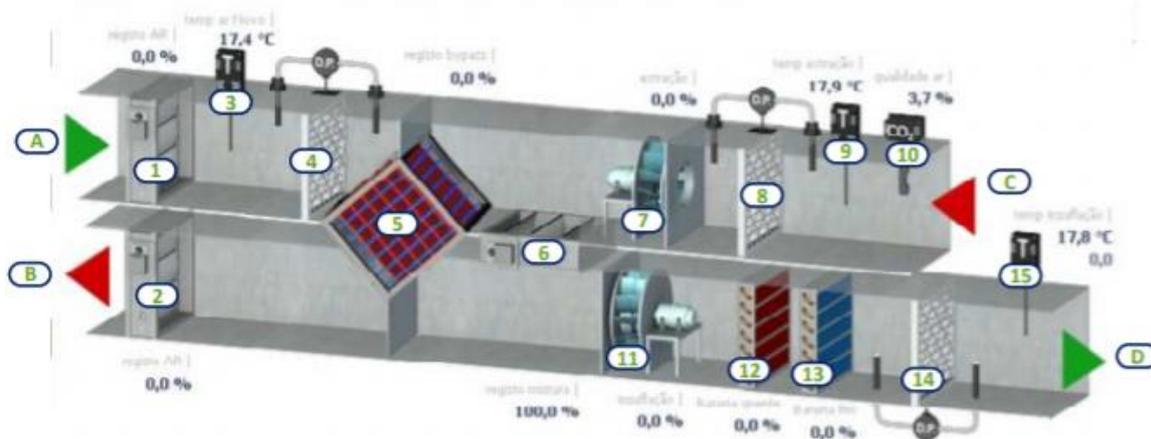


Figura 13 - Equipamentos de uma UTAN, Fonte: [3]

Segundo o autor [3], o ponto “A” representa a entrada de ar novo (ar exterior) no sistema pronto a ser tratado e o ponto “B” indica a extração de ar viciado para o meio ambiente exterior. No ponto “C” indica a entrada de ar viciado na UTAN, proveniente do espaço interior a ser tratado, ou seja, ar sem a qualidade necessária para traçar o espaço onde a UTAN está a climatizar e, no ponto “D” representa o ar tratado pela UTAN, pronto a ser insuflado nos respectivos espaço ou espaços a serem tratados.

Grelhas de admissão e extração

Nas extremidades em que se encontra a admissão de ar “A” e extração de ar “B” da UTAN, existem dois registros de ar “1” e “2” com a funcionalidade de fechar a passagem de ar nas condutas quando os ventiladores mecânicos permanecerem desligados, com o objetivo de redução dos consumos energéticos com as perdas térmicas, ou quando o equipamento permanece apenas no modo de recirculação do ar existente no espaço, sem que exista a introdução de ar novo nem rejeitado.

Numa UTAN não existe registo de mistura de caudal como está representado no ponto “6”, uma vez que o equipamento funciona com 100% de ar novo, ao contrário do que acontece com uma UTA o ponto “6” faria todo o sentido existir para rentabilizar o equipamento em termos de eficiência.

Ventiladores Mecânicos

Os ventiladores mecânicos estão representados nos pontos “7” e “11”, sendo o ventilador de extração e insuflação de ar respetivamente, com a funcionalidade de circular o ar pelas condutas com as respetivas pressões desejadas.

Baterias de Aquecimento e Arrefecimento

Os elementos associados ao aquecimento e ao arrefecimento do espaço a tratar estão representados nos pontos “12” e “13” respetivamente, isto para sistemas que disponibilizam de água quente e água fria em simultâneo para o respetivo efeito.

No ponto “5” está representado um permutador de calor de fluxos cruzados para permitir um pré-aquecimento e/ou arrefecimento do ar proveniente do exterior, dependendo das condições exigidas, sendo aproveitado a energia térmica trocada entre o ar extraído do espaço a tratar e do ar novo proveniente do ambiente exterior.

Filtros

São aplicados na UTAN elementos de filtração para evitar a insuflação de impurezas para o espaço a ser climatizado. Os elementos de filtração estão representados nos pontos “4”, “8” e “14”, sendo filtro do ar novo ou pré-filtro, filtro de extração do ar proveniente dos espaços e filtro de insuflação de ar para os espaços, respetivamente. O primeiro filtro (“4”) filtra as impurezas provenientes do ar exterior, o segundo filtro filtra as impurezas que poderão existir dentro do espaço a climatizar e o último filtro filtra as impurezas mais pequenas garantindo assim uma boa qualidade do ar a insuflar no espaço a ser climatizado.

Elementos de medição

Para uma boa qualidade do ar no interior do espaço temos elementos de medição através de sensores de temperatura em diversos pontos da conduta (insuflação e retorno), sensores de qualidade do ar que podem medir o nível de dióxido de carbono (CO₂) do espaço e sensores de humidade.

Na UTAN temos três sensores de temperatura, sendo eles representado nos pontos “3”, “9” e “15”. O primeiro sensor (“3”) de temperatura indica a temperatura do ar exterior que entra na UTAN, o segundo (“9”) indica a temperatura do ar proveniente do espaço a ser climatizado e, por fim temos o sensor (“15”) que indica a temperatura do ar a ser insuflação no espaço, que por sua vez também indica se existe necessidade de acionar as baterias de aquecimento e/ou arrefecimento dependendo das exigência requeridas no interior do espaço.

Temos representado na figura o sensor de qualidade do ar “10” que indica o nível de CO₂ do ar a ser extraído do espaço climatizado. Em caso de uma UTA determinava se o ar tem uma percentagem que poderia ser aproveitado, ou seja, se está em condições de ser insuflado novamente ao passar pelo registo de mistura “6”, ou se o ar proveniente o espaço terá de ser totalmente extraído e insuflar ar novo para o interior do espaço climatizado na totalidade. Neste caso como se trata de uma UTAN é um sensor meramente indicativo, uma vez que o ar proveniente do espaço será totalmente extraído.

6.2.2. Sistemas do tipo “Tudo-água”

Neste tipo de sistemas “tudo-água”, a energia térmica a distribuir pelos equipamentos terminais, existentes em cada compartimento, será efetuada através da circulação de água fria ou água quente dependentemente da função requerida (arrefecimento ou aquecimento).

Para este tipo de sistema podem ser do tipo radiante por pavimento, paredes e/ou teto. Sendo mais usual a utilização de pavimento radiante para o modo de aquecimento e o teto radiante para fins de arrefecimento, derivado às correntes convectivas favorecerem o desempenho dos sistemas.

Para aquecimento ambiente poder-se-á recorrer a um outro sistema tipo tudo-água, como os radiadores hidráulicos.

Irei dar mais foco ao sistema radiante, uma vez que será utilizado na componente prática no capítulo IV.

6.2.2.1. Tipos de pisos radiantes

Existem dois tipos de piso radiante mais usuais e utilizados, podemos classificar como: piso radiante hidráulico e elétrico. Poderão ainda ser divididos de acordo com o seu uso:

Os que fazem uso da massa térmica da laje de betão, em que as tubagens circulam embebidas na argamassa de regularização, designadas como (instalações “molhadas”) e os que usam as tubagens em forma de “sandwich”, ou seja, entre duas camadas de madeira, ou por cima da laje de betão, mas sem a utilização da normal betonilha, argamassa de regularização ou massa líquida a cobrir os circuitos, sendo designadas como (instalações “secas”).

6.2.2.2. Pavimento radiante hidráulico

Neste tipo de instalações de pavimento hidráulico as tubagens atualmente mais usadas são de plástico do tipo Pe-X (polietileno reticulado). A sua maior utilização é devido ao seu baixo custo comparado com outro tipo de tubagens, bem como a sua durabilidade (vida útil aproximadamente de 50 anos nas condições de uso normais) uma vez que não reage com a argamassa. Um outro tipo de tubagem também usual é a multicamada, que permite fazer instalações de pavimento radiante, reduzindo o número de fixações graças à sua adaptabilidade e maleabilidade. A camada de alumínio funciona como barreira anti-oxigéneo e proporciona uma resistência adicional, segundo o fabricante Giacomini. Ambas as tubagens possuem diferentes características de rigidez, flexibilidade, estabilidade química, resistência e eficiência de transferência de calor.



Figura 14 - Tubo Pe-X e tubo multicamada, Fabricante: Giacomini

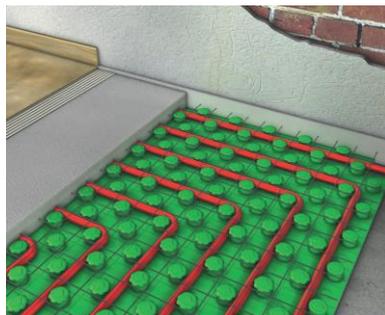


Figura 15 - Pavimento radiante hidráulico, Fabricante: Giacomini

6.2.2.2.1. Temperaturas da superfície do pavimento

As temperaturas limite máxima e mínima para as superfícies internas do ambiente são definidas pelo conforto pretendido e humidade da superfície. Existem regulamentos técnicos (UNI EN 1264) que definem a temperatura máxima do piso radiante para aquecimento (29°C para a zona ocupada, 35°C para zonas perimétricas com uma temperatura ambiente de 20°C). Para o arrefecimento, ter-se-á de ter uma especial atenção às temperaturas praticadas para se evitar a condensação no pavimento. Portanto, é necessário manter a superfície do piso sempre a uma temperatura superior à temperatura de orvalho e, em qualquer caso, nunca inferior a 19°C para evitar desconforto térmico, segundo o fabricante, Giacomini.

6.2.2.2.2. Instalação do pavimento radiante

Os sistemas de piso radiante podem ser classificados em três tipos diferentes segundo a norma de referência UNE-EN 1264-1, sendo do tipo A, B e C.

Os do tipo “A” e “C” utilizam uma camada de argamassa por forma a revestir toda a distribuição de tubagens. É constituído por uma placa de isolamento em EPS (poliestireno), sobre a qual são colocados os circuitos radiantes com um espaçamento entre tubos, denominado passo (T), formando um circuito normalmente em espiral. As tubagens são cobertas por uma camada de

argamassa, com espessuras entre os 3 a 6 cm de espessura. A medida acima do tubo e a fluidez determinam a condutividade térmica. Pelo que será necessário incluir aditivos fluidificantes. Uma espessura inferior a 3 cm pode ser propícia à rutura da placa, e superior a 6 cm aumentará desnecessariamente a inércia térmica do sistema. Poderá ainda ser equacionada a colocação de rede eletrosoldada, em caso de cargas pontuais superiores a 5 KN/m².

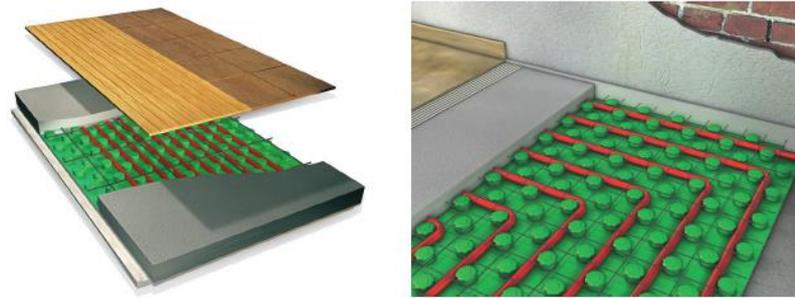


Figura 16 - Pavimento radiante ("molhado"), Fabricante: Giacomini

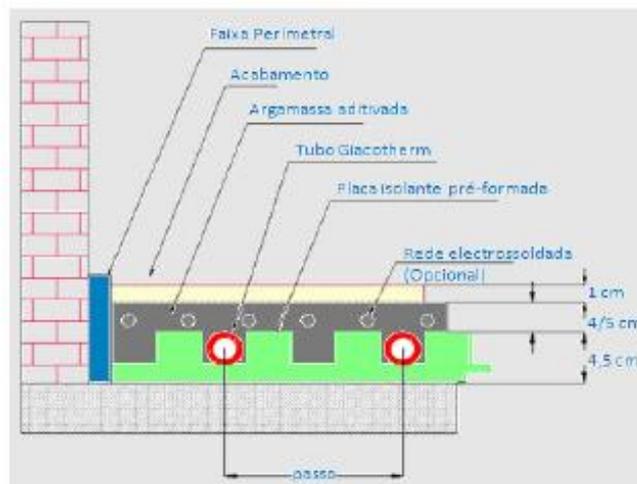


Figura 17 - Composição do pavimento radiante "molhado", Fabricante: Giacomini

Os do tipo "B", mais propriamente instalação "a seco", utilizam difusores térmicos que melhoram a condutibilidade térmica entre os tubos e o pavimento. É constituído por uma placa de isolamento em EPS, na qual são colocados os circuitos radiantes com um espaçamento entre tubos, denominado passo (T), formando um circuito em serpentina. Sobre o pavimento é colocada uma camada de aço zincado com 1 mm de espessura.

O pavimento radiante do tipo "B" tem uma enorme vantagem relativamente à reduzida altura de instalação (inferior a 3 cm, o que reduz a inércia térmica do sistema e também a temperatura

de ida necessária em aquecimento para alcançar a emissão térmica desejada, pelo que se obtém uma maior poupança energética e maior conforto.

Este tipo de tecnologia radiante permite que o acabamento final possa ser tanto em pavimento cerâmico (colados com adesivo bicomponente) como em pavimento flutuante.

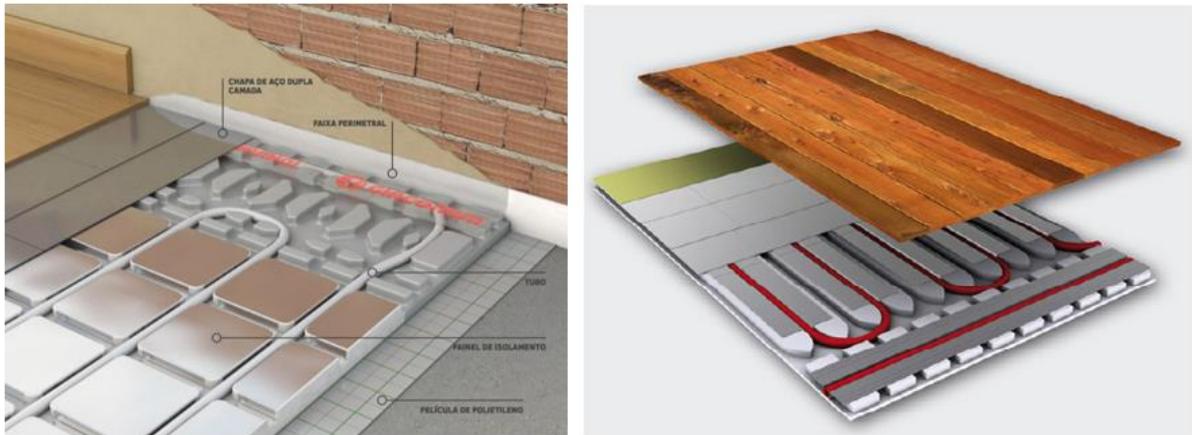


Figura 18 - Composição do pavimento radiante "a seco", Fabricante: Giacomini

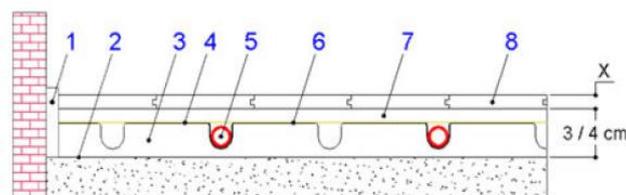


Figura 19 - Pavimento radiante ("a seco"), Fabricante: Giacomini

- 1) Faixa perimetral;
- 2) Película em polietileno impermeável ao vapor de água;
- 3) Placa isolante poliestireno preformada para a passagem dos tubos de alimentação e facilitar a execução das curvaturas dos circuitos;
- 4) Difusor térmico em alumínio;
- 5) Tubagem em material plástico ou multicamada com diâmetro exterior máximo de 17 mm;
- 6) Barreira anti vapor;
- 7) Dupla chapa de aço zincado, que funcionam como uma camada de distribuição da carga;
- 8) Acabamento final.

6.2.2.2.3. Instalação de parede radiante

Conforme fabricante, Giacomini, os sistemas de paredes radiantes são geralmente indicados para locais onde a superfície útil do piso não é suficiente para instalar um sistema radiante. Onde a zona de escadas e casas de banho, que são zonas onde a necessidade térmica específica é relativamente maior que o resto do ambiente doméstico. A melhor maneira de reduzir ao mínimo a superfície da parede dedicada ao sistema radiante e aumentar a eficiência, minimizando a dilatação térmica, é colocar os tubos com um passo de 10 cm, isto, para além da espessura reduzida da parede permitir obter rendimentos térmicos não inferiores aos desenvolvidos pelo piso radiante.

A temperatura média das paredes radiantes em alvenaria não deverá exceder os 40°C (segundo a norma UNI EN 1264-3), enquanto nas paredes em gesso a temperatura de impulsão não deverá exceder os 50°C (conforme UNI EN 1264-4).

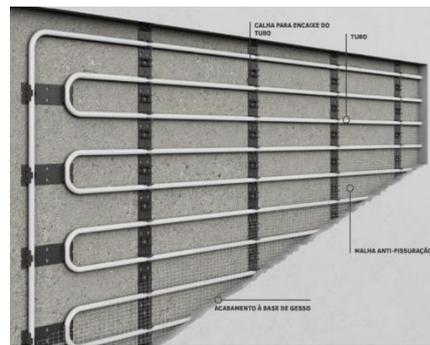


Figura 20 - Parede radiante, Fabricante: Giacomini

6.2.2.2.4. Instalação de teto radiante

Os tetos radiantes são geralmente utilizados como fonte de arrefecimento ambiente uma vez que têm melhor eficiência comparativamente com o modo de aquecimento. O efeito de arrefecimento é conseguido sobretudo através da absorção de calor, sendo as correntes de convecção uma função secundária.

As placas radiantes para teto são constituídas por uma camada de 15mm em gesso cartonado, em contacto com o ar ambiente e, na superfície oposta, por circuitos de tubos em Pex - 8x1mm com barreira anti-oxigénio, fixos na camada isolante EPS de 30 mm, o que perfaz uma espessura total de 45 mm.

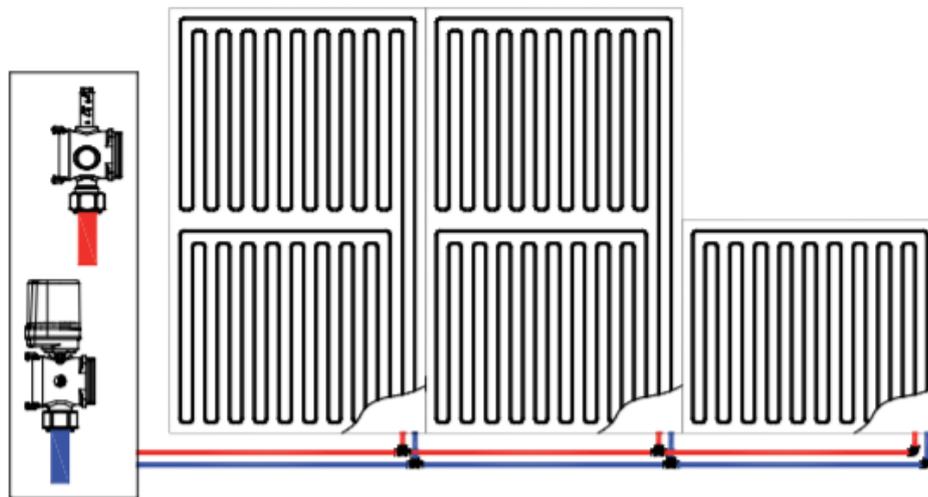


Figura 21 - Sistema de ligação e distribuição, fabricante: Giacomini

6.2.2.3. Pavimento radiante elétrico

O pavimento radiante elétrico apesar de não ser um sistema “tudo água”, não poderei deixar de mencionar uma breve descrição.

Neste tipo de instalações de pavimento elétrico são compostos à base de resistências elétricas embutidas na argamassa de regularização.

Este tipo de sistema é menos usual em comparação com o pavimento hidráulico, pois dispões de um custo ao consumidor contínuo, devido à prática dos elevados preços de eletricidade. Só é vantajoso, caso o consumidor disponha de um sistema de fonte renovável, como por exemplo sistema fotovoltaico para autoconsumo, e/ou se a tarifa contratada permitir um custo reduzido durante o período noturno, que possibilite o armazenamento de calor na inércia da envolvente, ou seja, se a capacidade térmica da envolvente for suficientemente grande, que permitirá o armazenamento de calor seja suficiente para manter a habitação a uma temperatura de conforto durante um período de 8 a 10 horas, sem a necessidade de recorrer as resistências elétricas do pavimento, segundo o autor [4].



Figura 22 - Pavimento radiante elétrico, Fabricante: Globovac

6.2.3. Sistemas Água-Ar

Um dos sistemas mais convencionais a “água- ar” são os ventiloconvectores, que oferecem um conforto térmico através da transferência de calor por convecção. A sua constituição passa por um filtro de ar, um ventilador e um ou dois permutadores de tubos alhetados do tipo “água-ar”, integrado numa estrutura adequada e com os respetivos acessórios.

Este tipo de equipamento poderá ser instalado nas seguintes formas: em consola (na vertical e encostados a uma parede), com móvel (caixa exterior) e em teto falso (na horizontal com ligação a conduta).



Figura 23 - Ventiloconvetor fixo na parede e do tipo vertical de encostar na parede



Figura 24 - Ventiloconvetor do tipo conduta

Sendo alimentados geralmente por uma unidade exterior designada “Chiller” que têm funcionamento idêntico aos sistemas de expansão direta, com diferença no fluido térmico. Esta unidade poderá produzir água quente ou fria dependendo do seu ciclo de funcionamento.

Com a necessidade de renovação de ar em cada compartimento, existe várias formas de garantir a renovação de “ar viciado” por “ar novo”:

- Através de um orifício (equipado com uma grelha exterior) realizado na parede exterior do edifício, sendo a regulação do caudal de ar efetuada através da grelha na parte externa da parede. Esta é a solução mais económica, contudo, uma das desvantagens será a dificuldade em regular o caudal adequado e mantê-lo constante.
- Por um sistema adicional, para tratamento do “ar novo” será através de uma UTA (Unidade Tratamento de ar). O “ar novo” é distribuído por uma rede de condutas e através de grelhas ou difusores é insuflado em cada compartimento do edifício. Trata-se de um sistema com caudal e temperatura de ar constantes.

- Por um sistema de renovação de ar através do próprio ventiloconvetor, isto é, um sistema de condutas, em que a seu pré-tratamento é realizado através de uma filtragem apropriada. Evitando assim a aplicação de baterias de aquecimento e de arrefecimento na UTA, e os acessórios de distribuição de ar (grelhas e/ou difusores).

Existem dois tipos de ventiloconvetores, os de sistemas a “2 tubos” e os de sistemas a “4 tubos”.

6.2.3.1. Ventiloconvetores com sistema a 2 tubos

Este tipo de sistema é utilizado para o modo de aquecimento ou arrefecimento, nunca podendo ser aplicados os dois modos em simultâneo.

Consoante as necessidades requeridas para o conforto térmico, seja na estação de aquecimento (Inverno) e/ou na estação de arrefecimento (Verão), realiza-se circulação de água quente ou fria para as estações respetivas.

O modo de controlo da passagem de água adequada na bateria do ventiloconvetor, este sistema possui um sensor termostático ambiente que atua sobre uma válvula termostática motorizada, efetuando assim a regulação de um caudal adequado às necessidades. Quando o conforto térmico é atingindo, a válvula fecha-se por completo, que conseqüentemente o equipamento desliga-se.

A seleção do regime de aquecimento ou de arrefecimento poderá ser efectuada manualmente por um controlador local, ou por forma automática, por intermédio de um termostato inverso, que regula o regime consoante a temperatura da água que circula nas tubagens.

Este tipo de sistema a dois tubos consiste numa instalação em serie dos equipamentos terminais, podendo climatizar vários espaços em simultâneo, embora seja numa única aplicação. Esta solução é ideal para habitações unifamiliares, onde necessita-se de aquecimento na estação de Inverno e arrefecimento na estação de Verão.

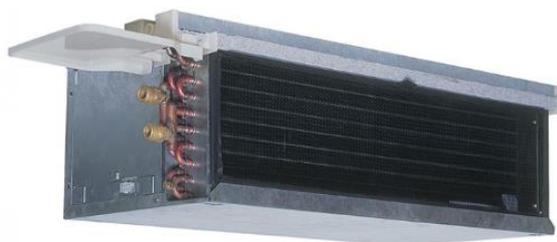


Figura 25 - Ventiloconvetores a 2 tubos

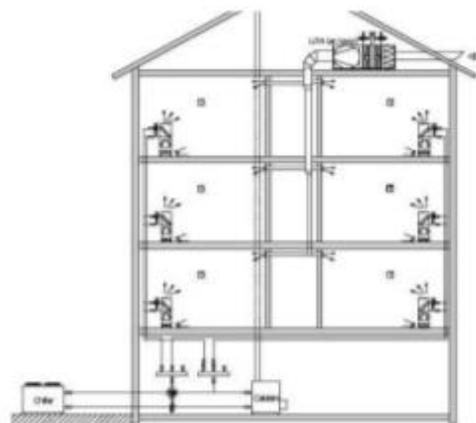


Figura 26 - Ventiloconvetores com sistema de 2 tubos

6.2.3.2. Ventiloconvetores com sistema a 4 tubos

Este tipo de sistema permite a utilização do modo de aquecimento e/ou arrefecimento em simultâneo, consoante as necessidades pretendidas em cada espaço.

O modo de controlo da passagem de água adequada na bateria do ventiloconvetor, ao contrário do sistema a 2 tubos, é utilizado um sensor termostático que atua nas válvulas termostáticas motorizadas de modo a regular a passagem de caudal.

Este tipo de sistema a 4 tubos é ideal para casos em que necessite de climatização em simultâneo de diferentes espaços para diferentes regimes, sendo ideal para aplicação em hotéis, hospitais, escritórios entre outros.



Figura 27 - Ventiloconvetor a 4 tubos

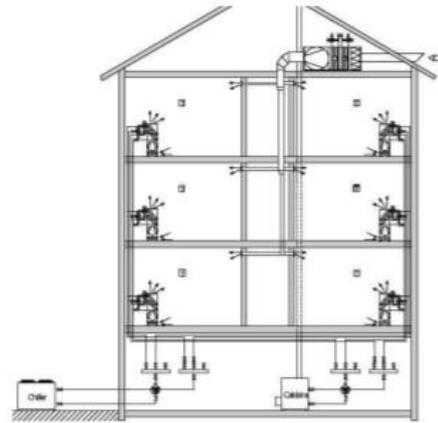
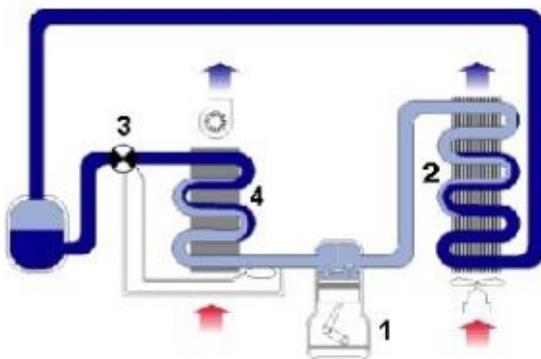


Figura 28 - Ventiloconvectores com sistema de 4 tubos

6.2.4. Sistemas de Expansão Direta de um Fluido Refrigerante

Os sistemas de expansão direta, o modo de arrefecimento e o de aquecimento são realizados pela expansão direta de um fluido refrigerante, sendo os gases mais utilizados R-410A, R-407C e o R-32.

Todos os sistemas de ar condicionada funcionam com base num ciclo de refrigeração, onde os principais componentes deste tipo de sistemas são: evaporador, o compressor, o condensador e a válvula de expansão.



- | | |
|---|------------------------|
| 1 | - Compressor; |
| 2 | - Condensador; |
| 3 | - Válvula de expansão; |
| 4 | - Evaporador. |

Figura 29 - Ciclo de Refrigeração

Na atualidade a comercialização deste tipo de equipamentos são praticamente todos do tipo reversível, ou seja, capazes de arrefecer na estação de Verão e aquecer na estação de Inverno, pela inversão das funções dos permutadores das unidades exteriores e interiores.

Os sistemas do tipo inverter, controlam a velocidade de rotação do compressor consoante as necessidades pretendidas aquecimento ou arrefecimento. Estes tipos de sistemas conseguem atingir rapidamente as temperaturas desejadas e mantê-las constantes com poucas oscilações.

Nos edifícios de habitação os sistemas de expansão direta mais usuais são do tipo *Split*, *Multi-Split*, *VRF (Variable Refrigerant Flow)* e *Rooftop's*.

6.2.4.1. Sistema Split e sistema Multi-Split

O sistema do tipo *Split* é o sistema de ar condicionado mais simples e económico a nível financeiro, que consiste numa unidade exterior para cada unidade interior instalada.

A opção por um sistema do tipo *Split*, poderá ser para um único espaço ou vários espaços sendo que a distância entre a unidade interior e exterior não deverá exceder valores entre os 20m e os 30m dependendo de fabricante.

O sistema do tipo *Multi-Split*, consiste numa unidade exterior com ligação a várias unidades interior, até 5 unidades interiores, dependendo do modelo bem como o fabricante.

A escolha deste tipo de sistema é muito comum para espaços únicos amplos ou para vários espaços cujo as distâncias entre unidade (interiores e exterior), bem como a cota de desnível de unidades (interiores e exterior) não seja muito elevada, valores entre os 15m e os 20m.

As unidades interiores tanto do tipo de sistema *Split* ou *Multi-Split*, poderão ser classificadas de diferentes tipo: unidades murais, unidades de conduta, unidades de pavimento e unidades de pavimento/teto.



Figura 30 - Unidade Mural



Figura 31 - Unidade de Conduta



Figura 33 - Unidade de pavimento



Figura 32 - Unidade de pavimento ou teto

6.2.4.2. Sistema VRV e/ou VRF

O sistema VRV (Volume de Refrigerante Variável), também conhecido VRF (proveniente do inglês, Variable Refrigerant Flow). São duas designações diferentes para a mesma tecnologia. Porque o VRV é uma marca comercial registada pelo fabricante Daikin, e o VRF mais usual pelos restantes fabricantes. Este tipo de sistema é de expansão direta onde o fluxo de gás refrigerante é variável.

Funciona como um sistema multi-split, com uma unidade exterior a alimentar várias unidades interiores, podendo ligar até 64 unidades interiores. A unidade interior individual determina a capacidade necessária com base na temperatura interior atual e na temperatura solicitada a partir do controlo remoto (set point).

O sistema VRV/VRF poderão ser classificados em dois tipos: 2 tubos e 3 tubos:

- Sistema VRV de 2 tubos como o nome indica tem unicamente duas tubagens, onde uma delas é de gás e outro de líquido, permitindo apenas efectuar o modo de aquecimento ou arrefecimento.
- Já o sistema VRV de 3 tubos é composto por uma tubagem de líquido, uma de gás e outra de gás de descarga, permitindo efetuar o aquecimento ou arrefecimento em simultâneo para espaços diferentes, com o auxílio de caixas distribuidoras (recuperadoras).

Nas caixas distribuidoras integram um separador de líquido/gás que permite, à unidade exterior fornecer uma mistura (2 fases) de gás quente para o aquecimento e líquido para o arrefecimento, tudo através da mesma tubagem. Nos sistemas a 3 tubos utilizam um tubo para cada uma destas fases. Quando esta mistura chega as caixas distribuidoras é separada e a fase correta é fornecida a cada unidade interior, conforme as necessidades individuais dos compartimentos, seja no modo de aquecimento e/ou de arrefecimento.

O distribuidor interliga as várias unidades interiores a uma única unidade exterior, distribuindo com eficiência o fluido frigorígeno de acordo com os modos de funcionamento: aquecimento (gás a alta pressão) e arrefecimento (líquido).

É composto por um reservatório/separador (líquido/gás) onde estão interligadas válvulas de três vias (tantas quantas as saídas para as unidades interiores), que irão definir a distribuição de gás ou líquido para as unidades interiores.

Com o objetivo de aumentar a eficiência deste sistema em arrefecimento, existe ainda um permutador que irá sub-arrefecer, ainda mais, o líquido enviado por este controlador às diversas unidades interiores.

No sistema da Mitsubishi, no distribuidor (BC Controller) por cada saída podem ser ligadas no máximo até 3 unidades interiores, cuja a potência não deverá exceder as 8.000 Kcal/h. Para potências superiores, serão utilizadas 2 saídas do “BC controller” mediante a utilização de união.

Existe a possibilidade de se interligar 11 “BC Controller”, secundários, de 4 e 8 saídas, e desta forma aumentar o número de saídas disponíveis por sistema.

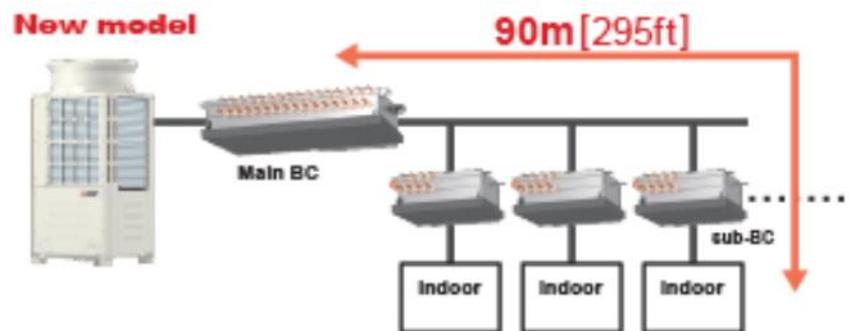


Figura 34 - Ligação do com os distribuidores secundários, Fonte: Fabricante Mitsubishi

Para moradias que não tenham um número excessivo de compartimentos a climatizar, não se justifica a utilização de distribuidores secundários, podendo ser feito do seguinte modo:

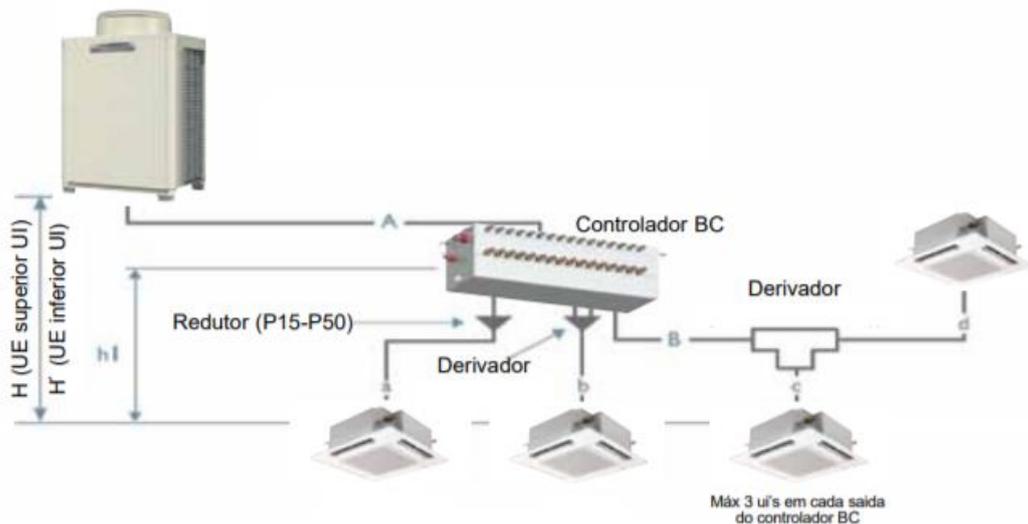


Figura 35 - Representação esquemática, Fonte: Fabricante Mitsubishi

Sistema VRF Híbrido do fabricante Mitsubishi

Sistema VRF Híbrido funcionando com a interligação de dois fluidos onde o calor é permutado entre a água (H₂O) e o fluido frigorígeno.

O Módulo Hidráulico é o dispositivo que controla o caudal de água e o Fluido Frigorígeno. A quantidade de fluido frigorígeno nas instalações é menor, pois é utilizado numa zona limitada

entre a unidade exterior e o módulo hidráulico, sendo as restantes tubagens a transportar água como fluido de permuta de calor.

Nas unidades interiores é efetuada a regulação de caudal por três tipos de válvulas, sendo a abertura da válvula de regulação de caudal determinada automaticamente em função da carga interna do espaço por forma a que a quantidade necessária de água seja enviada para cada divisão. Assim não é necessário utilizar tubagem com retorno invertido, uma vez que a perda de carga que ocorre na tubagem entre as unidades interiores pode ser controlada através da abertura da válvula de regulação, permitindo a redução do comprimento da tubagem de água e reduzir o tempo de instalação.

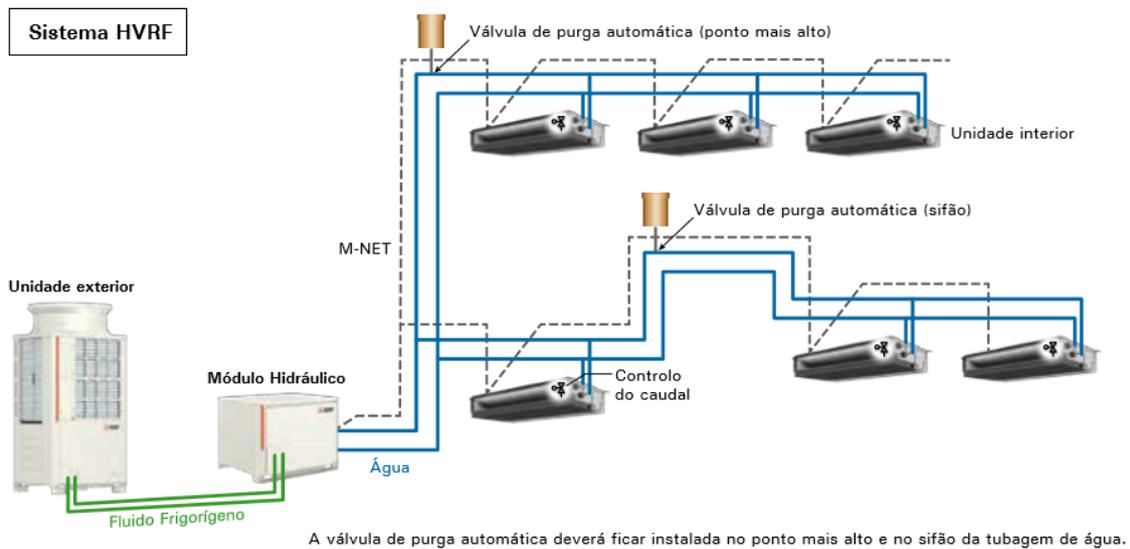


Figura 36 - Representação esquemática, Fonte: Fabricante Mitsubishi

Um outro tipo de sistema híbrido é utilizar um distribuidor HBC Controller, que é muito idêntico ao sistema VRF convencional. Permitindo efetuar aquecimento e arrefecimento em simultâneo.

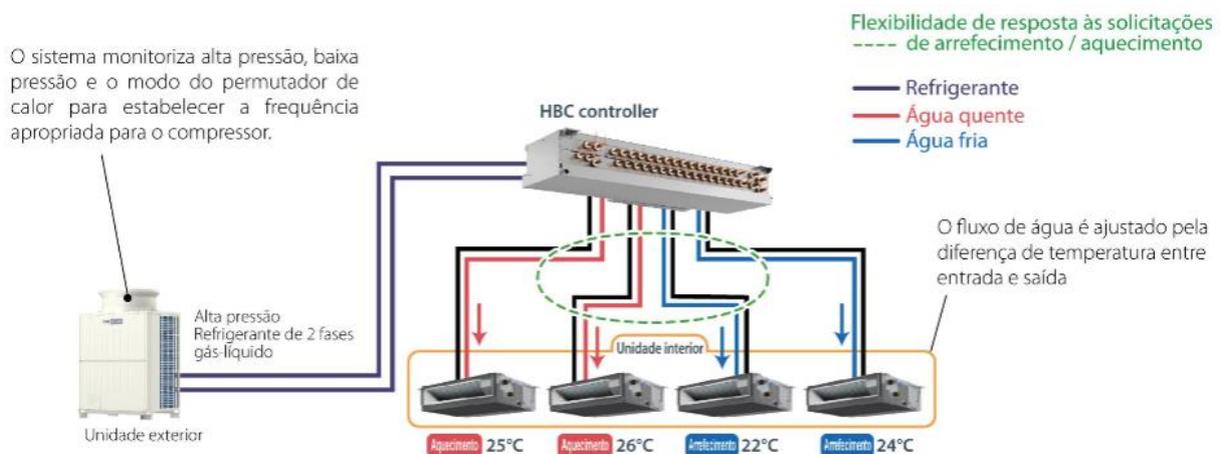


Figura 37 - Aquecimento e arrefecimento em simultâneo, Fonte: Fabricante Mitsubishi

O distribuidor híbrido o principal componente da instalação pois é nele que é feito a permuta de calor entre os dois fluidos água e refrigerante, que contem os seguintes componentes:

- Duas bombas H2O (DC Inverter);
- Dois permutadores de Placas;
- Três válvulas de expansão;
- Duas válvulas de 4 vias;
- Válvulas de três vias Frio/Calor;
- Válvulas de controlo modulares;
- Colectores de ida e retorno.

Como ilustra a seguinte figura:

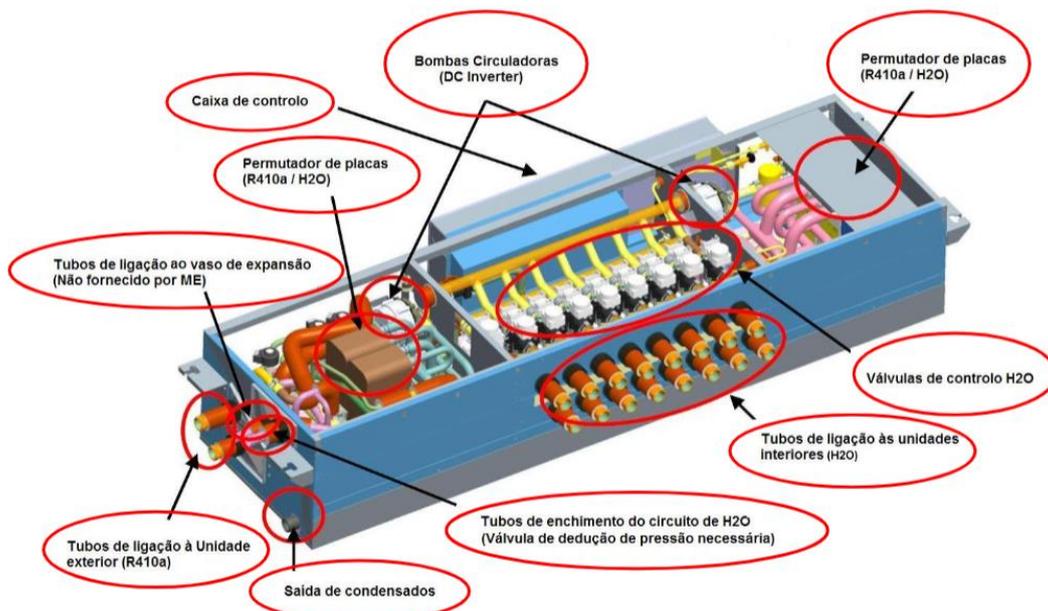


Figura 38 – Distribuidor, Fonte: Fabricante Mitsubishi

O sistema deverá conter um vaso de expansão para a dilatação do fluido devido às temperaturas com representa o seguinte esquema:

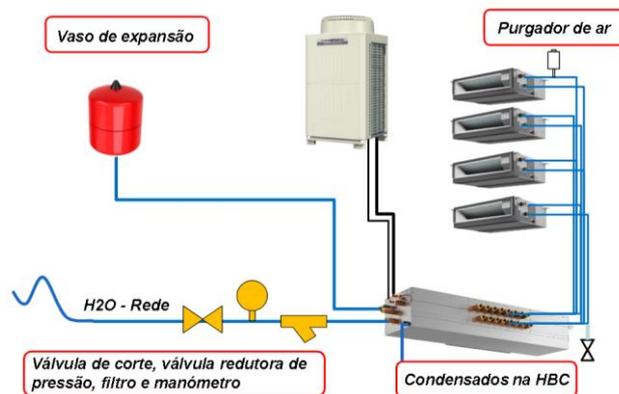


Figura 39 - Esquema Hidráulico, Fonte: Fabricante Mitsubishi

Em termos de distância é muito semelhante ao VRF tradicional, sendo que a distância entre a unidade exterior e o distribuidor não deverá ultrapassar os 110 metros, cota de elevação entre a unidade interior e a exterior não pode exceder os 50 metros, a distribuição do fluido entre o distribuidor e as unidades interiores não deverá exceder os 60 metros e cota de desnível entre a unidade interior mais inferior e a mais elevada não pode exceder os 15 metros. Como é possível verificar na seguinte ilustração:

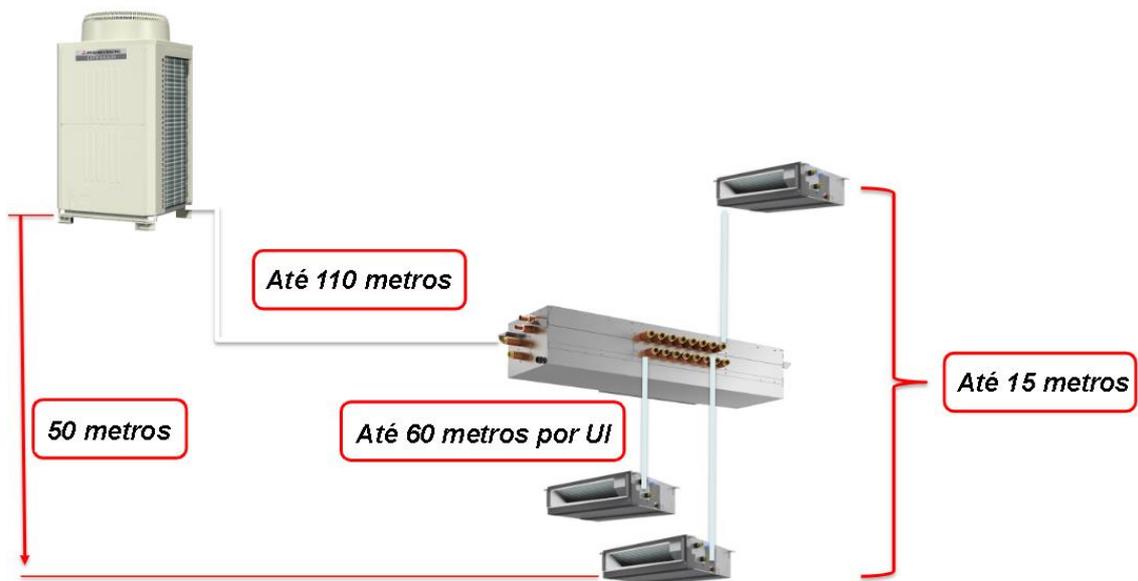


Figura 40 - Distância/Comprimentos Limites, Fonte: Fabricante Mitsubishi

7. VENTILAÇÃO EM EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO

O principal objetivo da ventilação nos edifícios em geral será garantir a qualidade do ar interior (QAI) aos ocupantes, combinando os processos de extração do ar viciado e a renovação de ar novo (insuflação).

Existem dois tipos de ventilação:

- Natural;
- Mecânica (convencional e com recuperação de calor).

A ventilação natural em edifícios de habitação deverá ser geral e permanente, por meios de aberturas específicas na envolvente. Nomeadamente realizado por (janelas, grelhas fixas nas fachadas, condutas verticais com descarga e insuflação por meios de chaminé, etc.), sob a ação das forças naturais do vento das pressões resultantes de diferença de temperaturas.

Uma boa ventilação natural faz-se a insuflação do ar pelos compartimentos principais (salas, quartos) e a exaustão pelos compartimentos de serviços, nomeadamente (cozinha, instalações

sanitárias e despensas). Na concepção de sistemas de ventilação natural, dever-se-á cumprir os requisitos da norma NP 1037-1.

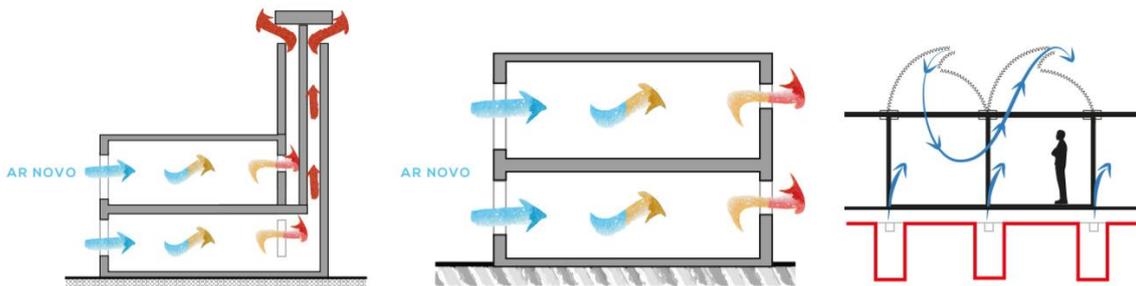


Figura 41 - Ventilação Natural, Fonte:[5]

A ventilação mecânica convencional em edifícios de habitação, recorre-se à insuflação e à exaustão de ar por meios mecânicos (ventiladores), que atuam por forma controlada, permitindo o correto balanceamento de caudais de insuflação e de exaustão. Para tal, dever-se-á cumprir com os requisitos da norma NP 1037-2.



Figura 42 - Ventilação Mecânica, Fonte:[5]

Para a ventilação com recuperação de calor é utilizado o mesmo método da ventilação mecânica convencional, com a implementação de um recuperador de calor geralmente de fluxos cruzados em que incorporam dois ventiladores, um de insuflação de ar novo e outro de exaustão do ar viciado, tendo como principal objetivo a recuperação de calor através da temperatura do ar extraído.

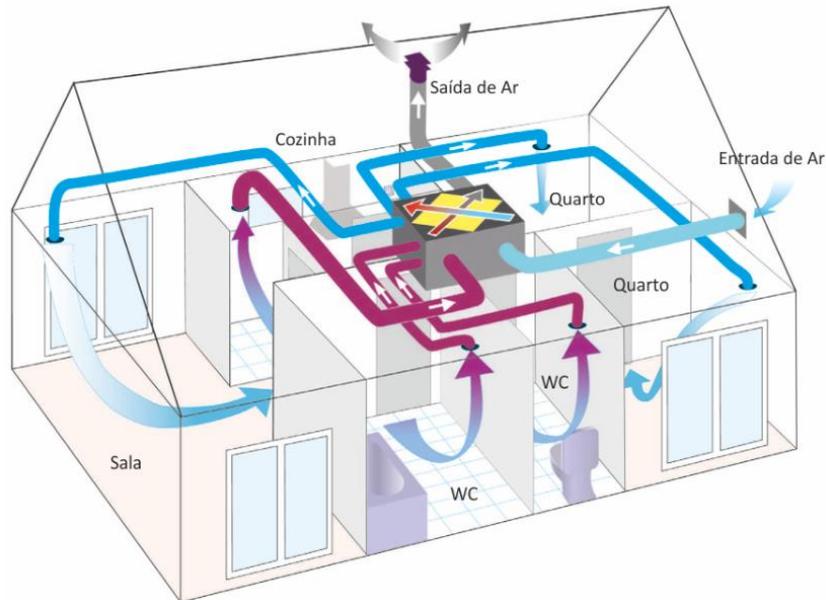


Figura 43 - Ventilação Mecânica com recuperação de Calor, Fonte: Empresa Bonina

Na seguinte tabela é possível verificar os caudais de extração de ar dos diversos compartimentos:

Tabela 1 - Caudais usuais na Ventilação Mecânica, Adaptação de [6]

Caudais Tipo de Exaustão [m³/h]			
Instalações Sanitárias		Cozinhas Domésticas	
Sem Banheira ou Duche	Com Banheira ou Duche	Baixa Ventilação	Elevada Ventilação
15 - 30	30 - 45	45 - 60	> 131

8. MÉTODO DE DESENHO TÉCNICO DOS SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO, CONDUTAS E TUBAGENS

8.1. Desenho Técnico

8.1.1. Breve Introdução

O desenho/traçado é uma ferramenta fundamental para uma melhor interpretação da instalação. Deverá ser representado com rigor os diferentes traçados de equipamentos e acessórios presentes no projetados de execução, de acordo com as normas em vigor, torna-se fundamental para a construção e a implantação do traçado concebido.

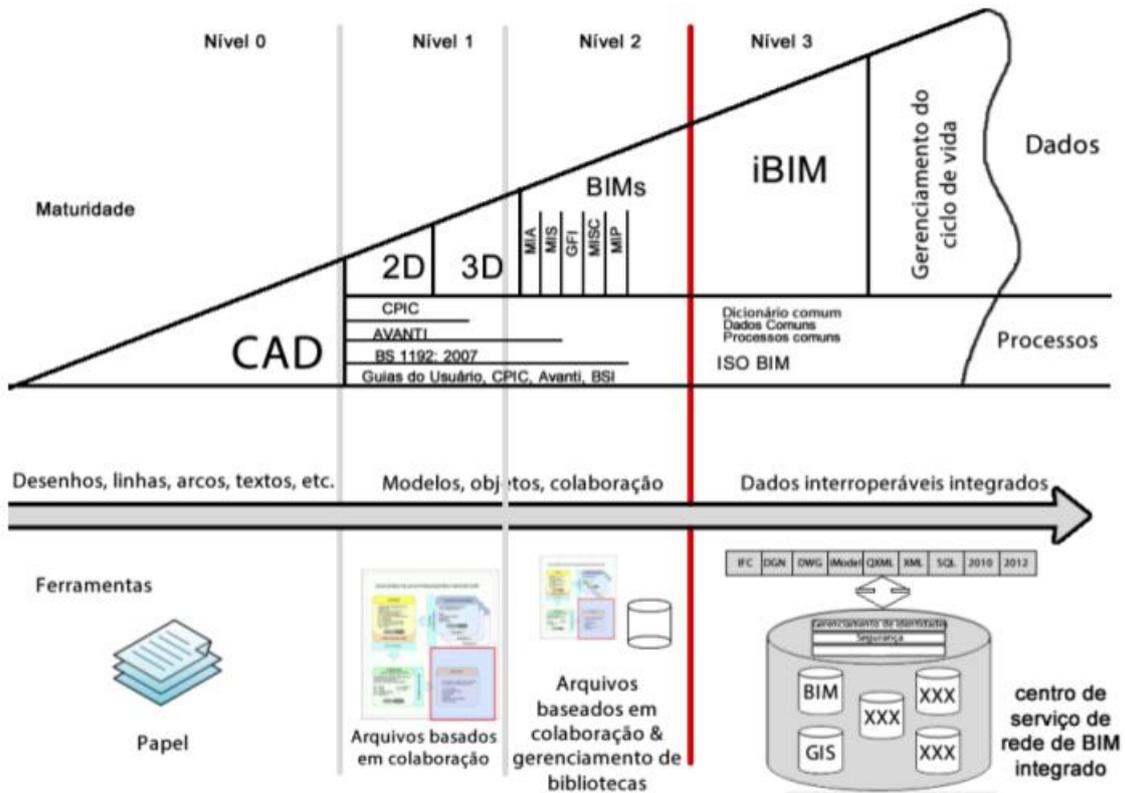
As dimensões gerais das condutas/tubagens (largura/altura ou secção), serão indicadas nas peças desenhadas bem como a indicação do sentido de escoamento do fluido e o seu respetivo caudal, sendo as especificações técnicas respeitadas em obra. Caso haja alguma alteração, em obra, em relação as dimensões das condutas/tubagens, seja em largura/altura ou secção, modificará as características do escoamento do fluido no interior das condutas/tubagens, para tal deverá ser informado ao projetista a eventual alteração.

O desenho tem vindo a evoluir ao longo das gerações, não só para níveis comerciais, mas também para níveis de comunicação com as diversas especialidades bem como maior facilidade de integração dos sistemas.

Segundo os autores, [7] da publicação do artigo na revista de Engenharia Civil, o sistema CAD (Computer Aided Design) que significa desenho assistido por computador, foi e é uma ferramenta usada no computador para representações gráficas de projetos de arquitetura e engenharias.

Num âmbito mais recente o modelo que se está a impor/estabilizar em Portugal, sendo uma ferramenta muito usual em diversos países, é o conceito *BIM* (Building Information Model) que significa modelação da informação da construção, ou seja, um modelo com informação da construção com um conjunto de informações geradas e mantidas durante todo o ciclo de vida de um edifício. Possibilitando melhorias gráficas bem como o acrescento de funcionalidades à elaboração de projetos, tornando possível uma visualização virtual seguindo parâmetros normalizados.

Na seguinte figura é possível avaliar a evolução representativa dos projetos na atualidade, sendo eles projetos de arquitetura ou projetos das diferentes engenharias:



- MIA - Modelagem da Informação da Arquitetura
- MIS - Modelagem da Informação da Simulação
- GFI - Gerenciamento Facilitado da Informação
- MSIC - Modelagem da Informação de Simulação da Construção
- MIP - Modelagem da Informação de Ponte

Figura 44 - Evolução dos desenhos em projetos, Fonte: Academia Luzo Cuanza

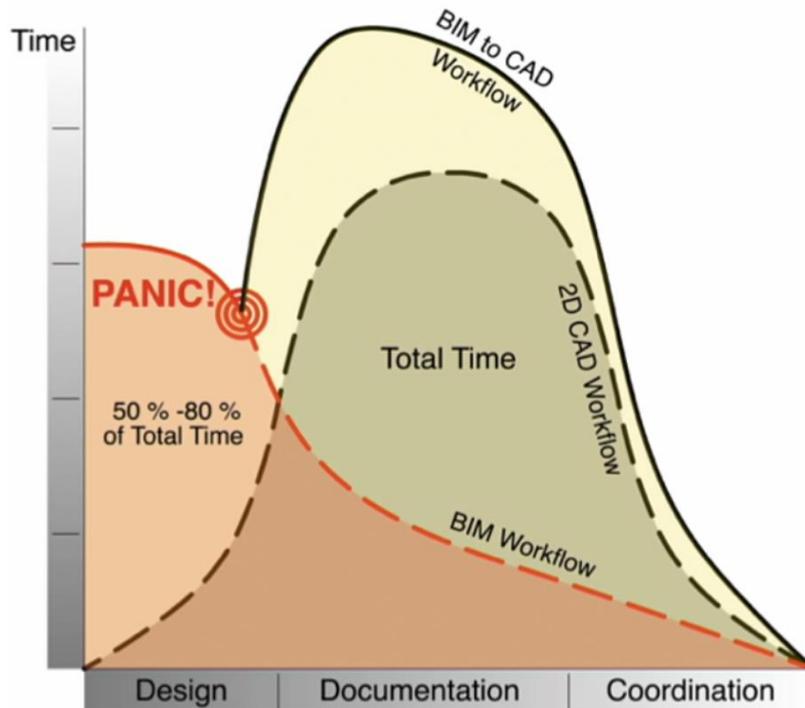


Figura 45 - Comparação em desenhar entre BIM e CAD 2D, Fonte: Academia Luzo Cuanza

8.2. Conduatas

8.2.1. Requisitos construtivos/matérias

Segundo o autor [6], nos traçados que não sejam visíveis, as conduatas de insuflação, extração e retorno são constituídas em chapa de ferro galvanizado, de acordo com as NP EN 1506, EN 1505 e SMACNA, para as conduatas de secção circular (tipo *spiro*) ou retangular equivalente, respetivamente, bem como os respetivos acessórios de ligação (curvas, tês, reduções, calções, etc.) indispensáveis à execução do traçado, que integram na instalação projetada.

Nos traçados visíveis ou por exigências técnicas, estéticas, e/ou visuais, as conduatas deverão ser em aço inoxidável, de acordo com a norma EN 10088-1, que designa a classificação dos aços inox, que substitui a antiga classificação do tipo de material AISI (American Iron and Steel Institute).

Na EN 12237 são aplicáveis os requisitos de desempenho de robustez e estanquidade nas conduatas de secção circular, enquanto que nas conduatas retangulares devem ser observados os requisitos de robustez e os caudais de fuga de ensaio previstos na EN 1507.

Os acessórios, curvas e derivações devem ser constituídos de forma a provocarem o mínimo de perda de carga. Para tal o alinhamento das conduatas, nas uniões, mudanças de direções bem como reduções de secção do troço de conduata e as derivações, é realizado pelos respetivos acessórios, centrando os eixos das conduatas com os dos acessórios, conservando assim a forma de secção transversal, sem forçar conduatas.

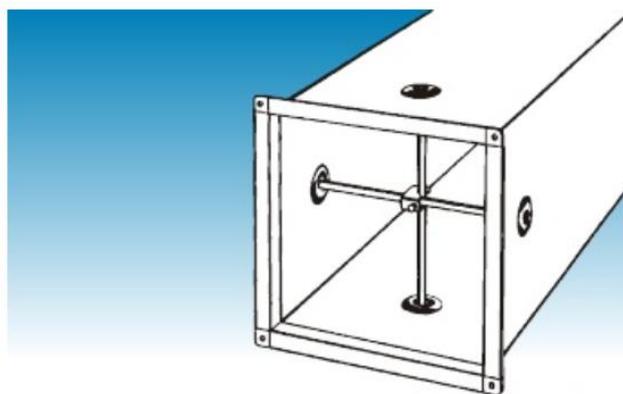
8.2.2. Espessuras mínimas das conduatas

Nas conduatas de secção circular a espessura mínima do material será de 0,5 mm. Enquanto que as conduatas retangulares deverão garantir com as seguintes espessuras mínimas:

Lado maior (mm)	Esp. (mm)
Até 600	0,80
600-1200	1,00
1200-1800	1,20
>1800	1,60

NOTA:

As espessuras mínimas de chapa serão determinadas em função do lado maior da conduata. Nas conduatas retangulares cujo lado maior seja igual ou superior a 480 mm serão construídas com quinças de reforço transversais ou em cruz (“ponta de diamante”), ou mesmo utilizar tirantes de estabilidade (Tie Rod), simples ou em cruzeta, para prevenir eventuais deformações, vibrações e inerente ruído.



Tie-Rod - Simples

Tie-Rod - Cruzeta

Figura 46 - Tirantes de estabilidade (Tie Rod), Fonte [8]

8.2.3. Suporte e ancoramento de condutas

Atravessamento de paredes e lajes

De acordo com o autor [8], na situação de atravessamento e conduta por uma parede ou laje, será útil colocar uma manga, em chapa galvanizada de 0,60 mm, entre a parede e a conduta, por forma a prevenir o contacto direto entre os respetivos materiais.

As zonas entre as condutas e as mangas deveram ser preenchidas por um elemento, que permita a livre dilatação das condutas. As mangas deveram ficar niveladas com o alinhamento das paredes, sendo que no caso do atravessamento de uma laje deverá sobressair cerca de 2 cm na parte superior.

8.2.4. Acessórios para suspensão de condutas

8.2.4.1. Condutas Retangulares

Percursos Horizontais

De acordo com o fabricante Sandometal, neste tipo de percursos de conduta poderá ser suspenso pelas seguintes formas:

- Perno de Suspensão (A)
- Suspensor de conduta com fixação direta ou perfil “L” e varão roscado
- Perfil em “U”

Perno de Suspensão (A)

O perno de suspensão substitui o parafuso de aperto nos cantos dos aros SandoMez. A “cabeça” perfurada permite a utilização de varão roscado para suspensão das condutas.

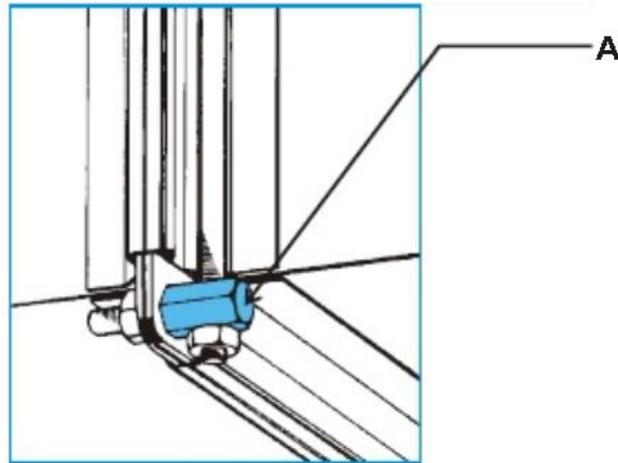


Figura 47 - Perno de suspensão (A), Fonte [8]

Suspensão de conduta com fixação direta ou perfil “L” e varão roscado

O suporte por meio de perfil em “L” e varão roscado fixo ao teto. Este suporte é assegurado por varões roscados, com a colocação de anilhas de borracha e anilhas metálicas entre o varão e o perfil, por forma a evitar a propagação de ruído por via da vibração.

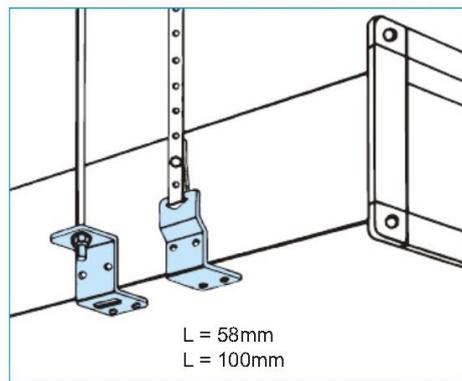


Figura 48 - Fixação direta (perfil em "L"), Fonte [8]

Perfil em “U”

No caso da suspensão com perfil em “U”, poderá ser usada uma calha em “U” perfurada, podendo, neste caso a anilha de borracha ser substituída por uma fita/banda de borracha a aplicar ao longo de toda a calha em contacto com a respetiva conduta, por forma a eliminar a transmissão de vibrações.

Percursos Verticais

Na generalidade dos casos é feito um suporte, por abraçadeira em barra de aço que envolve os três lados da conduta, sendo aparafusada contra a base metálica fixa na parede.

As abraçadeiras bem como os acessórios deveram cumprir com os requisitos impostos pela EN 12236.

8.2.4.2. Conduitas circulares

Seja em percursos horizontais ou verticais, as condutas circulares terão o mesmo tipo de suporte de afixação, com abraçadeiras metálicas que envolva por completo a conduta de secção circular. Existirá a interposição de uma banda de borracha em torno da superfície em contacto com a conduta, por forma a eliminar possíveis vibrações. Quando se trata de condutas isoladas, não é permitido o esmagamento do isolamento pelo suporte de fixação.



Figura 49 - Suportes de fixação, Fonte [8]

Ligação entre condutas e ventiladores

Segundo o fabricante France Air, este tipo de ligação é adequada tanto para condutas circulares como retangulares, sendo aplicado por juntas flexíveis, composta por, tecido em fibra de vidro tratada, fixa a um suporte metálico em aço galvanizado com 0,4 mm de espessura. Assemblagem completamente estanque. Força de tenção > 250 daN/cm. Limites de temperatura: M1 de -20° C até 100° C, M0 de -50° C até 200° C, 400° C/2 H. Pressão máxima de 200 mm CE.

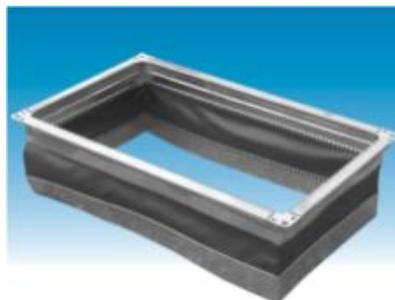


Figura 50 - Junta flexível, Fonte [8]

8.2.4.3. Condutas Flexíveis

Segundo o autor [6], este tipo de condutas entraram no mercado, nos anos 80 em pleno século XX, o que causou uma enorme revolução na distribuição do ar. Hoje em dia este tipo de conduta “flexível” é muito usual, devido à complexidade de rede de condutas e tubagens existentes nos edifícios de habitação mais luxuosos, podendo “contornar” os diversos obstáculos da instalação, favorecendo uma melhor difusão do ar nas unidades terminais.

De acordo com a empresa Ventilnorte, as condutas flexíveis são especificamente indicadas para sistemas de aquecimento (de baixa e média pressão), arrefecimento, ventilação e exaustão. As condutas têm alta elasticidade e flexibilidade podendo ser montadas em condutas circular, oval e retangular.

Normalmente nos ramis de insuflação de ar, a conduta flexível deverá possuir um isolamento por uma manta de lã de vidro de 25 mm de espessura e 16 kg/m³ de densidade, ou outro material isolante flexível com o mesmo comportamento térmico e/ou acústico. Na face exterior da conduta flexível deverá possuir uma proteção mecânica em alumínio reforçado, que permitirá uma maior proteção da conduta e isolamento bem como poderá servir como barreira de vapor.

Tipos de conduta flexível:

- **Sem isolamento**

Com isolamento térmico e acústico.



Alumínio e PVC combinados.



Sem isolamento.



Com isolamento térmico.



Semi-flexíveis.**Semi-flexíveis em aço inox 304 A.**

Segundo o fabricante Ventilnorte, disponibiliza a seguinte tabela técnica, representando as normas aplicáveis de acordo com o tipo de conduta:

	Aluflex MI	Isoflex MIK	Phonoflex MIA	Combiflex	Semiflex	Semiflex Inox
Construção do interior da conduta	3 camadas de alumínio 2 camadas de poliéster	3 camadas de alumínio 2 camadas de poliéster	3 camadas de alumínio (perfurado) 2 camadas de poliéster (perfurado)	3 camadas de alumínio 2 camadas de poliéster	1 camada de alumínio	Aço Inox 304A
Espessura nominal do interior	74 microns	74 microns	74 microns	170 microns	90 microns	100 microns
Construção do revestimento da conduta	—	1 camadas de alumínio 2 camadas de poliéster	1 camadas de alumínio 2 camadas de poliéster	1 PVC	—	—
Espessura nominal do revestimento	—	49 microns	49 microns	—	—	—
Isolamento	—	Lã de vidro	Lã de vidro	—	—	—
Espessura	—	25 mm	25 mm	—	—	—
Densidade	—	16 kg/m ³	16 kg/m ³	—	—	—
Diâmetros disponíveis	Ø 52 mm – Ø 508 mm	Ø 52 mm – Ø 508 mm	Ø 52 mm – Ø 508 mm	Ø 52 mm – Ø 508 mm	Ø 80 mm – Ø 800 mm	Ø 80 mm – Ø 800 mm
Intervalo de temperatura	-30 °C / +150 °C	-30 °C / +150 °C	-30 °C / +150 °C	-30 °C / +150 °C	-25 °C / +250 °C	-30 °C / +900 °C
Velocidade do ar	30 m/s (máx)	30 m/s (máx)	30 m/s (máx)	30 m/s (máx)	25 m/s (máx)	25 m/s (máx)
Pressão de funcionamento	3000 Pa (máx)	3000 Pa (máx)	2000 Pa (máx)	3000 Pa (máx)	2000 Pa (máx)	12500 Pa (máx)
Comprimento padrão	10 m	10 m	10 m	10 m	5 m	10 m
Embalagem	Caixa de cartão com 1 unidade	Caixa de cartão com 1 unidade	Caixa de cartão com 1 unidade	Caixa de cartão com 1 unidade	Tramo com 1,2 m extensível até 5 m	Rolo com 10 m
Resistência ao fogo	M1	M1 / M1	M1 / M1	Class 1 IT Class 0 UK	Class A1	Class A1
Certificados	EN ISO 1716	EN ISO 1716	EN ISO 1716	BS 476 part 6 & 7	EN 13501-1	EN 13501-1

Figura 51 - Quadro com as condições técnicas para diferentes tipos de conduta flexível, Fonte [6]

O autor [6] refere ainda que as condutas flexíveis deveram cumprir os requisitos de dimensões bem como mecânicas descritos na EN 13180. A utilização de condutas flexíveis está limitada pela legislação aplicável a instalações de climatização e ventilação para a ligação da rede às unidades terminais, com o comprimento máximo de 1,5 m, devido às elevadas perdas de carga que provocam.



Figura 52 - Ligação de conduta flexível a unidades terminais, Fonte: [6]

Normas aplicáveis às condutas, acessórios e atenuadores de som/silenciadores

Tabela 2 - Normas aplicáveis às condutas, acessórios e atenuador de som, adaptado de [6]

Componente		Normas	
Designação	Imagem	Dimensões	Robustez e Estanquidade
Conduta circular (Spiro)		EN 1506	EN 12237
Conduta oval (Spiroval)		EN 1506	EN 12237
Conduta retangular		EN 1505	EN 1507
Acessórios e atenuadores de som		EN 1506 EN 1505	EN 15727 EN 1751

8.2.5. Dimensões Standard das condutas

8.2.5.1. Retangulares

Segundo o autor [6], as condutas retangulares não tem grandes limitações em termos dimensionais, contudo deveram obedecer aos requisitos da EN 1505, bem como aos ensaios de estanquidade e resistência na EN 12237, na norma WD 143 ou outra tecnicamente equivalente. Quando a altura de teto falso não é a mais favorável no desenvolvimento dos troços de condutas, por motivos de cruzamentos com outras especialidades (estrutura, águas e esgotos, etc), na prática ter-se-á de aumentar a base (b) da conduta e reduzir a altura (h), mantendo a secção da conduta para o caudal requerido. Contudo a altura da conduta está limitada em função da dimensão da base, como demonstra a seguinte expressão:

$$h \geq \frac{1}{3} b$$

Traduzindo a expressão a altura da conduta terá de ser igual ou superior a um terço da dimensão da base, para evitar o fenómeno designado por “efeito assobio”.

As condutas retangulares, poderão ser distinguidas por dois conceitos:

- Diâmetro hidráulico (d_h);
- Diâmetro equivalente (d_e).

O diâmetro hidráulico está associado ao diâmetro de uma conduta de secção circular com o mesmo comportamento interior, sendo eles: perda de carga e velocidade do ar interior.

Podendo ser calculado com a seguinte expressão:

$$d_h = 2 \times \frac{b \times h}{b + h}$$

O diâmetro equivalente (d_e) está associado ao diâmetro de uma conduta de secção circular com o mesmo caudal e perda de carga.

Tabela 3 - Dimensões Standard das condutas Retangulares, Fonte: Sandometal

COMPRIMENTO DOS LADOS (mm)	h											
	100	150	200	250	300	400	500	600	800	1000	1200	
b												
200	0,020 133 149 0,60	0,030 171 186 0,70	0,040 200 218 0,80									Ac d _h d _e A _i
250	0,025 143 165 0,70	0,038 188 206 0,80	0,050 222 241 0,90	0,063 250 273 1,00								Ac d _h d _e A _i
300	0,030 150 180 0,80	0,045 200 224 0,90	0,060 240 262 1,00	0,075 273 296 1,10	0,090 300 327 1,20							Ac d _h d _e A _i
400	0,040 160 205 1,00	0,050 218 255 1,10	0,080 267 299 1,20	0,10 308 337 1,30	0,12 343 373 1,40	0,16 400 456 1,60						Ac d _h d _e A _i
500		0,075 231 283 1,30	0,10 286 331 1,40	0,13 333 374 1,50	0,15 375 413 1,60	0,20 444 483 1,80	0,25 500 545 2,00					Ac d _h d _e A _i
600		0,090 240 307 1,50	0,12 300 359 1,60	0,15 353 406 1,70	0,16 400 448 1,80	0,24 480 524 2,00	0,30 545 592 2,20	0,36 600 654 2,40				Ac d _h d _e A _i
800			0,16 320 410 2,00	0,20 381 463 2,10	0,24 436 511 2,20	0,32 533 598 2,40	0,40 615 675 2,60	0,48 686 745 2,80	0,64 800 872 3,20			Ac d _h d _e A _i
1000				0,25 400 512 2,50	0,30 462 566 2,60	0,40 571 662 2,80	0,50 667 747 3,00	0,60 750 825 3,20	0,80 889 965 3,60	1,00 1000 1090 4,00		Ac d _h d _e A _i
1200					0,36 480 614 3,00	0,48 600 719 3,20	0,60 706 812 3,40	0,72 800 896 3,60	0,96 960 1049 4,00	1,20 1091 1184 4,40	1,44 1200 1308 4,80	Ac d _h d _e A _i
1400						0,56 622 771 3,60	0,70 737 871 3,80	0,84 840 962 4,00	1,12 1018 1125 4,40	1,40 1167 1270 4,80	1,68 1292 1403 5,20	Ac d _h d _e A _i
1600						0,64 640 819 4,00	0,80 762 925 4,20	0,96 873 1022 4,40	1,28 1067 1195 4,80	1,60 1231 1350 5,20	1,92 1371 1491 5,60	Ac d _h d _e A _i
1800							0,9 783 976 4,80	1,08 900 1078 4,80	1,44 1108 1261 5,20	1,80 1286 1424 5,60	2,16 1440 1573 6,00	Ac d _h d _e A _i
2000							1,00 800 1024 5,00	1,20 923 1131 5,20	1,60 1143 1323 5,60	2,00 1333 1494 6,00	2,40 1500 1650 6,40	Ac d _h d _e A _i

Nota: Ac – área da secção reta m²; d_h – diâmetro hidráulico mm; d_e – diâmetro equivalente mm; A_i – área de chapa m²/ml.

8.2.5.2. Circulares

- **Condutas *Spiro* Galvanizadas**

De acordo com a EN 1506: 2007, resumida pela empresa (FACLIMA) na seguinte tabela estão representados os diâmetros nominais recomendados:

Tabela 4 - Diâmetros nominais recomendados

Ø Diâmetro Nominal [mm]									
80	100	125	160	200	250	315	355	400	450
500	560	630	710	800	900	1000	1120	1250	-----

Segundo a mesma norma EN 1506, resumida pela empresa (FACLIMA), cita os diâmetros adicionais bem como os diâmetros que não constam na mesma, como indica as seguintes tabelas respetivamente:

Tabela 5 - Diâmetros adicionais

Ø Diâmetro Nominal [mm]	
150	300

Tabela 6 - Diâmetros que não constam na EN 1506

Ø Diâmetro Nominal [mm]				
224	300	600	1400	1500

- **Condutas *Spiro* e paredes lisas em Aço Inox**

De acordo com o autor [6], existem disponíveis no mercado dois tipos de condutas circulares, em aço inox, do tipo *Spiro* ou de paredes lisas. Na seguinte tabela encontra-se os diâmetros mais comuns para este tipo de condutas:

Tabela 7 - Diâmetro de condutas do tipo *Spiro* e Parede lisa em Aço Inox

Ø Diâmetro Nominal [mm]					
100	130	150	180	250	300
350	400	450	500	550	600

8.2.5.3. Flexíveis

Como referido anteriormente a EN 13180, preenche os requisitos dimensionais, que se expressão na seguinte tabela:

Tabela 8 - Diâmetro Standard para condutas Flexíveis

Ø Diâmetro Nominal [mm]							
80	100	125	150	160	180	200	230
250	300	315	350	400	450	500	610

8.2.6. Isolamentos

Os isolamentos das condutas de climatização deverão cumprir com os requisitos mínimos estabelecidos pelo Decreto-Lei n.º 118/2013, republicado pelo Decreto-Lei n.º 28/2016.

Sendo os isolamentos das condutas de climatização aplicável pelas seguintes soluções:

- Condutas de isolamento exterior;
- Condutas de isolamento interior;
- Condutas resistentes ao fogo.

8.2.6.1. Condutas de isolamento exterior

De acordo com o fabricante *Isover* (Saint-Gobain), as condutas de climatização de metal necessitam de isolamento térmico para reduzir a perda de calor e evitar a condensação e para cumprir todos os requisitos legais. Os materiais mais comuns utilizados para esta aplicação são as mantas de lã de vidro que se instalam em redor da superfície exterior da conduta, bem como espuma de poliuretano revestida por papel Kraft de alumínio reforçado.

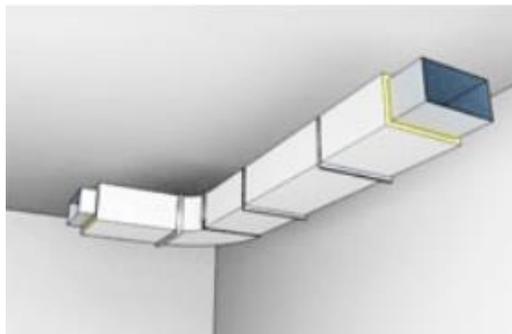


Figura 53 - Isolamento pelo exterior, Fonte: Isover

8.2.6.2. Condutas de isolamento interior

As condutas de climatização como necessitam de isolamento térmico, também necessitam de isolamento acústico pra evitar a propagação de ruído e melhorar o conforto, cumprindo os requisitos da legislação de referência.

O isolamento colocado no interior das condutas será utilizado fixações mecânicas ou adesivos especiais.

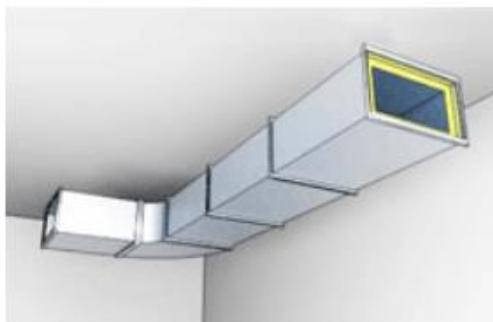


Figura 54 - Isolamento pelo interior, Fonte: Isover

8.2.6.3. Conduas resistentes ao fogo

As condutas resistentes ao fogo são a melhor forma de garantir a segurança contra incêndios nas instalações de ventilação, uma vez que proporcionam resistência ao fogo garantida durante todo o ciclo de vida útil da instalação. A resistência ao fogo nas condutas é um requisito obrigatório quando estas atravessam as divisões/paredes que têm como função compartimentar os sectores de incêndio.

Uma solução frequente nas condutas de ventilação metálicas é a utilização de lã mineral, que asseguram a resistência ao fogo para além de fornecerem isolamento térmico e acústico, garantindo o cumprimento de todos os requisitos resultantes da legislação aplicável a este tipo de instalação.

A resistência ao fogo de um sistema construtivo é a medida de tempo durante o qual o sistema é capaz de cumprir as condições de integridade e de isolamento, de acordo com a norma UNE-EN 1366-1 para condutas de ventilação, no qual impede a passagem das chamas e dos gases inflamáveis e reduz ao mínimo o aumento da temperatura da face exposta.

A resistência ao fogo nas condutas é um requisito obrigatório quando estas atravessam as paredes que têm como função compartimentar os sectores de incêndio.



Figura 55 - Conduto com resistência ao fogo, Fonte: Isover

8.2.6.4. Espessuras mínimas de isolamento regulamentar

De acordo com a recente legislação, Portaria n.º 98/2019 de 2 de abril, que procede à terceira alteração da Portaria n.º 349-B/2013 de 29 de novembro, que estabelece as espessuras mínimas de isolamento para as condutas e acessórios, como é possível de visualizar na seguinte tabela:

Tabela 9 - Espessura mínima de isolamento para condutas e acessórios, Adaptado de [9]

Condutas e acessórios		
Ar	Ar quente	Ar frio
Espessura (mm) ^(a)	20	30

Correção da condutibilidade térmica do isolamento

Um método para a correção da espessura mínima de isolamento que cumpra a regulamentação, será a lei de Fourier, como dita a seguinte expressão:

$$\dot{Q} = -A \times \lambda \times \frac{\Delta T}{\Delta x} [W] \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:

- \dot{Q} – Fluxo de calor [W];
- A – Área da superfície frontal à passagem de calor [m²];
- λ – Condutibilidade térmica [W/m.K];
- ΔT – Diferenças de temperatura [°C];
- Δx – Diferenças de comprimento no sentido em que se verifica a diferença de temperatura [m];

Sendo a mesma superfície de troca de calor, alterando apenas o material isolante que consequentemente poderá alterar a sua condutibilidade térmica, pela lei de Fourier se igualarmos as expressões poderemos anular a área de superfície bem como as diferenças de temperatura que manter-se-ão iguais, a expressão deduz-se da seguinte forma: seguinte:

$$\begin{aligned} -A \times \lambda_{Ref.} \times \frac{\Delta T}{\Delta x_{Ref.}} &= -A \times \lambda \times \frac{\Delta T}{\Delta x} \\ \frac{\lambda_{Ref.}}{\Delta x_{Ref.}} &= \frac{\lambda}{\Delta x} \\ \Delta x &= \frac{\lambda}{\lambda_{Ref.}} \times \Delta x_{Ref.} \end{aligned} \quad \text{Eq. 2}$$

Nota: ^(a) As espessuras apresentadas são válidas para o isolamento com uma condutibilidade térmica de referência $\lambda_{Ref} = 0,040 \frac{W}{m} \cdot ^\circ C$ a 20°C. Sendo que para materiais isolantes com condutibilidade térmica diferente, a espessura mínima deverá ser corrigida na proporção direta do respetivo λ , em relação ao valor de referência anteriormente mencionado.

8.2.7. Pintura das condutas

As condutas de insuflação/ retorno/extração/ar novo deverão ser representadas por forma um entendimento facilitado, por norma deve ser colocado a legenda com o código de cores adotado pelo projetista/desenhador.

8.2.8. Portas de visita

De modo a possibilitar o acesso ao interior das condutas, para operações de inspeção, manutenção e limpeza, deverá ser prevista a montagem, em pontos estratégicos da rede (conforme Norma EN 12097:2006 e Decreto-Lei n.º 118/2013), de portas de visita.

A localização e quantidade das portas de visita deverão ser otimizadas em obra, de acordo com o traçado definitivo e de modo a garantir o acesso à totalidade da rede de condutas. As portas a instalar deverão ser Standard, em chapa de aço galvanizado, dotadas de junta de neopreno e de dispositivo de fecho. Serão consideradas como parte integrante das condutas. Deverão ser instaladas em cada 3m, nos troços horizontais em todas as mudanças de direção de angulo superior a 30°, bem como junto a registo de regulação, registos corta-fogo, atenuadores, defletores, entre outros. Ou seja, colocar portas de visita antes e depois dos acessórios implementados nos troços de condutas.

Tabela 10 - Dimensões das portas de visita

PORTAS DE VISITA						
Condutas	Dimensões Conduta	Porta de Visita Oval/Rect.	Pormenor	Dimensões Conduta	Porta de Visita Circular	Pormenor
Circulares	100 « D < 200	180x80		D=100 D=125	Ø100	
	200 « D < 315	200x100		D=160 S«200	Ø125	
	315 « D < 500	300x200		D=200 S«250	Ø160	
	D » 500	400x300		D=250 S«300	Ø200	
Rectangulares (S=lado onde painel será instalado)	S « 200	300x100		D=315 S«350	Ø250	
	200 < S « 500	400x200		D=400 S«450	Ø315	
	S > 500	500x400		D=500 S«630 D»630 S>630	Ø400 Ø500	



Figura 56 - Portas de visita; Fonte [10]

8.2.9. Velocidades do ar em condutas

Primeiramente a velocidade a considerar no interior das condutas dependerá da sua finalidade (insuflação/ar novo/retorno/extração), bem como tipo de espaço a serem instaladas.

Com a experiência profissional de colegas de escritório e de aconselhamentos adquiridos ao longo do estágio, dever-se-á ter em conta qual a zona de um edifício a ser intervinda e/ou o tipo de edifício em questão. Em moradias de luxo dever-se-á utilizar velocidades baixinhas, valores na ordem dos 3 m/s, principalmente nas condutas de insuflação do ar, bem como de ar novo. As condutas de retorno e extração poderão situar-se entre os 3 m/s a 5 m/s.

Em zonas com níveis de ruído consideráveis como (lavandarias, zonas técnicas, etc), as velocidades poderão ter valores maiores (4 m/s a 6m/s) especialmente nas condutas de extração de ar.

Na seguinte tabela é possível ler os valores de velocidade do ar em condutas:

Tabela 11- Velocidade do ar em condutas (Adaptado de [1])

Velocidade de escoamento de ar em condutas				
Local	Insuflação [m/s]	Ar Novo [m/s]	Retorno [m/s]	Extração [m/s]
Rede principal	6,00 - 8,00	6,00 - 8,00	6,00 - 9,00	6,00 - 9,00
Ramais	4,00 - 6,00	4,00 - 6,00	5,00 - 7,00	5,00 - 7,00
Ligações e golas	3,00 - 5,00	3,00 - 5,00	5,00 - 7,00	5,00 - 7,00
Condutas de exaustão de churrasqueiras	---	---	---	10,00 - 15,00

A perda de carga de uma conduta distribuidora de ar não deverá ultrapassar 0.1 milímetro de coluna de água por metro (mmc.d.a./m), para não provocar ruído incomodativo.

O dimensionamento de condutas, de uma forma rápida e prática, passa por usar as famosas régua de dimensionamento de condutas, como ilustra a seguinte figura:

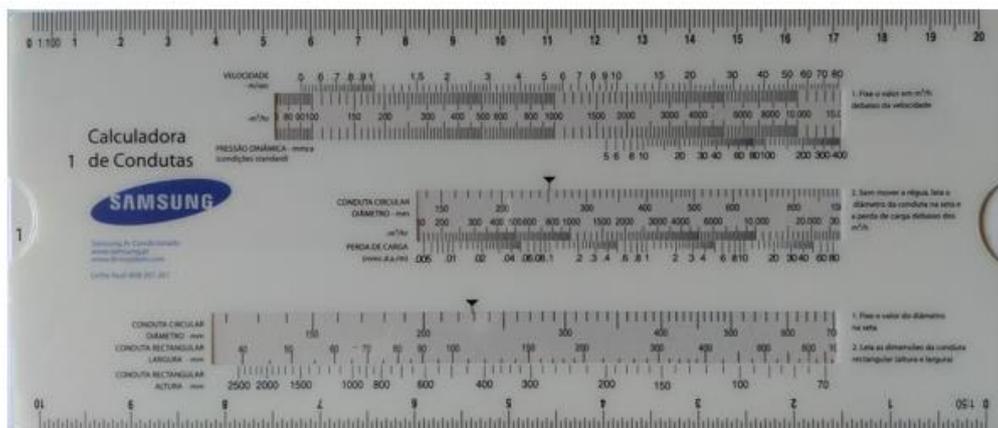


Figura 57 - Régua de dimensionamento de condutas

O método de dimensionamento de condutas poderá ser efetuado por duas formas: perda de carga constante ou de velocidade constante, isto é:

Método de perda de carga constante e/ou de velocidade constante, o método escolhido, mantém-se igual ao longo de toda a rede de condutas, desde o elemento terminal até à unidade produtora. Com a régua ilustrada em cima entramos sempre com o valor do caudal, neste caso em metros cúbicos por hora (m³/h) e regulamos a régua para a dimensão da conduta (retangular ou circular), respeitando sempre o valor de velocidades e de perda de carga mencionados acima. Em alternativa existe sempre os programas online de seleção de condutas, fornecidos pelos fabricantes.

8.3. Tubagens

As tubagens em aço (carbono/inox) possuem uma grande variedade de aplicações na engenharia industrial, sendo elas instaladas acima ou abaixo do solo. Exemplo dessas aplicações:

- Redes prediais de distribuição de água;
- Redes de gás para edifícios;
- Redes de segurança contra incêndios;
- Redes de ar comprimido;
- Redes de aquecimento/arrefecimento.

As tubagens em aço carbono bem como aço inox em troço muito compridos, deveriam ser colocados elementos de amortecimento por forma absorver as dilatações e as contrações a que as tubagens estão sujeitas, durante as variações de temperatura. Por outro lado, também deverá ser colocado juntas de dilatação em pontos estrategicamente definidos, nomeadamente a montante e a jusante das bombas circuladoras, de modo a prevenir a propagação de vibrações para a instalação.

8.3.1. Aço Carbono

De acordo com o autor [6], as tubagens de aço carbono utilizadas em sistemas de AVAC e refrigeração, nas linhas de água de aquecimento/arrefecimento deverão cumprir a EN 10255.

As tubagens de aço carbono deverão cumprir a EN 10220, relativamente à sua constituição construtiva, caso tenham ou não costura, e sejam destinadas à construção de evaporadores, caldeiras, aquecedores de gases e outros permutadores.

De acordo com [11], a dobragem das tubagens só é contemplada para diâmetros até DN 50 (2”), ou seja, diâmetros nominais até 50 m. Sendo o processo de dobragem realizada a frio,

nunca a quente. Até os diâmetros nominais de 50 mm DN 50 (2”), será utilizado acessórios do tipo roscado. Para dimensões superiores, sempre que possível, deverá ser utilizado acessórios do tipo flagelados. Com os comprimentos standard de 6 ou 6,40 m.

A norma anteriormente referida (EN 10225) dispõe de cinco séries de tubagens: três do tipo serie ligeira (L, L1 e L2), uma média (M) e uma série pesada (H) (heavy). No seguinte quadro é possível visualizar a classificação das tubagens:

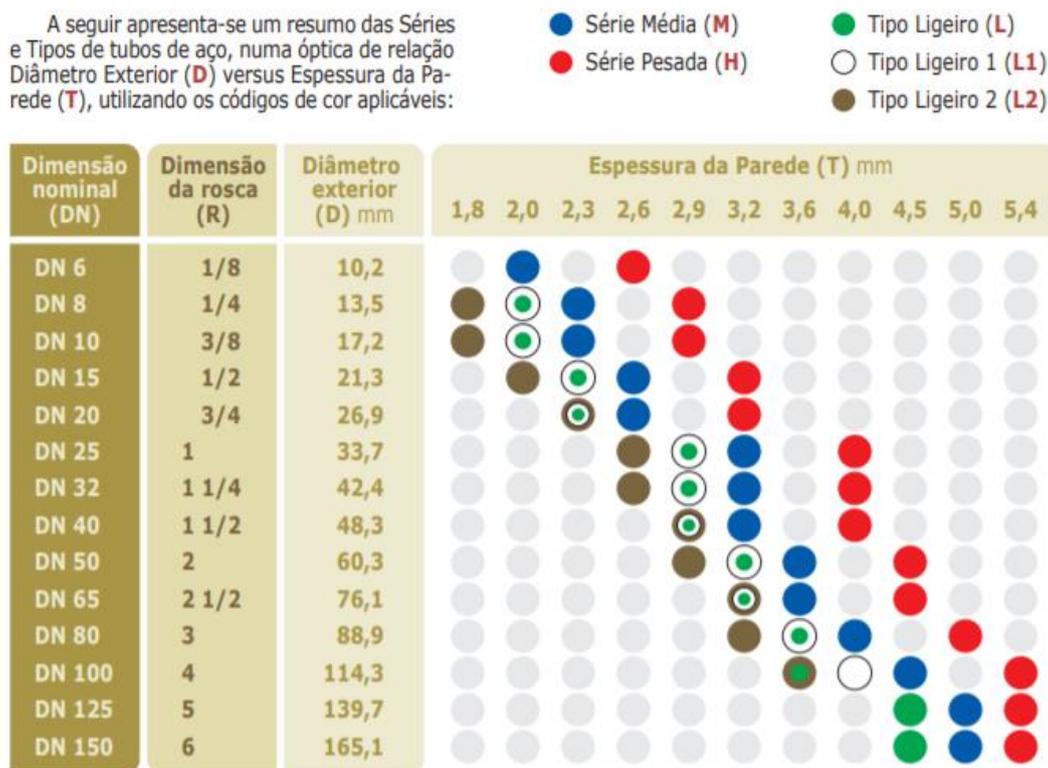


Figura 58 - Dimensões da tubagem de Aço, segundo [12]

8.3.2. Aço Inox

Segundo o autor [6], os requisitos das tubagens de aço inox utilizados em sistemas de AVAC e refrigeração deverão cumprir com os requisitos da norma ISO 1127, sendo que os materiais e respetiva composição devem constar na EN 10088-1, (lista de aços inoxidáveis).

As tubagens de aço inox têm acabamentos superficiais em decapado, escovado e polido, sendo comercializados como as tubagens de aço carbono em comprimentos standards de 6 m.

Tabela 12 - Diâmetro da tubagem aço inox

Ø Diâmetro			Massa (kg/ml) em função da espessura [mm]							
D [mm]	DN	R	1,2	1,6	2	2,3	2,9	3,2	3,6	4
10,2	6	1/8"	0,274							
13,5	8	1/4"	0,372	0,48		0,645				
17,2	10	3/8"	0,484	0,629	0,766	0,863				
21,3	15	1/2"	0,61	0,797	0,976	1,11				
26,9	20	3/4"	0,779	1,02	1,26	1,43				
33,7	25	1"	0,983	1,29	1,6	1,82		2,45		
42,4	32	1 1/4"	1,25	1,65	2,04	2,32	2,89	3,14		
48,3	40	1 1/2"	1,43	1,89	2,34	2,67	3,32	3,64	4,06	
60,3	50	2"	2,79	2,37	2,94	3,36	4,2	4,61	5,15	5,68
76,1	65	2 1/2"	2,27	2,99	3,74	4,28	5,36	5,89	6,58	7,28
88,9	80	3"	2,65	3,52	4,38	5,02	6,29	6,91	7,74	8,56
114,3	100	4"	3,42	4,55	5,66	6,5	8,15	8,96	10	11,1
139,7	125	5"	4,19	5,57	6,94	7,97	10	11	12,4	13,7
165,1	150	6"	5,06	6,73	8,39	9,63	2,1	13,3	14,9	16,6

8.3.3. Cobre

As tubagens de cobre no setor da refrigeração são utilizadas principalmente para o transporte de fluido refrigerante/frigorígeno em equipamentos de refrigeração, unidades de refrigeração e unidades de climatização bem como permutadores de calor. As tubagens cumprem os requisitos da norma EN 12735-1 (substituta da DIN 8905 ou ASTM B 280) para tubos de cobre utilizados na refrigeração e unidades de climatização. O cobre também é muito utilizado nas instalações solares e nas de aquecimento (p.ex. radiadores).

As tubagens de cobre poderão ser fornecidas em rolos (cobre “macio”) ou em varas (cobre “rijo”).

As ligações são feitas, normalmente através de soldadura, no entanto, para pequenos diâmetros é normal a utilização de acessórios de ligação do tipo bicone (até ø54 mm), ou mesmo de cravação mecânica.

Utilizar-se-ão ferramentas adequadas para corte, abocardamento e dobragem, de modo a evitar respetivamente a formação de aparas, fissuração na zona abocardada e ovalização da secção.

As soldaduras deverão ser executadas a “prata”, fazendo um desengorduramento prévio e recorrendo a desoxidante, tendo sempre o cuidado de evitar o sobreaquecimento das peças e subsequente alteração metalúrgica do material.

Nas ligações só deverão ser utilizados acessórios de fabrico “standartizado” e certificado.

De acordo com a empresa Gaberit recomenda a utilização das tubagens de cobre em conformidade com a norma DIN EN 1057.

Tabela 13 - Diâmetro de tubagens de cobre, adaptado de [13]

Diâmetro (DN)	Dimensão d x s (mm)	Resistência permitida do tubo em conformidade com a norma EN 1173		
		Rolos (flexível)	Varas (semirrígido)	Varas (rígido)
10	12,0 x 0,8 *	X	X	X
	12,0 x 1,0	X	X	X
12	15,0 x 1,0	X	X	X
15	18,0 x 1,0	X	X	X
20	22,0 x 1,0	X	X	X
25	28,0 x 1,0		X	X
	28,0 x 1,5 *		X	X
32	35,0 x 1,2 *			X
	35,0 x 1,5			X
40	42,0 x 1,0			X
	42,0 x 1,5			X
50	54,0 x 1,5			X
	64,0 x 2,0			X
65	76,1 x 2,0			X
80	88,9 x 2,0			X
100	108,0 x 2,0			X

* Ensaio de homologação em implementação

A tabela acima foi elaborada baseada na empresa Gaberit e pela empresa Pinto&Cruz, sendo que as tubagens flexíveis serão fornecidas em rolos de 25 m ou de 50 m, enquanto que as tubagens semirrígidas e rígidas serão fornecidas em varas de 5 m.

Segundo os vendedores da Pinto&Cruz, a seguinte tabela apresenta tubagens de cobre sem isolamento (cobre “nu”), para refrigeração segundo a norma 12735-1:

Tabela 14 - Dimensões Tubagens de Cobre, Adaptado de Pinto&Cruz

Diâmetro (In)	Dimensão d x s (mm)	Resistência permitida do tubo em conformidade com a norma EN 12735-1		
		Rolo (flexível)	Vara (rígido)	Comprimento (m)
1/4"	6,35 x 0,8	X		30
3/8"	9,52 x 0,8	X		30
1/2"	12,7 x 0,8	X		30
5/8"	15,87 x 0,8	X		30
3/4"	19,06 x 1,0	X		30
7/8"	22,22 x 1,0		X	5
1"	25,40 x 1,0		X	5
1 1/8"	28,58 x 1,0		X	5

No dimensionamento das tubagens de cobre, ao ser definido o caudal, o diâmetro será determinado em função da velocidade e perda de carga no escoamento. Sendo que é aconselhável utilizar valores de velocidade inferior a 1 m/s, evitando assim a propagação de ruídos na tubagem bem como o desgaste da própria e dos respetivos acessórios acoplados na instalação. A perda de carga linear é um fator a ter em atenção para não atingir valores exagerados, pois, implica uma maior potência na bomba para vencer as perdas, para tal é sugerido, não ultrapassar valores na ordem dos 60 milímetros de coluna de água por metro (mmc.d.a./m), por forma a evitar a propagação de ruído.

8.3.4. Tubagens de Multicamada

A tubagem de multicamada é usual nos circuitos secundários ou terciários das instalações solares dependendo das temperaturas praticadas, nas instalações de alimentação aos coletores de pavimento radiante.

O seu dimensionamento é semelhante ao dimensionamento de tubagens de cobre, sendo que nos ramais principais é aconselhado praticar velocidades entre 1,2 e 1,3 metros por segundo e uma perda de carga linear aproximadamente de 500 pascal por metro. Para ramais terminais é usual praticar menores velocidades, estando compreendidas entre 0,6 a 0,8 metros por segundo, por forma a evitar a propagação de ruído.

Espessuras mínimas de isolamento regulamentar

De acordo com a recente legislação, Portaria n.º 98/2019 de 2 de abril, que procede à terceira alteração da Portaria n.º 349-B/2013 de 29 de novembro, que estabelece as espessuras mínimas de isolamento para as tubagens e acessórios, como é possível de visualizar na seguinte tabela:

Tabela 15 - Espessura mínima de isolamento de tubagens [mm], (Adaptado:[9])

Diâmetro (mm)	Fluido interior quente				Fluido interior frio			
	Temperatura do fluido (°C)				Temperatura do fluido (°C)			
	40 a 65 (1)	66 a 100	101 a 150	151 a 200	-20 a -10	-9,9 a 0	0,1 a 10	> 10
D ≤ 35	20	20	30	40	40	30	20	20
35 < D ≤ 60	20	30	40	40	50	40	30	20
60 < D ≤ 90	30	30	40	50	50	40	30	30
90 < D ≤ 140	30	40	50	50	60	50	40	30
D > 140	30	40	50	60	60	50	40	30

⁽¹⁾ Para efeitos de isolamento das redes de distribuição de água quente sanitária (redes de sistemas secundários sem recirculação), pode-se considerar um valor não inferior a 10mm.

9. PERDAS DE CARGA

A perda de carga das instalações poderá ser calculada por inúmeras soluções desde que o valor final seja equivalente.

Um dos métodos mais usuais é a equação de Bernoulli generalizada com perdas:

$$\frac{p_1}{\rho \cdot g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{p_2}{\rho \cdot g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + h_{perdas} - h_{bomba} \quad \text{Eq. 3}$$

No sistema em estudo a equação geral de Bernoulli poderá ser simplificada em circuito fechados, como por exemplo (circuitos de sistemas solares térmicos, circuitos de pavimento radiante, entre outros) em que toma o valor nulo na diferença de cotas, na diferença de energia cinética bem como nas diferenças de pressões, em que a equação se simplifica ao igualar a altura manométrica da bomba com as perdas de carga em linha e localizadas.

$$h_{Bomba} = h_{perdas} [m. c. a] \quad \text{Eq. 4}$$

A perda de carga é o somatório das perdas em linha e localizadas:

$$h_{perdas} = h_{perdas,Linha} + h_{perdas,Localizadas} \quad \text{Eq. 5}$$

As perdas de carga em linha poderão ser adquiridas pela seguinte expressão de Darcy Weisbach:

$$h_{perdas,Linha} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g} [m. c. a] \quad \text{Eq. 6}$$

Onde:

- f - Coeficiente de atrito
- L - Comprimento do tubo [m]
- D - Diâmetro interior da tubagem [m]
- V - Velocidade [m/s]
- g - Aceleração da gravidade [m/s²]

A velocidade poderá ser determinada por:

$$V = \frac{Q}{A} [m/s] \quad \text{Eq. 7}$$

Onde:

- Q – Caudal [m³/s]
- A – Área [m²]

Perdas de carga localizadas são adquiridas pela seguinte expressão:

$$h_{perdas,Localizadas} = \sum K_i \times \frac{V^2}{2g} \text{ [m. c. a]} \quad \text{Eq. 8}$$

Onde:

- K_i – Coeficiente de perdas dos acessórios

Expressão final das perdas de carga é expressa em:

$$h_{perdas} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{Q^2}{2g \times A^2} + \sum K_i \times \frac{Q^2}{2g \times A^2}$$

$$h_{perdas} = \left(f \times \frac{L}{D} + \sum K_i \right) \times \frac{Q^2}{2g \times A^2} \quad \text{Eq. 9}$$

Para o cálculo do coeficiente de atrito (f), poder-se-á recorrer ao diagrama de Moody que se encontra no anexo A, para tal implica:

- A determinar o número de Reynolds, que poderá ser calculado com a seguinte expressão:

$$Re = \frac{\rho \cdot V_{méd} \cdot D}{\mu} = \frac{V_{méd} \cdot D}{\nu} \quad \text{Eq. 10}$$

Onde:

- ρ – Massa específica do fluido [kg/m³]
- $V_{méd}$ – Velocidade do escoamento [m/s]
- D – Diâmetro interior da tubagem [m]
- μ – Viscosidade dinâmica [kg/m.s]
- ν – Viscosidade sinemática da água normalmente 1×10^{-6} [m²/s]

Tipos de escoamentos a considerar:

$Re \leq 2300$ Escoamento laminar

$2300 < Re < 4000$ Escoamento de transição

$Re \geq 4000$ Escoamento turbulento

- Implica também saber o tipo de material da tubagem, com a divisão da respetiva rugosidade relativa e diâmetro, ϵ/D .

- Por outro lado poderá ser cálculo pela fórmula explícita de Haaland, que tem um erro mínimo aproximadamente de 2%. Que implica apenas o cálculo do número de Reynolds e diâmetro interior do troço, bem como a rugosidade do material utilizado.

A fórmula explícita de Haaland é determinada pela seguinte expressão:

$$\frac{1}{f^{1/2}} \approx -1.8 \times \log \left[\frac{6.9}{Re_d} + \left(\frac{\varepsilon/D}{3.7} \right)^{1.11} \right] \quad \text{Eq. 11}$$

Atualmente com os programas fornecidos pelos fabricantes, no qual está inserida a fórmula explícita de Haaland, é possível calcular as perdas de carga com maior facilidade.

10.VASO DE EXPANSÃO

O vaso de expansão tem a função de dar espaço ao fluido térmico quando este dilata com o aumento de temperatura (por exemplo através de uma membrana elástica).

Existem dois tipos de vasos de expansão: o vaso de expansão aberto e o vaso de expansão fechado.

O vaso de expansão aberto é normalmente utilizado mais em instalações de aquecimento central com um recuperador de calor a lenha com um pequeno reservatório de água incorporado, que eventualmente será para aquecer radiadores distribuídos pelas diversas divisões da habitação, ou mesmo como um sistema de apoio para um depósito de inércia. Este tipo de sistema como é aberto não necessita de válvula de segurança, mas é aconselhável utilizar pelo menos uma válvula de segurança no próprio recuperador de calor, caso exista um entupimento na tubagem, ou mesmo um esmagamento no tubo de ligação ao vaso de expansão.

O vaso de expansão fechado é habitualmente utilizado nas instalações solares que irá ser o caso pretendido no presente projeto. Este tipo de vaso é normalmente dividido em duas partes, por uma membrana que separa a água de um gás, que tem como funcionalidade de compensar a dilatação, provocada pelo aumento da temperatura que conseqüentemente verifica-se um aumento da pressão.



Figura 59- Esquema com vaso de expansão

O volume do vaso de expansão é determinado com a seguinte fórmula, segundo o fabricante Caleffi:

$$V_E = \frac{(0,07 * t - 2,5) * (P + 1)}{100 * (P - p)} * V_T \quad \text{Eq. 12}$$

Onde:

- V_E – Representa o volume de expansão do vaso em metros cúbicos [m³];
- t – Simboliza a temperatura máxima admissível no circuito em graus Celsius [°C];
- P – Simboliza a pressão relativa no sistema em bar [bar];
- p – Representa a pressão inicial no depósito de expansão em bar [bar];
- V_T – Representa o volume total no circuito fechado em metros cúbicos [m³].

Nota: Com 25 % de glicol considera-se, 30% a mais de volume sendo que a constante passa de 0.07 para 0.09.

11.ANTICONGELANTE

Pelo facto da água congelar a 0°C e evapora a 100°C, a pressão atmosférica (101 325 Pa). Assim, por forma a aumentar o intervalo em que a água se apresenta no seu estado líquido, é adicionado glicol (anticongelante), baixando-se o ponto de congelamento e aumentando-se a temperatura de ebulição da mistura.

A percentagem de glicol a ser adicionado à mistura é determinado tendo em consideração os registos de temperaturas mínimas e máximas do local onde será implementado o sistema.

O aditivo glicol não tem só como função aumentar o intervalo entre o ponto de congelação e o ponto de evaporação, mas também a proteção de todos os materiais constituintes da instalação, uma vez que é constituída por diferentes materiais como cobre, latão, solda, aço, alumínio.

12.UNIDADES DE CLIMATIZAÇÃO

A representação esquemática em projeto das unidades de climatização, sejam elas, exteriores ou interior, serão fornecidas pelos próprios fabricantes das diferentes marcas existentes no mercado, em formatos de softwares de desenho, como por exemplo (Autocad, Revit, etc). Sendo a representação das unidades, apresentadas numa escala correta (1:50 / 1:100 / 1:200), sendo a mais comum de utilizar a escala 1:100, ou seja, 1cm no projeto representa 1m em escala real.

13.CARGAS TÉRMICAS

13.1. Condições Exteriores

O ambiente exterior num determinado local é caracterizado por diversos parâmetros tais como a temperatura, a humidade, a velocidade e a direção do vento. Estes parâmetros evoluem ao longo do tempo dum modo cuja previsão dos seus valores é bastante complexa. Deste modo, os fatores que mais influenciam a temperatura e a humidade de uma região é a ação do vento e o efeito da radiação solar.

Sendo não menos importante localização geográfica para o local a projetar, para tal ter-se-á de definir os seguintes pontos:

- Local;
- Altitude;
- Latitude;
- Pressão do local em estudo;
- Temperatura a atmosfera padrão;
- Massa específica do local em estudo;
- Calor específico.

13.2. Condições Interiores

Para definir as reais condições de projeto (conforto), ter-se-á de admitir condições para o interior, nomeadamente em termos de temperatura e de humidade relativa interior. Sendo que na estação de arrefecimento (Verão) é habitual usar valores de temperatura interior de 25°C e de humidade relativa de 55% e na estação de aquecimento (Inverno) é comum o uso de valores para temperatura interior de 20°C e de humidade relativa de 40%.

13.3. Conforto Térmico

As condições interiores pretendidas para um determinado espaço, dependem da finalidade a que o espaço se destina, bem como o conforto térmico nele requerido.

Nos ambientes onde o ser humano passa uma grande parte do tempo da sua vida, como são exemplo a residência, o local de trabalho, o meio de transporte e os locais de lazer, as condições ambientais interiores devem proporcionar um bom conforto.

Segundo a norma ISO 7730/94 para se obterem condições de conforto deve-se adotar um valor de PPD (percentagem de pessoas insatisfeitas com as condições do ambiente, que provêm do

inglês “Predicted Percentage of Dissatisfied” inferior a 10%, ou seja, o parâmetro PMV (valor do voto médio previsto, que provêm do inglês “Predicted Mean Vote”) estará compreendido entre [- 0.5 e + 0.5].

No caso típico da ocupação verificada em ambientes de escritório, em edifícios de habitação é comum a atividade desenvolvida ser caracterizada por uma taxa de metabolismo de 1.2 met e o vestuário com um nível de isolamento por 1 clo e 0.5 clo, respetivamente, para a situação de Inverno e de Verão.

Tendo ainda a consideração da velocidade do ar na zona de ocupação inferior a 0.15 m/s e a 0.25 m/s, respetivamente, para situações típicas de aquecimento e arrefecimento.

Para além dos fatores pessoais relativamente à atividade física no local bem como o vestuário a usado, é também de extrema importância saber caracterizar e quantificar a influência do ambiente circundante na sensação de conforto térmico. Na resolução dum caso prático de climatização de um espaço em estudo é necessário ter em conta os seguintes fatores ambientais:

- Temperatura de bolbo seco do ar;
- Humidade relativa do ar;
- Velocidade do ar;
- Temperatura média radiante.

Para determinar o conforto térmico é necessário determinar o valor de PMV para posteriormente determinar a temperatura de conforto dos ocupantes, para tal serão mencionadas pelo menos duas formas de determinar o valor de PMV:

- Com humidade relativa de 50%, é possível consultar tabelas de PMV.
- Com humidades relativas diferentes a 50%, poder-se-á recorrer a um programa em excel para o cálculo dos índices de conforto térmico PMV e PPD, de acordo com a (ISSO 7730), cujo a folha de cálculo criada por Manuel Garneiro da Silva, dando valores de entrada como:
 - Atividade física (M) em [met];
 - Vestuário (Icl) em [clo];
 - Temperatura média do ar interior [°C];
 - Temperatura média radiante [°C];
 - Pressão de vapor saturado do local [Pa];
 - Velocidade do ar na zona de ocupação [m/s].

$$M \pm W \pm Q_{Rad.} \pm Q_{Conv.} \pm Q_{Cond.} \pm Q_{Acum.} - Q_{Evap.} - Q_{Resp.} = 0 \quad \text{Eq. 13}$$

Onde:

- M – A produção interna de calor por parte do organismo, ou seja, o nível metabólico [W/m²];
- W – Trabalho exterior realizado pelo corpo ou sobre o corpo [W/m²];
- $Q_{Rad.}$ – Transferência de calor por radiação [W/m²];
- $Q_{Conv.}$ – Transferência de calor por convecção [W/m²];
- $Q_{Cond.}$ – Transferência de calor por condução [W/m²];
- $Q_{Acum.}$ – Calor acumulado [W/m²];
- $Q_{Evap.}$ – Transferência de calor por evaporação [W/m²];
- $Q_{Resp.}$ – Transferência de calor por respiração [W/m²].

13.4. Cargas Térmicas

A carga térmica é a quantidade de calor que deve ser retirada e/ou fornecida a um determinado espaço para que as condições interiores, temperatura e humidade relativa, não sofram variações significativas relativamente aos níveis de conforto desejados para o espaço em estudo. A carga térmica é influenciada pelas condições climáticas exterior e pelas condições desejadas no interior do espaço a ser climatizado.

A componente exterior para efeitos de cálculo de carga térmica, está associado às trocas de calor pela envolvente exterior do edifício, ou seja, transmissão de calor através das paredes, pontes térmicas planas e lineares, vãos envidraçados, pavimentos, coberturas e as infiltrações de ar.

Para efeitos de cálculo de cargas térmicas através da envolvente interior dum edifício, depende do calor gerado internamente no espaço, normalmente esses fluxos de calor estão associados à utilização de diversos equipamentos, à iluminação artificial e à permanência de ocupantes no espaço em questão.

No cálculo de cargas térmicas dum espaço poderão se decompor em componentes sensíveis e latentes. A componente sensível está relacionada com os fluxos de calor de origem interna e externa responsáveis pela variação da temperatura do ambiente interior do espaço. A componente latente da carga térmica dum espaço é composta por todos os fluxos de origem interna ou externa que provoquem alterações no conteúdo de humidade interior.

Para o dimensionamento rigoroso de um sistema de climatização ter-se-á de ter o conhecimento da evolução temporal destas duas componentes (sensível e latente).

As cargas térmicas calculadas para os edifícios deveram entrar em conta as situações críticas, correspondentes às cargas máximas na estação de arrefecimento (Verão) e na estação de aquecimento (Inverno).

O cálculo de cargas térmicas, seja, para grandes edifícios, pequenos edifícios e/ou para um simples compartimentos, dever-se-á ter o seguinte conhecimento prévio:

- Condições interiores requeridas para a zona de climatização;
- Condições interiores de espaços adjacentes não climatizados;
- Condições exteriores climáticas;
- Georreferenciação e orientação do edifício;
- Caracterização térmica das envolventes opacas e de vão envidraçados do edifício.

Atualmente, para o cálculo de cargas térmicas é usual recorrer a programas computacionais disponibilizados por fabricantes e/ou marcas certificadas para tal, que minimizem os erros de cálculo mais ou menos significativos em função da fiabilidade do método de cálculo aplicado. O cálculo de carga térmica é a base principal dum projeto de AVAC, que por consequência irá definir todos os componentes pertencentes a uma instalação: unidades de climatização exteriores e interiores, condutas, ventiladores, difusores, grelhas, injetores e/ou rasgos. Com o cálculo de cargas pode-se verificar a influenciar significativamente o custo inicial de investimento, custo operacional e consumo energético dos equipamentos previsto para o edifício, para além do impacto na conforto térmico e produtividades dos ocupantes.

Como referido anteriormente para o cálculo de cargas térmicas é recorrente o uso de programas computacionais, tais como o *EnergyPlusTM*, *HAP (Hourly Analysis Program)*, *DesignBuilder*, *CYPETM* entre outro.

Sendo o *CYPETM* o programa que será utilizado no capítulo prático do presente documento. É um programa que está constantemente a sofrer atualizações de desenvolvimentos dos diversos módulos. Os módulos essenciais para o cálculo de cargas térmicas são o *IFC Builder* que permite a modelação do edifício em estudo num formato 3D, que posteriormente será transferido para o módulo *CYPE THERM LOADS* que permitirá o cálculo de cargas térmicas. Para além destes módulos referidos o *CYPETM* tem outros que permitem efetuar projetos entre várias especialidades, em conceito *BIM (Building Information Model)*.

CAPÍTULO III – APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

1. HISTORIAL DA EMPRESA

No âmbito da unidade curricular de Dissertação/Projeto/Estágio com o objetivo de obter o grau de mestre, foi realizado um estágio que decorreu durante cinco meses, na empresa Sintec - Sociedade de Investimentos e Consultoria, Lda.

A empresa é um gabinete de engenharia cuja atividade está particularmente vocacionada na área das instalações técnicas especiais, nas vertentes de Projeto, Consultoria, Auditorias e Fiscalização de Obra.

Foi fundada em 1992, pelo Engenheiro Daniel José Neto Cabrita Rodrigues.

A grande maioria das atividades desenvolve-se na área das Instalações Técnicas Especiais, nomeadamente no domínio da Engenharia Mecânica (Climatização, Aquecimento, Ventilação e Produção de A.Q.S.), quer na componente de Fiscalização, Projeto ou Consultoria.

As restantes especialidades desenvolvidas como: telecomunicações e eletricidade, redes de distribuição de água prediais, drenagem de água residuais domésticas e pluviais, segurança contra incêndios e redes de gás. São desenvolvidas em trabalhos em equipa, em parcerias com outros gabinetes. Deste modo consegue dar resposta integral às necessidades técnicas das diferentes especialidades, assegurando assim, a melhor adequação dos recursos de produção.

Hoje em dia a empresa conta com o empenho e dedicação de quatro trabalhadores altamente qualificados com licenciatura em engenharia.

2. ÁREAS DE ATUAÇÃO

2.1.Refrigeração, Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

- Otimização da envolvente de edifícios;
- Implementação de soluções passivas;
- Simulação Dinâmica e otimização energética de edifícios;
- Projeto de AVAC;
- Ventilação industrial, estacionamentos subterrâneos e túneis rodoviários;
- Sistemas de produção de AQS;
- Sistemas de energia solar;
- Redes de fluidos;

- Instalações elétricas associadas às Instalações Mecânicas;
- Interligação com GTC (Gestão Técnica Centralizada);
- Projeto de GTC;
- Estudos de viabilidade técnico-económica;
- Análise de projeto;

2.2. Certificação Energética (RECS) de Edifícios Novos e Existentes

- Auditorias Energéticas;
- Elaboração de Planos de Manutenção Preventiva;
- Emissão de Pré-Certificados Energéticos (PCE);
- Emissão de Certificados Energéticos (CE);

2.3. Fiscalização e assistência técnica de obras

- Análise comparativa de propostas;
- Acompanhamento dos trabalhos;
- Verificação de qualidade/quantidade dos materiais utilizados;
- Verificação da qualidade de execução;
- Participação em reuniões de obra;
- Elaboração de relatórios;
- Comissionamento;

2.4. Consultoria e peritagens

- Análise técnica de soluções já implementadas;
- Criação de modelos 3D para simulação dinâmica de soluções já existentes;
- Implementação de soluções passivas;
- Análise de redução de consumos energéticos;
- Elaboração de relatórios técnicos;

2.5. Instalações Elétricas e de Telecomunicações

- Alimentação, distribuição e utilização de energia elétrica;
- Postos de transformação;
- Grupos de emergência;

- Infraestruturas telefónicas;
- Infraestruturas multimédia (internet, televisão, som, etc...);

2.6.Instalações Hidráulicas

- Definição dos parâmetros de cálculo;
- Cálculo dos consumos;
- Dimensionamento das redes de águas e de drenagem;
- Dimensionamento de reservatórios de água de consumo;
- Dimensionamento da acumulação;
- Interligação ao sistema de aquecimento ambiente;
- Tratamento de águas;
- Dimensionamento dos equipamentos de bombagem;

A área que se desenvolveu durante o estágio baseia-se principalmente no primeiro tópico de atividades (Refrigeração, Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado), sendo que elas estão um pouco interligadas com os outros tópicos, mais concretamente com o de instalações hidráulicas.

3. TRABALHOS MAIS IMPORTANTES DESENVOLVIDOS NA EMPRESA

3.1.Habitações

Neste ponto foram desenvolvidos inúmeros projetos para habitações, com maior contribuição na Quinta do Lago e Vale do Lobo em Almancil, como se pode verificar algumas das seguintes figuras:



Figura 60 - Trabalhos desenvolvidos em Habitações

3.2.Hotéis/Aldeamentos



Figura 63 – Marinotel – Tivoli



Figura 62 – Hotel Quinta do Lago



Figura 61 - Vila Vita Park



Figura 64 – Hotel Aquashow



Figura 65 - Aldeamento turístico HAPIMAG



Figura 66 - Hotel Atrium Faro

3.3.Escritórios



Figura 67 – Portugal Telecom



Figura 69 - Grupo Rolear



Figura 68 - Concelho da Comunidade Económica Europeia

3.4.Comércio

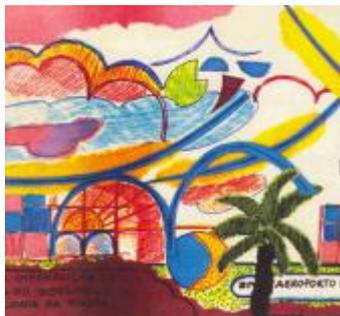


Figura 70 - Aeroporto de Faro



Figura 71 - Fabrica do Inglês

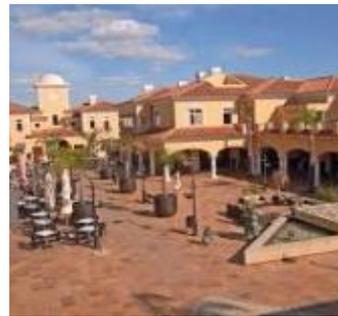


Figura 72 - Quinta Shopping (Loulé)

3.5.Escolas/Lares



Figura 73 - Nobel School Internacional do Algarve



Figura 74 - Escola secundária de Loulé



Figura 75 - Centro Comunitário

3.6.Saúde



Figura 76 - Hospital Distrital de Faro



Figura 77 - Unidade Radioterapia de Faro



Figura 78 - Unidade de Cuidados Continuados

3.7. Bibliotecas/Salas de espetáculo/Espaços Expositivos



Figura 79 - Portimão Arena



Figura 81 - Centro de Congressos Parque das Cidades



Figura 80 - Biblioteca Municipal de Loulé

3.8. Recintos desportivos



Figura 82 - Aquashow Indoor Park



Figura 83 - Aquashow Park



Figura 84 - Piscinas Municipais de Albufeira

CAPÍTULO IV – ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO

1. INTRODUÇÃO

No presente capítulo será descrito todas as atividades desenvolvidas durante o estágio na empresa Sintec - Sociedade de Investimentos e Consultoria, Lda.

As atividades realizadas no estágio serão descritas separadamente por tópicos, ou seja, indicará inicialmente o tipo de projeto de trabalho (habitações, hotéis/aldeamentos, escolas, saúde e recintos desportivos). De seguida será descrito em detalhe todas as atividades desenvolvidas no estágio para cada projeto.

2. PROCESSOS/PROJETOS DE TRABALHO

As soluções adotadas nos diversos processos terão tido por base nos critérios apontados e de modo a encontrar a melhor solução técnico-económica.

2.1. Moradias

- **Vila Kompass – Remodelação de edifício habitacional de luxo, unifamiliar**

Projeto de Instalações Mecânicas de Climatização, Ventilação, Aquecimento Ambiente, Produção de A.Q.S., Aquecimento e Arrefecimento de Piscina

- **Climatização**

A climatização dos espaços principais, terá sido assegurada através de duas unidades exteriores de climatização, do tipo “VRF”, que alimentam dezassete unidades interiores próprias para ligação a condutas, montadas em teto falso.

A piscina interior terá sido tratada através de uma unidade desumidificadora.

A adega foi tratada através de uma unidade “Split”, do tipo “baixa temperatura”, com unidade interior do tipo horizontal de teto.

A distribuição de ar tratado, nas diversas zonas, terá sido por meio de uma rede de condutas, difusores, grelhas e rasgos.

- **Ventilação**

A renovação de ar foi assegurada por sistemas de ventilação mecânica de extração de ar viciado e, complementarmente, existirão meios de admissão/compensação de ar novo, quer seja por meios mecânicos ou naturais.

- **Aquecimento Ambiente**

O aquecimento ambiente foi assegurado por circuitos de pavimento radiante hidráulico.

- **Produção de Água Quente**

O sistema de produção de água quente para AQS, Aquecimento Ambiente e Aquecimento das Piscinas terá sido composto por 4 coletores solares do tipo tubos de vácuo (Heat Pipe), um depósito termoacumulador para AQS 1000L e um depósito de inércia de aquecimento de 1000L, com apoio facultado por uma caldeira a gás, dois módulos de produção instantânea, e por um sistema do tipo “*VRF*”, através de 2 unidades produtoras de AQS, 6 unidades produtoras de água quente/água fria.

- **Produção de Água Refrigerada**

O sistema de produção de água refrigerada para Aquecimento Ambiente terá sido composto por um depósito de inércia de 500L, com apoio facultado por 6 unidades produtoras de água quente/água fria.

- **Aquecimento de Piscina Interior**

A piscina interior dispôs de uma Unidade de Desumidificação (UD) que permitirá fazer um controlo preciso do ar. Este equipamento permitirá, ainda a recuperação da energia para o ar da piscina (maioritariamente utilizada para a desumidificação).

- **Aquecimento e Arrefecimento de Piscina Exterior**

O aquecimento de piscina exterior terá sido feito com base em duas temperaturas, aplicadas em função dos requisitos do utilizador;

A piscina exterior terá sido arrefecida/aquecida com base num Chiller/Bomba de Calor dedicado, sendo complementada (em caso de necessidade) por recuperação do “*VRF*” e/ou caldeiras (no caso do aquecimento).

Neste processo participei no desenho e/ou preparação de obra bem como no mapa de quantidades, dos seguintes equipamentos:

- Unidades de climatização (interior e exteriores);
- Tubagens de fluido frigorígeno;
- Conduatas (insuflação, retorno, extração e ar novo);
- Grelhas, difusores e rasgos (insuflação, retorno, extração e ar novo).

- **Palacete dos Vasconcelos e Casa do Caseiro – Armação de Pêra**

Projeto de Instalações Mecânicas de Climatização, Ventilação, Aquecimento e Produção de A.Q.S.

- **Climatização**

Por solicitação do Dono de Obra, foram instaladas duas unidades exteriores de climatização, inverter, tipo bomba de calor, de Volume Variável de Refrigerante, “VRF”, “2 tubos”, com ligação a unidades interiores do tipo de conduta, de média pressão estática.

A separação das unidades exteriores encontra-se feita por pisos, desta forma teremos um funcionamento semelhante em todas as divisões de cada piso (tudo aquecimento ou tudo arrefecimento).

- **Ventilação**

A renovação de ar foi garantida através de uma unidade recuperadora de calor, introduzindo o ar novo diretamente nas unidades interiores de climatização e extraíndo em locais próprios (p.ex. instalações sanitárias e arrumos).

O recuperador permite reduzir significativamente o dispêndio de energia no tratamento do ar novo, tanto no Verão como no Inverno; este efeito está baseado na transferência térmica entre os dois fluxos de ar (rejeição e admissão), recorrendo a permutadores de fluxos cruzados.

- **Produção de Água Quente (AQS)**

O sistema de produção de AQS e de aquecimento ambiente foi composto por uma caldeira de condensação de 65 kW e um depósito de inércia de 1500 litros.

A pedido do Dono de Obra, o depósito terá a particularidade de conter duas serpentinas interiores para AQS e duas picagens para o circuito de aquecimento de ambiente; isto é, este depósito servirá para produção instantânea de AQS e de inércia para as duas funções.

Neste processo participei no dimensionamento, desenho, memórias descritivas e justificativa, mapa de quantidades e caderno de encargos dos seguintes equipamentos:

- Unidades de climatização (interior e exteriores), com base nas cargas térmicas obtidas;
- Tubagens de fluido frigorígeno;

- Conduitas (insuflação, retorno, extração e ar novo);
- Grelhas e rasgos (insuflação, retorno e extração);
- Aquecimento ambiente (pavimento radiante).

- **Apartamentos Olhão**

Projeto de Instalações Mecânicas de Climatização, Ventilação e Produção de A.Q.S.

- **Climatização**

De um modo geral, a climatização dos espaços, de ambos os apartamentos “A” e “B”, ter-se-ão sido assegurados através de uma unidade exterior de climatização com recuperação, tipo bomba de calor, de Volume Variável de Fluido Frigorígeno”, “3 tubos”, com ligação a unidades interiores de conduitas de média e baixa pressão estática. As unidades interiores irão ser ligadas a um distribuidor, de forma a que todos os espaços sejam independentes na sua utilização. A possibilidade de aquecimento e arrefecimento, para várias zonas ao mesmo tempo, é assim garantida.

- **Ventilação**

A renovação de ar será assegurada por sistemas de ventilação mecânica de extração do ar viciado e, complementarmente, existirão meios de admissão/compensação de ar novo, por meios naturais.

- **Produção de Água Quente Sanitária**

O sistema de produção de AQS será composto por um módulo de produção (E-BU), diretamente ligado ao sistema “VRF” e um depósito de AQS de 500 litros com uma resistência elétrica de 6 kW.

Será composto o mesmo tipo de sistema para os dois apartamentos “A” e “B”.

Neste processo participei no desenho, memórias descritivas e justificativa, mapa de quantidades e caderno de encargos dos seguintes equipamentos:

- Unidades de climatização (interior e exteriores);
- Tubagens de fluido frigorígeno;
- Conduitas (insuflação, retorno e extração);
- Grelhas (insuflação, retorno e extração).

- **Morada Quinta do Lago (SLN17)**

Projeto de Instalações Mecânicas de Climatização, Ventilação, Aquecimento Ambiente, Produção de A.Q.S. e Aquecimento de Piscina

- **Climatização**

De um modo geral, a climatização dos espaços terá sido assegurada através de uma unidade exterior de climatização, tipo bomba de calor, de Volume Variável de Fluido Frigorígeno “*VRF*”, “2 tubos”, com ligação a unidades interiores de condutas de média pressão estática.

Em complemento, foi instalado um sistema de pavimento radiante hidráulico com operação apenas em modo de aquecimento.

A área técnica dispôs de uma unidade de climatização do tipo *split*, com unidade interior do tipo mural.

A adega dispôs de uma unidade de climatização do tipo *split*, de baixa temperatura (temperatura interior de 12°C).

- **Ventilação**

A renovação de ar da sala, cozinha e dos três quartos orientados a sul, foi garantida através de dois recuperadores de calor, introduzindo o ar novo diretamente nas unidades interiores de climatização e extraíndo o ar em locais apropriados.

Nos restantes espaços, a renovação de ar será assegurada por sistemas de ventilação mecânica de extração e insuflação (cinema, ginásio e spa).

Os recuperadores atrás referidos, permitem reduzir significativamente o dispêndio de energia no tratamento do ar novo, tanto no Verão como no Inverno, este efeito está baseado na transferência energética entre os dois fluxos de ar (rejeição e admissão), recorrendo a permutadores de fluxos cruzados.

- **Produção de Água Quente**

O sistema de produção de AQS e de aquecimento ambiente terá sido composto por uma bomba de calor de 47 kW, cinco coletores solares e dois depósitos de inércia de 500 litros.

Estes depósitos terão a particularidade de conter uma serpentina interior para AQS e duas picagens para o circuito de aquecimento de ambiente, isto é, estes depósitos irão servir para produção instantânea de AQS e de inércia para as duas funções.

Adicionalmente, a pedido do Dono de Obra, estes depósitos irão conter uma resistência elétrica como reserva. Esta resistência elétrica só irá atuar como último recurso, nomeadamente em caso de avaria da bomba de calor.

- **Aquecimento de Piscina**

O aquecimento da piscina exterior foi feito com base numa temperatura fixa (28°C) aplicada desde Março a Outubro.

Este aquecimento será feito com recurso a uma bomba de calor dedicada, de montagem interior.

Neste processo participei no dimensionamento e desenho, memórias descritivas e justificativa, mapa de quantidades e caderno de encargos dos seguintes equipamentos:

- Unidades de climatização (interior e exteriores, apenas desenho);
- Tubagens de fluido frigorígeno;
- Conduitas (insuflação, retorno, extração e de ar novo);
- Grelhas, Rasgos e Difusores (insuflação, retorno, extração e de ar novo).

2.2.Hotéis/Aldeamentos

- **Vila Vita – Sunset Village**

Projeto de Instalações Mecânicas de Climatização, Ventilação, Aquecimento Ambiente e Produção de A.Q.S.

- **Climatização da sala multiusos, foyer, back office, lavandaria e sala de informática**

Os espaços acima referidos, dispuseram de uma unidade de climatização, bomba de calor, do tipo “VRF”, com recuperação de calor a “3 tubos”.

A sala multifunções e foyer (hall de entrada) dispuseram de unidades interiores próprias para ligação a condutas; na lavandaria a unidade interior será do tipo horizontal, para montagem “à vista” suspensa no teto; no back office e sala de informática as unidades interiores serão do tipo “mural”, com montagem na parede, “à vista”.

A difusão das salas multifunções e de refeições terá sido feita com recurso a difusores lineares de insuflação e de retorno.

A difusão do foyer foi feita com recurso a uma grelha linear repartida em insuflação e retorno.

- **Climatização da sala de refeições, sala de boufette e apoio à cozinha (espaço 4, piso1)**

A pedido do Dono de Obra, os espaços acima referidos, disporão de uma unidade de climatização, bomba de calor, do tipo “VRF”, “2 Tubos”.

As salas de refeições e boufette dispuseram de unidades interiores próprias para ligação a condutas; o apoio à cozinha terá sido por meio de uma unidade interior do tipo “mural”, com montagem na parede, “à vista”.

A difusão das salas terá sido feita com recurso a difusores lineares de insuflação e de retorno.

- **Climatização da cozinha (piso 0)**

A cozinha dispôs de duas unidades exteriores de climatização, bomba de calor, do tipo Split; com ligação a duas unidades interiores do tipo “teto horizontal em aço inox”, com montagens à vista.

- **Climatização do bar**

O bar dispôs de uma unidade de climatização, bomba de calor, do tipo *Split*, com ligação a uma unidade interior do tipo própria para ligação a condutas.

A difusão terá sido feita com recurso a difusores lineares de insuflação e de retorno.

- **Ventilação**

A renovação de ar foi assegurada por sistemas de ventilação mecânica de extração de ar viciado e, complementarmente, existirão meios de admissão/compensação de ar novo, quer seja por via mecânica ou natural.

Adicionalmente, existirão:

- Duas hottes para a extração de fumos/vapores da cozinha do piso 0;
- Uma hotte para a zona de lavagem, do apoio à cozinha do piso 1;
- Um teto ventilado para a cozinha do piso 1.

A opção de teto ventilado deveu-se a restrições arquitetónicas e ao projeto realizado pela especialidade de hotelaria. Contudo a implantação deste equipamento não segue os padrões habituais de instalação, pois encontra-se ligeiramente recuado face à zona de confeção/vapores.

A compensação da cozinha do piso 0 virá através de uma UTAN, com bateria de expansão direta, localizada no apoio à cozinha do piso 1.

- **Aquecimento Ambiente**

O aquecimento ambiente foi assegurado por circuitos de pavimento radiante hidráulico, nas zonas indicadas pelo Dono de Obra.

No bar, do piso 1, dispôs de pavimento radiante elétrico.

- **Produção de A.Q.S.**

O sistema de produção de AQS terá sido composto por uma unidade permutadora (água / fluido frigorígeno), genericamente nomeada como hydrobox (com capacidade de recuperação de calor, do sistema de climatização) interligada ao sistema “VRF” a “3 tubos”, seis coletores solares a instalar na cobertura do bar e um depósito termoacumulador de 1000 litros, sendo que este inclui uma resistência elétrica de 6kW apenas para último recurso.

Neste processo participei no dimensionamento e desenho, memórias descritivas e justificativa, mapa de quantidades e caderno de encargos dos seguintes equipamentos:

- Unidades de climatização (interior e exteriores, apenas desenho);
- Tubagens de fluido frigorígeno;
- Conduitas (insuflação, retorno, extração e de ar novo);
- Grelhas e difusores (insuflação, retorno, extração e de ar novo).

- **Hotel Cidade de Olhão (1ª e 2ª Fase) Village**

Projeto de Instalações Mecânicas de Climatização, Ventilação, Desenfumagem e Produção de A.Q.S.

- **Climatização**

De uma forma geral, a climatização será feita da seguinte forma:

- Quartos e hall da cobertura:
Sistema “VRF”, do tipo “3 tubos” com recuperação de calor, com quatro unidades exteriores (servindo cada uma os quartos de dois pisos, apenas de uma fachada – nascente ou poente), e quarenta e sete unidades interiores do tipo mural e duas do tipo cassette;
- Sala de pequenos almoços:
Sistema “VRF”, com uma unidade exterior e três unidades interiores do tipo cassette “round flow”, montadas em teto falso;

- Hall de entrada:

Sistema “*Multisplit*”, com uma unidade exterior e duas unidades interiores do tipo cassete “*round flow*”, montadas em teto falso;

- Gabinete da direção:

Terá sido instalada uma unidade *split* independente, do tipo mural;

Adicionalmente, ter-se-á colocado à consideração do Dono de Obra a possibilidade da instalação de uma unidade *split*, do tipo industrial, para a cozinha.

Ainda assim, será deixada uma pré-instalação de modo a colocar a unidade exterior na cobertura técnica.

- o **Ventilação**

A renovação de ar terá sido assegurada por sistemas de ventilação mecânica de extração de ar viciado e, complementarmente, existirão meios de admissão/compensação de ar novo, quer seja por meios mecânicos ou naturais.

No caso dos quartos e como consequência da extração implementada nas I.S., a compensação de ar foi feita de forma natural, através de ventiladores aplicados nas caixilharias.

Nas zonas públicas (sala de pequenos almoços e hall de entrada), a renovação de ar foi assegurada por sistemas de ventilação mecânica de insuflação de ar novo (filtrado sempre que conveniente), estando a extração do ar viciado localizada no bar, copa e I.S., através de ventiladores dedicados.

A cozinha dispôs de uma hotte de extração, com um ventilador de extração/desenfumagem, a ser instalado na cobertura do edifício. A compensação foi feita de forma natural.

Adicionalmente, foi instalado um ventilador de pressurização para o núcleo de escadas e antecâmaras, na cave.

A compensação do núcleo de escadas, que liga o piso 0 até à cobertura do edifício, dispôs de uma ventilação passiva. Caso o Dono de Obra assim o pretenda, poderá ser instalado um ventilador de pressurização, de forma a diminuir a volumetria do sistema aeráulico, nomeadamente as admissões de ar nas fachadas e a dimensão das condutas.

- o **Produção de Água Quente**

O sistema de produção de AQS terá sido composto por quatro hydroboxes, ligadas individualmente, a cada uma das quatro unidades de climatização dos quartos.

Adicionalmente, encontram-se instalados 9 coletores solares térmicos na cobertura do edifício.

Para armazenamento de energia e distribuição, conforme requisito do Dono de Obra, foram instalados depósitos de Água Quente Sanitária (AQS) de 1000 litros, para cada um dos pisos dos quartos (piso 1 até ao piso 4), e um depósito de 500 litros, instalado na cave, para os balneários dos funcionários e cozinha.

Neste processo participei no dimensionamento e desenho, memórias descritivas e justificativa, mapa de quantidades e caderno de encargos dos seguintes equipamentos:

- Unidades de climatização (interior e exteriores, apenas desenho);
- Tubagens de fluido frigorígeno;
- Conduitas (insuflação, retorno, extração e de ar novo);
- Grelhas, difusores (insuflação, retorno, extração e de ar novo) e válvulas de extração;
- Sistema Solar Térmico.

- **Hotel Atrium – Faro**

Projeto de Instalações Mecânicas de Climatização, Ventilação, Desenfumagem e Produção de A.Q.S.

- **Climatização dos quartos e das zonas públicas**

No geral, as zonas públicas e os quartos, disporão de unidades de climatização, tipo bomba de calor, de Volume Variável de Refrigerante, do tipo Multisplit, a “3 tubos” (com recuperação) e a “2 tubos”.

As unidades interiores serão dos tipos: unidade de “conduitas”; cassette de “2 vias”; cassette com insuflação uniforme (round flow); mural;

- **Climatização da zona de receção e bar, do gabinete do vigilante, back-office e do restaurante**

A receção, gabinete do vigilante e restaurante, disporão de unidades de climatização, bomba de calor, do tipo Split.

As unidades interiores serão próprias para ligação a conduitas.

Na zona de receção e bar, bem como no gabinete do vigilante, o tratamento aerúlico far-se-á através de difusores rotacionais para a insuflação e de grelhas no caso do retorno; no back-office disporá de uma unidade de climatização, bomba de calor, do tipo Split, com a adoção de uma unidade interior do tipo mural; no restaurante o tratamento

aerúlico será feito através de uma grelha contínua, com troços para insuflação e troços para retorno do ar.

Para o retorno do restaurante deverão ser criados “caixões” para que o ar possa ser aspirado em pleno.

- **Climatização das cozinhas da hamburgueria, da pizzeria (pré-instalações) e do restaurante**

As cozinhas disporão de pré-instalações, em que se preveem a adoção de duas unidades de climatização, bomba de calor, do tipo Split, com unidades interiores do tipo teto horizontal inox, para montagem à vista.

- **Climatização do refeitório (pré-instalação)**

O refeitório disporá de uma pré-instalação, em que se prevê adoção de unidade de climatização, bomba de calor, do tipo Split; com uma unidade interior do tipo mural.

- **Climatização do Spa e ginásio**

Os espaços disporão de uma unidade de climatização, tipo bomba de calor, de Volume Variável de Refrigerante, do tipo Multisplit, a “3 tubos” (com recuperação).

As unidades interiores serão dos tipos: unidade de “condutas” e de cassette de “2 vias”.

- **Climatização das salas polivalentes**

As salas polivalentes disporão de uma unidade de climatização do tipo Rooftop, bomba de calor.

O tratamento de ar far-se-á através de difusores rotacionais de insuflação e grelhas para retorno.

- **Climatização da zona de lixo e de rouparia**

As zonas disporão de uma pré-instalação que considera uma unidade de climatização para cada espaço, do tipo Split de baixa temperatura; as unidades interiores serão do tipo mural.

- **Ventilação**

Para os quartos, zona de ginásio, e restaurante da cobertura, a renovação de ar será assegurada através de recuperadores de calor. No caso dos quartos, o ar novo será insuflado nos plenos, ou condutas, de retorno das unidades interiores e extraído nas I.S.

Os recuperadores dos quartos permitem reduzir significativamente o dispêndio de energia no tratamento do ar novo, tanto no Verão como no Inverno; este efeito está baseado na transferência térmica entre os dois fluxos de ar (rejeição e admissão), recorrendo a permutadores de fluxos cruzados.

Nas zonas públicas, a renovação de ar será assegurada por sistemas de ventilação mecânica, de extração e/ou de insuflação de ar novo (filtrado sempre que conveniente). As cozinhas, zonas de apoio e zonas técnicas disporão de extração por ventilação mecânica. A compensação de ar, nestas zonas, será feita de forma natural, através de elementos de vãos previstos e acordados com o Dono de Obra. Na zona do foyer e back-office a compensação de ar, será assegurada de forma mecânica através de ventiladores.

○ **Produção de A.Q.S.**

O sistema de produção de AQS do hotel será composto por seis caixas permutadoras (água / fluido frigorígeno), genericamente nomeadas como hydrobox (com capacidade de recuperação de calor, do sistema de climatização) interligadas ao sistema VRV a “3 tubos”, trinta e nove coletores solares a instalar na cobertura, três depósitos termoacumuladores de 3000 litros e uma caldeira de chão de condensação a gás, implantados em local técnico próprio;

O sistema de AQS do ginásio, à imagem do hotel, será feito com base em uma caldeira de condensação e uma caixa de permuta, que produzem energia para um depósito de 1500 litros.

Neste processo participei no dimensionamento e desenho, memórias descritivas e justificativa, mapa de quantidades e caderno de encargos dos seguintes equipamentos:

- Tubagens de fluido frigorígeno;
- Conduitas (insuflação, retorno, extração e de ar novo);
- Equipamentos de difusão (grelhas de extração/insuflação, válvulas de extração, registos sobrepressão, corta fogo), equipamentos de ventilação (ventiladores e recuperadores de calor);
- Preparação de projeto para envio ao Dono de Obra.

● **Pestana Carvoeiro Aparthotel**

Projeto de Instalações Mecânicas de Climatização e Ventilação

○ **Zonas Públicas**

A climatização dos espaços será efetuada através de unidades exteriores, do tipo *Split* ou *Multisplit*, que alimentam unidades interiores do tipo mural, conduta e horizontal de teto.

As unidades murais serão dotadas de sensor de presença, que possibilita enviar o caudal de ar para as zonas não ocupadas.

A extração de ar será maioritariamente natural. Nas IS do restaurante e da receção, bem como no bar, a ventilação será mecânica e far-se-á por meio de uma rede de condutas, grelhas e válvulas e será assegurada por sistemas de ventilação mecânica.

○ **Apartamentos e Villas**

A climatização dos espaços será efetuada através de unidades exteriores, do tipo *Multisplit*, que alimentam unidades interiores do tipo mural, dotadas de sensor de presença, que possibilita enviar o caudal de ar para as zonas não ocupadas.

A ventilação será natural.

○ **Cozinha do Restaurante**

A hotte a instalar deverá ter compensação e indução, embora o ar novo não seja tratado, mas apenas filtrado.

Como o caudal de indução é muito reduzido ($\cong 19\%$) relativamente ao caudal de compensação ($\cong 81\%$), a chegada de ar novo poderá ser desconfortável para os ocupantes, principalmente nas estações mais rigorosas (verão e inverno).

Assim, é da máxima conveniência a instalação de uma unidade de climatização, do tipo horizontal de teto.

A utilização de uma hotte sem compensação conduzirá a um desequilíbrio total da climatização do restaurante e ao arrastamento de ar não filtrado a partir do exterior, com todos as condicionantes legais e sanitárias (saúde e higiene) daí derivadas.

Neste processo participei no desenho, memórias descritivas e justificativa, mapa de quantidades e caderno de encargos dos seguintes equipamentos:

- Unidades de climatização (interior e exteriores);
- Tubagens de fluido frigorígeno;
- Condutas (insuflação, retorno, extração e de ar novo);
- Grelhas (insuflação, retorno, extração e de ar novo) e válvulas de extração.

2.3. Escolas

- **Escola básica (EB1) de Silves**

Projeto de Instalações Mecânicas de Climatização e Ventilação

- **Climatização das salas de aula**

Estes espaços dispuseram de uma unidade de climatização, bomba de calor, do tipo *VRV*, com ligação a unidades interiores do tipo “de conduta”.

A distribuição de ar nestas zonas terá sido feita através de grelhas de insuflação e de retorno.

- **Climatização da sala de informática**

Este espaço dispôs de uma unidade de climatização, bomba de calor, do tipo *Split* com ligação a uma unidade interior do tipo “de conduta”.

- **Climatização do arrumo/área técnica e portaria**

Estes espaços dispuseram, cada um, de uma unidade de climatização, bomba de calor, do tipo *Split* com ligação a unidades interiores do tipo “mural”.

- **Ventilação**

Os átrios, zonas de circulação e portaria, terão a renovação de ar induzida pelo sistema mecânico de exaustão instalados nas IS e arrumos. A compensação dos espaços será feita de forma natural, através da abertura de portas e janelas.

As salas de aula e a sala de informática dispuseram de sistemas mecânicos de extração. A compensação será feita de modo natural.

Neste processo participei no desenho, memórias descritivas e justificativa, mapa de quantidades e caderno de encargos dos seguintes equipamentos:

- Unidades de climatização (interior e exteriores);
- Tubagens de fluido frigorígeno;
- Conduitas (insuflação, retorno, extração e de ar novo);
- Grelhas (insuflação, retorno, extração e de ar novo) e válvulas de extração.

- **Escola básica (EB1) de Alcantarilha**

Projeto de Instalações Mecânicas de Climatização, Ventilação e Produção de A.Q.S.

- **Climatização das salas de aula**

Todas salas de aula dispuseram de uma unidade exterior de climatização, bomba de calor, do tipo *Split*, com unidade interior do tipo mural.

A distribuição de ar nas salas de aula terá sido feita através de grelhas de insuflação e de retorno.

- **Climatização da sala de professores, sala de reuniões e biblioteca**

Tanto a sala de professores como a sala de reuniões e a biblioteca, dispuseram de uma única unidade exterior de climatização, bomba de calor, do tipo *multisplit*, com unidades interiores do tipo “de conduta”, à exceção do gabinete do diretor que dispôs de uma unidade do tipo mural.

A distribuição de ar na sala dos professores e biblioteca far-se-á através de grelhas de insuflação e de retorno.

- **Climatização da sala polivalente**

A sala polivalente dispôs de duas unidades exteriores de climatização, bomba de calor, do tipo *split*, com ligação a duas unidades interiores do tipo “pavimento”.

- **Climatização do refeitório**

O refeitório dispôs de uma unidade exterior de climatização, bomba de calor, do tipo *multisplit*, com ligação a três unidades interiores do tipo horizontal para colocação no teto.

- **Climatização da cozinha**

A cozinha dispôs de uma unidade exterior de climatização, bomba de calor, do tipo *split*, com ligação a uma unidade interior do tipo “teto horizontal em aço inox”, com montagem à vista.

- **Ventilação**

Os átrios e as zonas de circulação terão a renovação de ar garantida através de um sistema mecânica de exaustão instalados nas IS, sendo a compensação dos espaços feita de forma natural, através da abertura de portas e janelas.

As salas de aula dispuseram de ventilação natural, através da abertura dos vãos envidraçados.

A sala de professores e a biblioteca disporão de sistemas mecânicos de extração. A compensação será feita de modo natural.

A sala polivalente terá a renovação de ar garantida através da monitorização dos vãos envidraçados.

A ventilação da cozinha será garantida através do ventilador de extração da hotte e pelo ventilador de compensação.

○ **Produção de A.Q.S.**

O sistema de Produção de A.Q.S. da escola terá sido composto por, oito coletores solares a instalar na cobertura da zona técnica, dois depósitos termoacumuladores de 800L, implantados na zona técnica norte (piso 0), uma caldeira mural a gás, também implantada na referida zona técnica e ainda por forma a se puder dissipar a energia dos coletores solares, quando a escola tiver fechada em período de férias, será instalado um dissipador de calor na cobertura da zona técnica.

Neste processo participei no desenho, memórias descritivas e justificativa, mapa de quantidades e caderno de encargos dos seguintes equipamentos:

- Unidades de climatização (interior e exteriores);
- Tubagens de fluido frigorígeno;
- Conduitas (insuflação, retorno, extração e de ar novo);
- Grelhas (insuflação, retorno, extração e de ar novo) e válvulas de extração;
- Sistema Solar Térmico.

2.4.Saúde

• Hospital de Loulé

Remodelação das Instalações Mecânicas de Climatização, Ventilação e Auxílio à Produção de A.Q.S.

Adicionalmente, é necessário que a instalação respeite a legislação em vigor, nomeadamente:

- Portaria n.º 290/2012
- ACSS (Especificações Técnicas para Instalações de AVAC- ET 06/2008)

Assim, pretendeu-se substituir as instalações existentes, com equipamentos de climatização por expansão direta, por um sistema hidráulico.

- **Produção de Água para Refrigeração e Aquecimento e Produção de água Quente**

Para a produção de água refrigerada/quente, terão sido utilizadas duas unidades do tipo chiller/Bomba de Calor, a 4 tubos, com recuperação de calor.

Este sistema assegurará a energia necessária, tanto para a climatização da zona intervencionada como para o auxílio à produção de AQS.

A distribuição da energia terá sido feita com recurso a grupos de circulação e a tubagem devidamente ajustados às características do local de instalação e do tipo de fluido a transportar.

- **Climatização**

A climatização dos vários espaços será assegurada por ventiloconvectores (VC's), a 4 tubos, próprios para ligação a condutas, montados em teto-falso.

- **Ventilação**

A renovação será assegurada por sistemas de ventilação mecânica de extração de ar viciado e, complementarmente, existirão meios de admissão/compensação de ar novo, quer seja por meios mecânicos ou naturais.

Neste processo participei no desenho/dimensionamento, memórias descritivas e justificativa, mapa de quantidades e caderno de encargos dos seguintes equipamentos:

- Unidades de climatização (interior e exteriores);
- Tubagens hidráulicas;
- Condutas (insuflação, retorno, extração e de ar novo);
- Grelhas (insuflação, retorno, extração e de ar novo) e válvulas de extração.

2.5. Recintos Desportivos

- **Aquashow indoor park**

Projeto de Execução das Instalações Mecânicas de Climatização, Ventilação, Desumidificação, Desenfumagem, Produção de A.Q.S., Aquecimento de Piscinas e Aquecimento Ambiente

- **Aquecimento do hall das piscinas cobertas**

Foram previstas a instalação de 7 unidades de desumidificação (UD's) que irão permitir a desumidificação e o aquecimento do recinto das piscinas cobertas.

As necessidades térmicas do ar ambiente serão garantidas, em parte, pela recuperação de calor do ar húmido retornado. O aquecimento da água da piscina também beneficiou pela recuperação de calor do ar húmido (modo secundário de funcionamento, pois a carga ambiente, devido à forte exposição exterior e forte evaporação, é bastante elevada).

O ar tratado será insuflado, sempre que possível, nas zonas com janelas, através de grelhas de pavimento e/ou injectores, de modo a impedir a surgimento de condensações. Nas restantes zonas, a insuflação ocorrerá consideravelmente acima das zonas de ocupação, através de injetores e grelhas, de forma a possibilitar o bom “varrimento” dos espaços;

Dada a existência de equipamentos de tematização e de recreio, o recurso a injetores e grelhas com possível orientação de jato será fulcral para que se evite o surgimento de correntes suscetíveis de gerar desconforto junto dos utilizadores/ocupantes;

Modernamente, em situações desta complexidade, já é usual recorrer-se a uma análise do tipo CFD (Computational Fluid Dynamics – Fluidodinâmica computacional), a fim de se otimizar o sistema aeráulico e o conforto daí proveniente, embora neste caso não tivessem sido encontradas as condições para a sua materialização;

Os retornos ficaram instalados a vários níveis, sendo que, quando possível, procurou-se retornar uma parte do caudal próximo do plano de água, para uma vez mais, promover um bom “varrimento” dos espaços, no que à remoção de vapor de água excessiva diz respeito.

- **Climatização da receção e do restaurante**

Foi previsto a instalação de unidades de climatização do tipo *rooftop*, bomba de calor, para a climatização destes espaços.

- **Climatização dos restantes espaços**

Foi previsto a instalação de unidades de climatização do tipo *split* e *multisplit*, bomba de calor, para a climatização dos restantes espaços.

- **Ventilação**

A renovação de ar foi assegurada por recuperadores de calor, na maior parte dos casos, e sistemas de ventilação mecânica de extração de ar viciado.

○ **Central Térmica**

O sistema de produção de água quente é composto por sessenta e seis coletores solares a instalar na cobertura, dois chillers bombas de calor e dois conjuntos de caldeiras a gás, implantados em locais técnicos próprios. Este sistema assegurará a energia necessária, tanto para o ar como para a água das piscinas e de A.Q.S..

As UD's serão alimentadas por um circuito hidráulico proveniente de uma das centrais térmicas (central térmica poente).

O aquecimento das várias piscinas terá sido efetuado através de circuitos independentes, dotados de permutadores de calor de placas, adequados às características químicas da água. A distribuição da energia foi feita com recurso a grupos de circulação, bem como a tubagens devidamente ajustadas às características do local de instalação e do tipo de fluido a transportar.

○ **Aquecimento Ambiente**

O sistema de aquecimento foi feito através de pavimento radiante, que evita os inconvenientes da climatização com recurso à difusão de ar, reduzindo os consumos energéticos e incrementando os níveis de conforto. Adicionalmente, anula as dificuldades estéticas e arquitetónicas causadas pelas soluções tradicionais.

Neste processo participei no desenho/dimensionamento, memórias descritivas e justificativa, mapa de quantidades e caderno de encargos dos seguintes equipamentos:

- Unidades de climatização (interior e exteriores – apenas desenho);
- Tubagens hidráulicas;
- Conduitas (insuflação, retorno, extração e de ar novo);
- Ventiladores (extração e de insuflação);
- Grelhas, difusores (insuflação, retorno, extração e de ar novo), injetores, válvulas de extração, registos de caudal e os registos de sobre pressão;
- Sistema Solar Térmico;
- Acompanhamento de Obra.

3. TÓPICOS A ELABORAR PARA CADA PROCESSO

3.1. Memórias descritivas/Caderno de encargos

A memória descritiva é um documento que deverá estar presente perante um projeto, pois, é onde está descrita:

- Descrição da solução técnica;
- Normas adotadas para a realização dos cálculos;
- Premissas básicas adotadas durante o projeto;
- Objetivos do projeto;
- Condições de execução da empreitada;
- Ensaio e verificações a levar em conta pelo empreiteiro;
- Descrição detalhada e pormenorizada de materiais/equipamentos adotados no projeto;
- Descrição de trabalhos complementares, como: a montagem e funcionamento da instalação, a descrição dos pontos de medição obrigatória para a motorização das instalações, níveis de ruído admissíveis para os espaços em estudo, bem como a descrição do contro da instalação.

3.2. Quadros resumo

Neste item deverão estar inseridos os quadros resumo dos equipamentos, sejam aerúlicos ou hidráulicos. É um suporte de auxílio bastante útil para as restantes especialidades como arquitetura, estruturas, eletrotécnicos e instaladores, para tal deverão estar tabelados os seguintes valores:

- Referência do equipamento;
- Potências de aquecimento e arrefecimento [W];
- Temperaturas de trabalho [°C];
- Caudais [m³/s];
- Ruído [dB(A)];
- Perda de carga [Pa];
- Tipo de admissão/descarga;
- Potência elétrica [W];
- Dimensão do cabo elétrico [mm²]
- Tipo de corrente (monofásica ou trifásica);

- Peso [kg];
- Dimensões [m];
- Marca e modelo.

3.3. Peças desenhadas

São os desenhos de projeto, onde estarão localizados:

- Os circuitos aeráulicos, hidráulicos e de fluido frigorígeno;
- Esquemas de princípio;
- Os equipamentos a instalar;
- Pormenores/cortes importantes, para fácil interpretação;
- Dimensões com o respetivo caudal das condutas e/ou tubagens;
- Legenda dos equipamentos.

Ou seja, nas peças desenhadas deverá estar apresentado todo o conteúdo que seja importante para o projetista especificar, de modo que as empresas instaladoras possam compreender todos os mais ínfimos pormenores da instalação, ao acompanharem o projeto de execução.

3.4. Medições/Mapa de quantidades

É um documento de extrema importância, pois, tem como principal objetivo de quantificar uma lista de todo o material e equipamentos implementados num projeto, que posteriormente será aplicado em obra. Este documento é fundamental para as tarefas de um orçamentista, no ato da elaboração e/ou análise de propostas de preços.

CAPÍTULO V – PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO PARA EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO

1. ENQUADRAMENTO

O presente capítulo apresenta a elaboração de um projeto de AVAC, em que engloba Instalações Mecânicas de Climatização, Ventilação, Produção de A.Q.S. e Aquecimento Ambiente.

O edifício de habitação em estudo localiza-se na Vila de Carvoeiro, freguesia de Lagoa e Carvoeiro, concelho de Lagoa no Algarve (zona climática II, V3), a uma altitude de 75m sobre o nível do mar e a uma distância à costa inferior a 5 km.

A moradia unifamiliar, composta por cave, rés-do-cão e 1º piso, constituído em regime de propriedade total sem andares nem divisões suscetíveis de utilização independente. O edifício tem as principais fachadas nas orientações Norte, Sul, Este e Oeste e não existem obstáculos/edifícios que provoquem sombreamento significativo no edifício.

A presente moradia unifamiliar enquadra-se na tipologia V3 e trata-se de um edifício novo, tem pavimento em contacto com o solo e sob cobertura exterior, composto na cave por uma garagem, duas zonas técnicas, uma circulação vertical (escadas) e uma instalação sanitária, uma das zonas técnicas poderá ser convertida a quarto, no rés-do-chão por um hall/circulação, uma sala de estar de pé direito duplo, uma sala de jantar de pé direito duplo, uma cozinha, uma zona de arrumos, uma circulação vertical (escadas) um quarto e duas instalações sanitárias e no 1º piso por uma circulação vertical (escadas), e dois quartos e duas instalações sanitárias.

Tabela 16 - Área da Moradia

Área tratada [m²]	Observações
350	3 pisos

No geral, as principais cargas térmicas dependem, em primeira instância, da envolvente e, complementarmente, da ocupação e equipamento. As soluções arquitetónicas existentes, apesar da grande área de envidraçados, permitem mitigar alguns desses efeitos e conduzem, em termos globais, a soluções aceitáveis do ponto de vista térmico, sobretudo se forem implementadas as proteções solares das superfícies envidraçadas sugeridas em fase do projeto do comportamento térmico da moradia.

Assim, atendendo às condicionantes climáticas da zona, ter-se-á de constatar a necessidade de implementação de sistemas mecânicos que permitam atingir condições de conforto durante os períodos de Verão e de Inverno.

Complementarmente, salienta-se que este projeto foi dirigido no sentido de atender às exigências expressas pelo Dono de Obra, de forma a atingir níveis de conforto adequados a cada uma das zonas, em função das suas características e tipos de ocupação, sendo também de referenciar a atenção prestada à otimização da relação entre custos de investimento inicial e os futuros custos de exploração/manutenção dos equipamentos selecionados.

Modelação do Edifício (vista 3D):

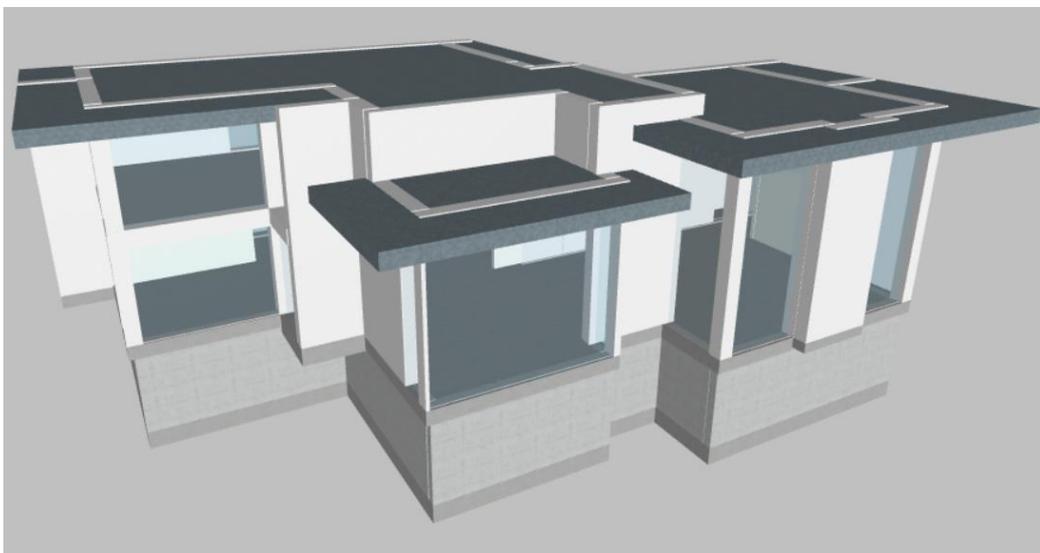


Figura 85 - Modelação do Edifício

Na execução da obra deverá ser cumprida a regulamentação térmica em vigor, nomeadamente o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH – Decreto Lei n.º 118/2013).

Para a elaboração do projeto será necessário realizar a modelação do edifício de habitação, com a finalidade de calcular as cargas térmicas que lhe estão associadas. Na modelação do edifício é necessário ter em conta os seguintes parâmetros:

- Localização do edifício;
- Condições climáticas;
- Caracterização de todos os elementos construtivos;
- Orientação geográfica do edifício;
- Tipo de perfil de utilização do edifício.

2. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS

As Soluções construtivas adotadas para o cálculo de cargas térmicas forma baseadas no projeto térmico, bem como no pré-certificado energético, onde nestes foi definido os elementos construtivos da moradia.

Envolvente Exterior:

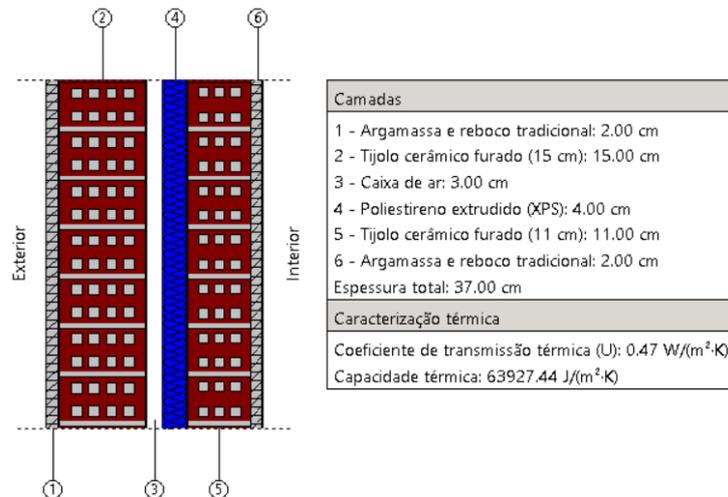


Figura 86 - Envolve Exterior, Fonte: Software CypeTherm Loads

Paredes Interiores:

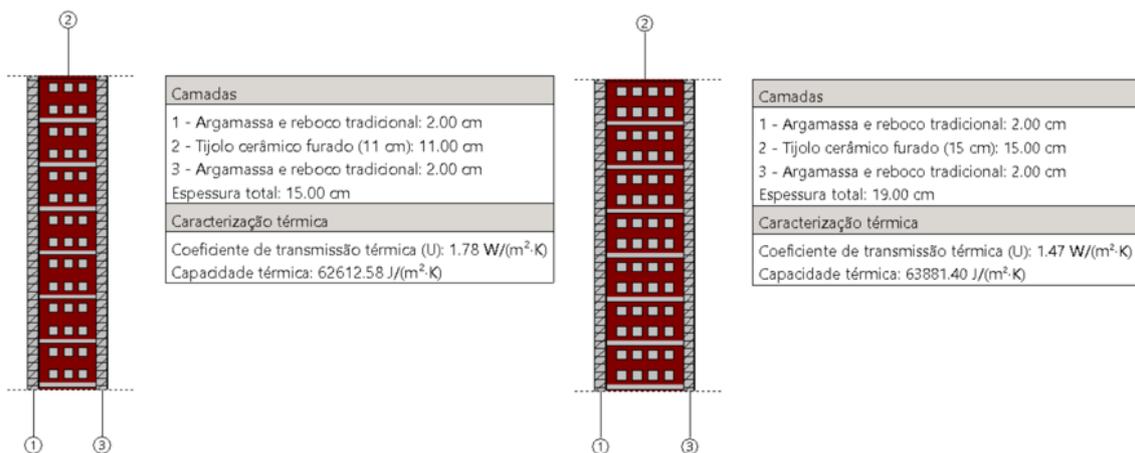


Figura 87 - Paredes Interiores, Fonte: Software CypeTherm Loads

Muro de Suporte (envolvente em contacto com o terreno):

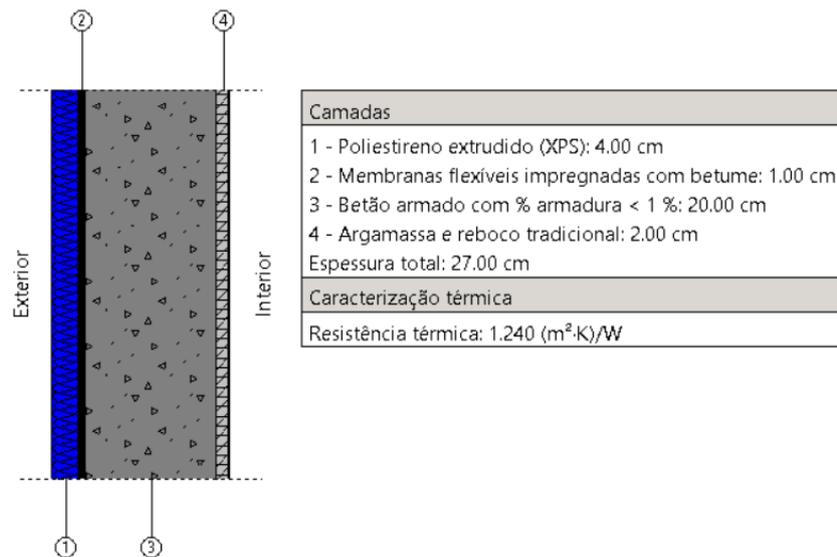


Figura 88 - Muro de Suporte, Fonte: CypeTherm Loads

Pavimento em contacto com o Solo:

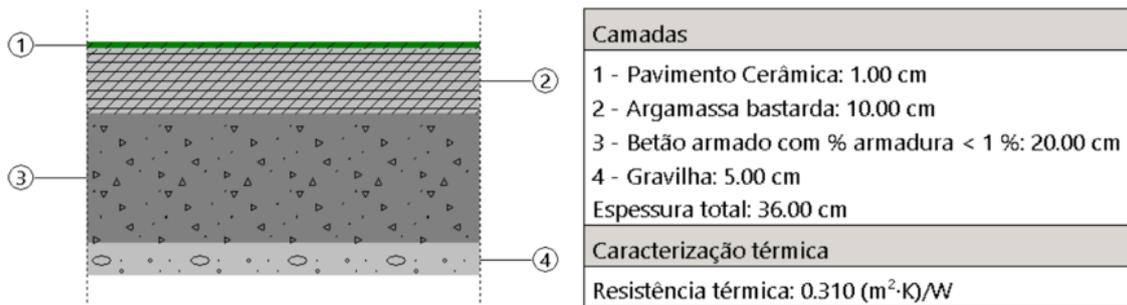
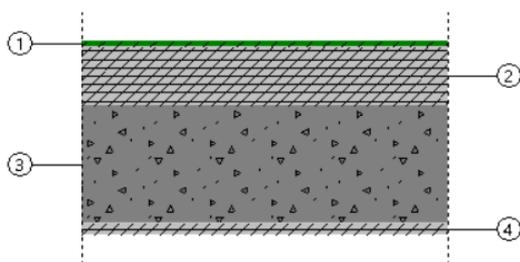


Figura 89 - Pavimento em contacto com o solo, Fonte: CypeTherm Loads

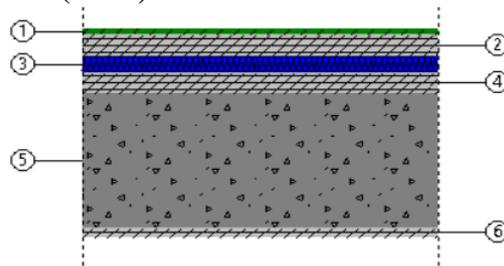
Pavimento entre Pisos:



Camadas
1 - Pavimento Cerâmica: 1.00 cm
2 - Argamassa bastarda: 10.00 cm
3 - Betão armado com % armadura < 1 %: 20.00 cm
4 - Argamassa e reboco tradicional: 2.00 cm
Espessura total: 33.00 cm
Caracterização térmica
Laje superior
Coefficiente de transmissão térmica (arrefecimento): 1.69 W/(m ² ·K)
Coefficiente de transmissão térmica (aquecimento): 2.22 W/(m ² ·K)
Laje inferior
Coefficiente de transmissão térmica (arrefecimento): 2.22 W/(m ² ·K)
Coefficiente de transmissão térmica (aquecimento): 1.69 W/(m ² ·K)
Laje inferior exposta à intempérie
Coefficiente de transmissão térmica (arrefecimento): 2.56 W/(m ² ·K)
Coefficiente de transmissão térmica (aquecimento): 2.17 W/(m ² ·K)
Capacidade térmica: 113490.01 J/(m ² ·K)

Figura 93 - Pavimento em contacto com o solo, Fonte: CypeTherm Loads

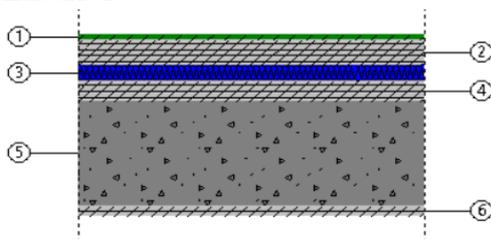
Pavimento em contacto com espaço não útil (ENU):



Camadas
1 - Pavimento Cerâmica: 1.00 cm
2 - Argamassa bastarda: 4.00 cm
3 - Poliestireno extrudido (XPS): 3.00 cm
4 - Argamassa bastarda: 4.00 cm
5 - Betão armado com % armadura < 1 %: 25.00 cm
6 - Argamassa e reboco tradicional: 2.00 cm
Espessura total: 39.00 cm
Caracterização térmica
Laje superior
Coefficiente de transmissão térmica (arrefecimento): 0.71 W/(m ² ·K)
Coefficiente de transmissão térmica (aquecimento): 0.79 W/(m ² ·K)
Laje inferior
Coefficiente de transmissão térmica (arrefecimento): 0.79 W/(m ² ·K)
Coefficiente de transmissão térmica (aquecimento): 0.71 W/(m ² ·K)
Laje inferior exposta à intempérie
Coefficiente de transmissão térmica (arrefecimento): 0.83 W/(m ² ·K)
Coefficiente de transmissão térmica (aquecimento): 0.79 W/(m ² ·K)
Capacidade térmica: 79277.76 J/(m ² ·K)

Figura 92 - Pavimento em contacto com ENU, Fonte: CypeTherm Loads

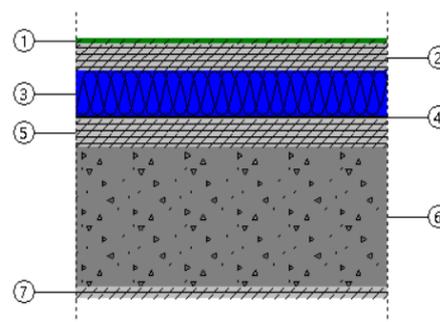
Pavimento em contacto com o Exterior



Camadas
1 - Pavimento Cerâmica: 1.00 cm
2 - Argamassa bastarda: 5.00 cm
3 - Poliestireno extrudido (XPS): 3.00 cm
4 - Argamassa bastarda: 4.00 cm
5 - Betão armado com % armadura < 1 %: 20.00 cm
6 - Argamassa e reboco tradicional: 2.00 cm
Espessura total: 35.00 cm
Caracterização térmica
Laje superior
Coefficiente de transmissão térmica (arrefecimento): 0.72 W/(m ² ·K)
Coefficiente de transmissão térmica (aquecimento): 0.80 W/(m ² ·K)
Laje inferior
Coefficiente de transmissão térmica (arrefecimento): 0.80 W/(m ² ·K)
Coefficiente de transmissão térmica (aquecimento): 0.72 W/(m ² ·K)
Laje inferior exposta à intempérie
Coefficiente de transmissão térmica (arrefecimento): 0.84 W/(m ² ·K)
Coefficiente de transmissão térmica (aquecimento): 0.79 W/(m ² ·K)
Capacidade térmica: 90415.20 J/(m ² ·K)

Figura 90 - Pavimento em contacto com o Exterior, Fonte: CypeTherm Loads

Cobertura Exterior:

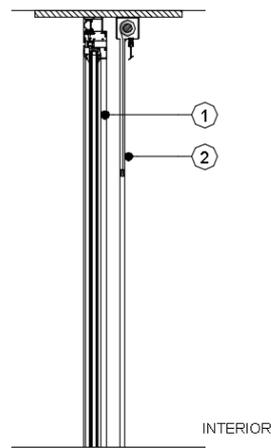


Camadas
1 - Pavimento Cerâmica: 1.00 cm
2 - Argamassa bastarda: 5.00 cm
3 - Poliestireno extrudido (XPS): 8.00 cm
4 - Membranas flexíveis impregnadas com betume: 0.50 cm
5 - Argamassa bastarda: 5.00 cm
6 - Betão armado de inertes correntes com percent. significativa de armadura paralela ao fluxo de calor: 25.00 cm
7 - Argamassa e reboco tradicional: 2.00 cm
Espessura total: 46.50 cm
Caracterização térmica
Coefficiente de transmissão térmica (arrefecimento): 0.38 W/(m ² ·K)
Coefficiente de transmissão térmica (aquecimento): 0.39 W/(m ² ·K)
Capacidade térmica: 92230.33 J/(m ² ·K)

Figura 91 - Cobertura Exterior, Fonte: CypeTherm Loads

Vãos Envidraçados:

Os vãos envidraçados verticais exteriores, de acordo com o pré-certificado e projeto térmico, localizado na fachada, existindo de diferentes modos (fixos, correr e de abertura giratória), tem as seguintes características:



Legenda:

- 1- Caixilho simples metálico com corte térmico e sem quadricula, com vidro duplo Neutro Cool-Lite ST 120 6mm + 12mm Cx. Ar + Planilux 6mm; permeabilidade ao ar: classe 3;
- 2- Proteção móvel, interior com cortina opaca de cor clara

Fator Solar Vidro = 0.30

Coefficiente de Transmissão Térmica = 2.8

W/m².°C

Coefficiente de atenuação solar interior de 0.63

Figura 94 - Vão envidraçado, Fonte: CypeTherm Loads

3. CONDIÇÕES DE CÁLCULO

Para efeitos de cálculo das cargas térmicas de aquecimento e arrefecimento da moradia, foram calculadas com base na metodologia ASHRAE LOADS, com auxílio do software CYPETHERM Loads.

As condições de Projeto adotadas, no que se refere aos valores da temperatura e humidade relativa exterior, resultaram da interpolação de dados compilados e publicados pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.

Quanto às temperaturas interiores Verão/Inverno elas traduzem, essencialmente, a necessidade de atingir um compromisso adequado entre o nível de conforto pretendido e os custos de energia inerentes.

3.1. Temperaturas exteriores de projeto

Localização	CARVOEIRO					
Latitude	37.11 °	Coefficiente de reflexão da envolvente	0.20			
Longitude	-8.48 °	Fuso horário	0.4			
Altitude	75.00 m	<input checked="" type="checkbox"/> Horário de verão (DST)	Mês inicial Abril ▼ Mês final Outubro ▼			
Condições de dimensionamento para aquecimento						
Temperatura seca	6.1 °C	Humidade relativa	80.0 % Temperatura do terreno 13.2 °C			
Condições de dimensionamento para arrefecimento						
Cálculo de cargas de arrefecimento por mês	Temperatura seca de dimensionamento (°C)	Temperatura húmida coincidente (°C)	Oscilação diária da temperatura seca (°C)	Oscilação diária da temperatura húmida (°C)	Profundidade ótica do céu limpo para a irradiação direta	Profundidade ótica do céu limpo para a irradiação difusa
Janeiro	17.6	14.4	7.8	5.5	0.325	2.508
Fevereiro	18.7	14.0	7.7	5.6	0.352	2.341
Março	21.2	14.7	7.9	5.8	0.396	2.134
Abril	23.8	14.9	8.1	5.6	0.379	2.266
Mai	26.2	17.4	8.0	5.4	0.412	2.155
Junho	29.3	19.0	8.2	5.3	0.427	2.122
Julho	32.2	20.3	9.1	5.7	0.414	2.193
Agosto	31.6	20.5	8.6	5.5	0.424	2.15
Setembro	29.3	20.1	8.1	5.1	0.409	2.209
Outubro	25.2	18.8	7.4	5.0	0.377	2.316
Novembro	21.8	17.8	7.4	4.8	0.351	2.399
Dezembro	18.5	15.8	6.9	4.9	0.338	2.435

Figura 95 - Temperaturas exteriores, Fonte: CYPE

3.2. Temperaturas interiores de projeto

		Temperatura [° C]	Hum. Relativa [%]
Verão	Interior (Geral)	24 ± 1	50 ± 5
	Exterior	33	60
Inverno	Interior (Geral)	20 ± 1	N.C.
	Exterior	3.9	83

3.3. Resumo cargas térmicas retiradas do programa *CYPE LOADS*

Resumo das cargas de arrefecimento da zona: Espaços a Climatizar														
	Externas					Internas		Ventilação			Totais			
	A (m ²)	Condução (W)	Solar (W)	Inf. lat. (W)	Inf. sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Caudal (m ³ /h)	Lat. (W)	Sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Total (W/m ²)	Total (W)
Carga máxima de arrefecimento por compartimento														
P0.Quarto.01	20	391	381	23	56	110	356	40	40	96	173	1280	72	1453
P0.IS.01	12	376	271	8	35	30	85	20	12	52	50	819	74	869
P0.Cozinha	27	464	191	18	81	165	888	76	44	196	228	1819	75	2047
P0.Sala de Jantar	30	492	1131	56	70	440	823	41	56	70	552	2587	106	3139
P0.Sala de Estar	54	1752	981	68	289	450	1081	110	68	289	585	4391	92	4976
P0.Escadas	14	152	0	10	45	30	117	17	10	45	51	360	30	411
P1.IS.01	13	317	214	9	38	30	89	20	12	52	51	709	57	760
P1.IS.02	3	26	0	4	9	30	71	20	20	48	54	154	60	208
P1.Quarto.01	20	399	199	14	58	110	360	40	24	104	148	1119	62	1267
P1.Quarto.02	24	545	203	16	69	110	400	40	23	103	149	1320	60	1469
P1.Corredor	8	137	35	5	23	30	96	9	5	23	40	315	43	355
Carga máxima simultânea de arrefecimento para o conjunto de compartimentos: 21 de Julho às 17h (15 hora solar aparente)														
Espaços a Climatizar	226.7							431			1991 14616 73.25 16607			

Abreviaturas	
A	Superfície
Condução	Cargas devidas aos ganhos de calor por condução
Solar	Cargas devidas aos ganhos de calor por radiação solar
Inf. lat.	Infiltração latente
Inf. sens.	Infiltração sensível
Lat.	Latente
Sens.	Sensível

Figura 96 - Resumo das Cargas térmicas de arrefecimento, Fonte: CypeTherm Loads

Carga máxima simultânea de arrefecimento (16607 W), a 21 de Julho às 17h (15 horas solar aparente)

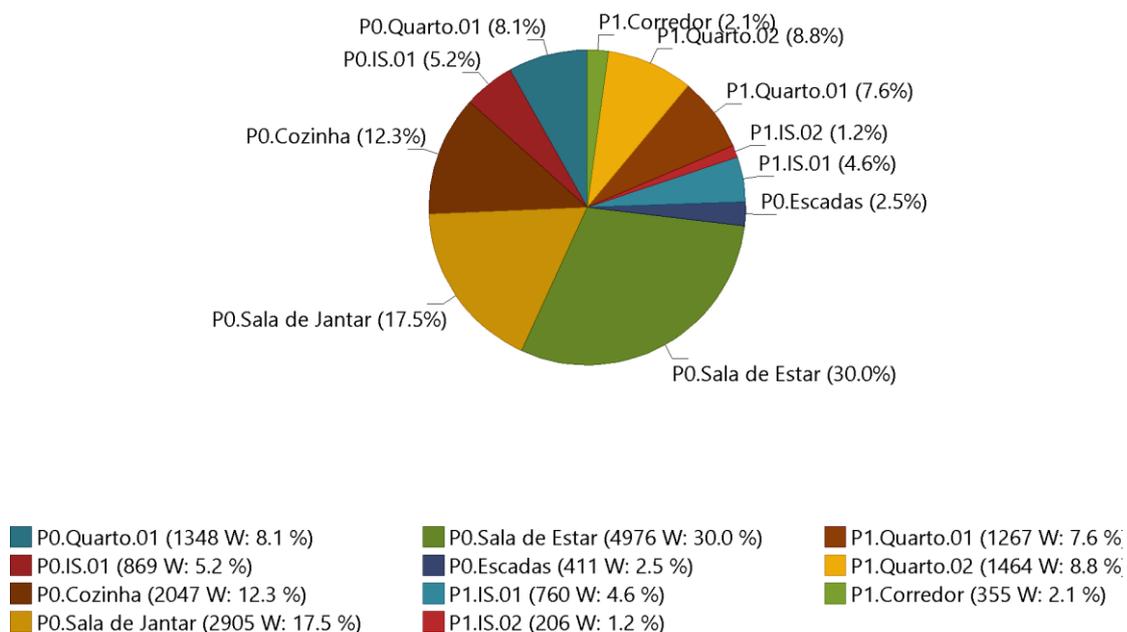


Figura 97 - Carga máxima simultânea de arrefecimento, Fonte: CypeTherm Load

Evolução horária da carga máxima simultânea de arrefecimento (21 de Julho)

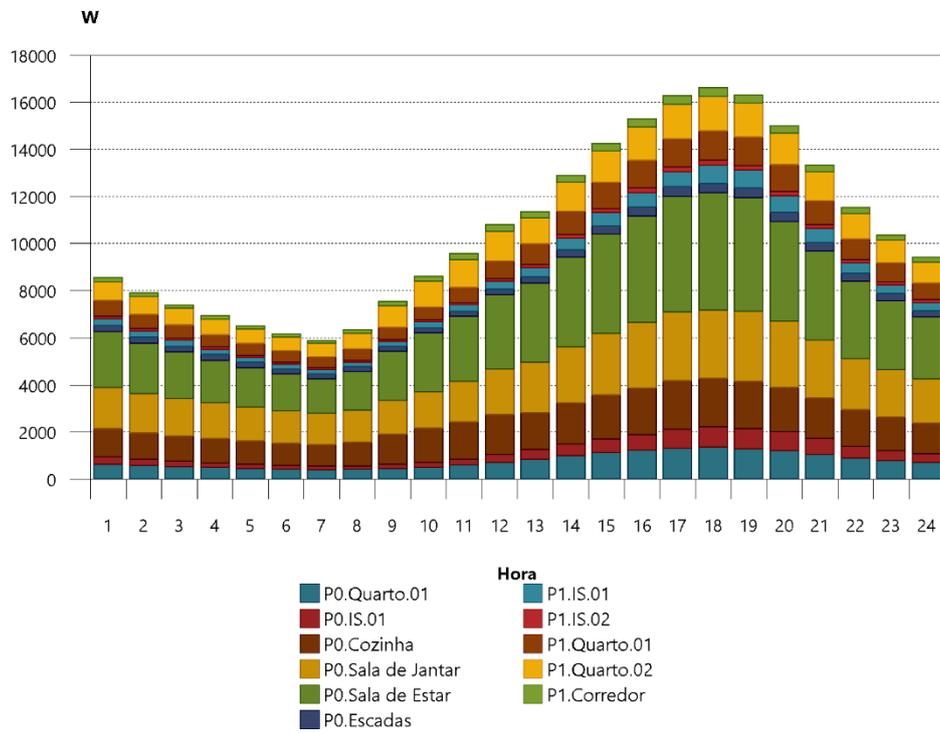


Figura 98 - Evolução horária da carga máxima de arrefecimento, Fonte: CypeTherm Load

Evolução anual da carga máxima simultânea de arrefecimento

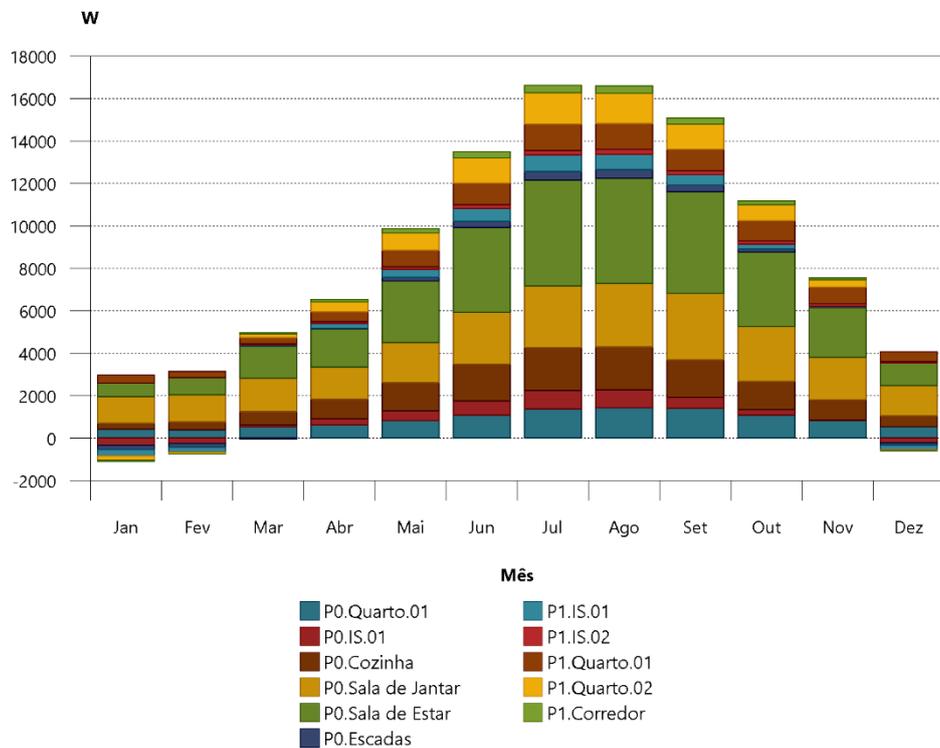


Figura 99 - Evolução anual da carga máxima simultânea de arrefecimento, Fonte: CypeTherm Load

Resumo das cargas de aquecimento da zona: Espaços a Climatizar											
	Externas				Ventilação			Totais			
	A (m ²)	Condução (W)	Inf. lat. (W)	Inf. sens. (W)	Caudal (m ³ /h)	Lat. (W)	Sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Total (W/m ²)	Total (W)
Carga máxima de aquecimento por compartimento											
P0.Quarto.01	20.2	908	-1	121	40	-2	207	-2	1235	61.09	1233
P0.IS.01	11.7	807	-1	70	20	-1	103	-1	980	83.81	979
P0.Cozinha	27.2	1032	-1	163	76	-3	395	-4	1590	58.32	1586
P0.Sala de Jantar	29.7	2060	-2	216	41	-2	216	-3	2491	83.84	2488
P0.Sala de Estar	54.1	3835	-4	576	110	-4	576	-9	4987	92.07	4979
P0.Escadas	13.8	432	-1	89	17	-1	89	-1	611	44.11	610
P1.IS.01	13.4	679	-1	76	20	-1	103	-1	858	63.76	857
P1.IS.02	3.5	56	0	20	20	-1	103	-1	179	51.35	178
P1.Quarto.01	20.5	846	-1	116	40	-2	207	-2	1169	56.91	1166
P1.Quarto.02	24.5	1176	-1	139	40	-2	207	-3	1521	62.04	1519
P1.Corredor	8.2	273	0	47	9	0	47	-1	366	44.42	366
Carga máxima simultânea de aquecimento para o conjunto de compartimentos											
Espaços a Climatizar	226.7				431			-29 15989 70.39 15960			
Abreviaturas											
A	Superfície										
Condução	Cargas devidas aos ganhos de calor por condução										
Inf. lat.	Infiltração latente										
Inf. sens.	Infiltração sensível										
Lat.	Latente										
Sens.	Sensível										

Figura 100 - Resumo das Cargas térmicas de aquecimento, Fonte: CypeTherm Load

4. DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS

O sistema de climatização deverá ter como critério de base os seguintes fatores:

- Rendimento energético
- Integração arquitetónica
- Níveis de conforto
- Custos de exploração / manutenção
- Condições sugeridas e solicitadas pelo Dono de Obra

Tomando por base os critérios apontados e de modo a encontrar a melhor solução técnico-económica, será prevista a montagem dos seguintes equipamentos:

4.1. Sistemas de climatização

- A climatização dos espaços, será efetuada através de uma unidade exterior de climatização, do tipo “VRV”, com recuperação de calor, que alimenta sete unidades interiores próprias para ligação a condutas, montadas em teto falso.

- A distribuição de ar tratado, nas diversas zonas, far-se-á por meio de uma rede de condutas, grelhas, difusores e rasgos.
- As zonas do bastidor e a área técnica.02 no piso -1, serão tratadas individualmente através de uma unidade do tipo “split”, bomba de calor, com unidade interior do tipo mural.

4.2.Ventilação

- A renovação de ar será assegurada por sistemas de ventilação mecânica de extração de ar viciado e, complementarmente, existirão meios de admissão/compensação de ar novo, quer seja por meios mecânicos ou naturais.

4.3.Produção de água quente

- O sistema de produção de água quente para AQS e Aquecimento Ambiente será composto por 4 coletores solares, um depósito termoacumulador de 500L, com apoio facultado pela bomba de calor composta por uma unidade exterior e uma unidade interior.

4.4.Aquecimento Ambiente

- O aquecimento ambiente será assegurado por circuitos de pavimento radiante hidráulico, nas zonas indicadas pelo Dono de Obra.

4.5.Comando e controlo

- Os equipamentos previstos terão comando e controlo a partir de módulos de controlo central, de arquitetura digital microprocessada, modulada, programável, dedicada à gestão dos diversos equipamentos.

4.6.Instalações elétricas

- A alimentação elétrica, dos equipamentos previstos neste projeto, será feita em função da sua localização, a partir dos QE's das instalações elétricas, previstos na empreitada de eletricidade.

5. DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS

5.1. Sistemas de climatização

Com o cálculo das cargas térmicas concluído, seleciona-se as unidades interiores com potências suficientes para anular as cargas térmicas dimensionadas, que conseqüentemente permite selecionar a unidade exterior.

5.1.1. Unidade Exterior VRV

Para o dimensionamento da unidade exterior ter-se-á de ter em conta ao índice de atividade de desempenho da unidade exterior que é recomendado pelo fabricante Daikin não exceder os 130%, isto é, dependendo do caso em estudo este valor poderá ser aplicado em situações no caso de moradias em que as unidades interiores não estejam todas ligadas em simultâneo. Garantido assim a potência da unidade exterior para as unidades interiores ligadas, caso contrário em que a moradia tenha as unidades interiores ligadas em simultâneo o valor de capacidade terá de baixar e rodar os valores entre $100% < CR < 130%$, pois com as unidades todas ligadas a potência que a unidade exterior disponibiliza a cada unidade interior poderá não ser suficiente para satisfazer as necessidades e teremos que projetor para o modelo acima da unidade exterior.

5.1.1.1. Dimensionamento da unidade exterior

Somatório dos índices de unidades interiores:

$$32 + 32 + 40 + 40 + 40 + 32 + 32 = 248$$

Índices de indexação das unidades interiores (UI's), neste caso para uma unidade exterior REYQ8U da Daikin:

Indexação das UI's máximo: 260

Indexação das UI's nominal: 200

5.1.1.2. Cálculo do índice de capacidade da unidade exterior

Eq. 14

$$\frac{\text{Somatório dos índices de unidades interiores}}{\text{Indexação das UI's nominal}} = \frac{248}{200} \times 100\% \approx 120\%$$

Como tal a unidade exterior selecionada respeita o índice de capacidade recomendado pelo fabricante.

Características técnicas representadas no quadro constante no capítulo de Quadros Resumo.

5.1.1.3. Cálculo da potência de arrefecimento da unidade exterior em função do índice de capacidade calculado

De uma forma analítica ter-se-á de fazer cálculos auxiliares para a determinação de um fator multiplicativo à potência nominal de arrefecimento. Isto é recorrer aos antigos manuais do fabricante Daikin, neste caso o “technical data, R-410A”, em que apresenta o valor de potência em função dos índices de capacidade compreendidos entre os 50 a 130%.

Para a unidade em estudo temos a seguinte tabela:

REYQ8U		
Índice de Capacidade [%]	Potência em função do índice de capacidade [W]	Fator Multiplicativo
50	11200	0,500
60	13400	0,598
70	15700	0,701
80	17900	0,799
90	20200	0,902
100	22400	1,000
110	24100	1,076
120	24500	1,094
130	25000	1,116

Sendo que o processo teria de ser feito para todas as unidades exteriores disponíveis, para esse modelo de estudo e efetuar a média entre o fator multiplicativo de todas essas unidades exteriores, em função do índice de capacidade em que a unidade exterior estará a trabalhar,

neste caso os 120%. Em que a média de todos os fatores multiplicativos para esse índice de capacidade será de 1.093.

Na seguinte expressão é possível calcular a potência de arrefecimento com o fator de correção:

$$\text{Fator de correção} = P_n \times \text{Fator multiplicativo [W]} \quad \text{Eq. 15}$$

Onde:

- P_n – Potência nominal de arrefecimento da unidade exterior [W].

$$\text{Fator de correção} = 22400 \times 1.093 = 24480 \text{ W}$$

Sendo que o fator de correção, para a potência de arrefecimento da unidade exterior, com a experiência adquirida é recomendável a 90% desse valor.

5.1.1.4. Cálculo da Potência de arrefecimento corrigida

$$P_{\text{Corrigida,U.E.}} = 24480 \times 0.9 = 22000 \text{ W} \quad \text{Eq. 16}$$

5.1.2. Unidades Interiores VRV

Tendo a unidade exterior selecionada pode-se verificar a potência de arrefecimento de cada unidade interior com todas a funcionar em simultâneo.

5.1.2.1. Cálculo do fator de correção Eq. 17

$$\text{Fator de correção}_{U.I.} = \frac{\text{Índice de capacidade de cada unidade interior}}{\text{Somatório dos índices de unidades interiores}}$$

5.1.2.2. Cálculo da potência de arrefecimento de cada unidade interior

$$\text{Potência de arrefecimento} = P_{\text{Corrigida,U.E.}} \times \text{Fator de correção}_{U.I.} \quad \text{Eq. 18}$$

Tabela 17 - Verificação das capacidades das U.I.'s com funcionamento em simultâneo

ZONA	P0.Quarto. 01	Cozinha	Sala de Jantar	Sala de Estar.01	Sala de Estar.02	P1.Quarto. 01	P1.Quarto. 02
CARGA TÉRMICA [W]	2322	2344	3139	2871	2871	2027	1677
UN. INT.	32	32	40	40	40	32	32
F. CORREÇÃO	0,129	0,129	0,161	0,161	0,161	0,129	0,129
CAPACIDADE [W]	2843	2843	3554	3554	3554	2843	2843

Verifica-se que todas as novas capacidades das unidades interiores calculadas são superiores às necessidades logo está correta a escolha das unidades interiores.

Características técnicas em conformidade com quadro constante no capítulo de Quadros
Resumo.

5.1.3. Dimensionamento de tubagem do fluido refrigerante

Para o dimensionamento do diâmetro das tubagens (líquido e gás), recorre-se ao catálogo do fabricante onde indica os respetivos diâmetros das tubagens em função da indexação de cada unidade interior. E para a unidade exterior em função do modelo selecionado.

5.1.4. Seletor de distribuição (Caixas BS)

A função de arrefecimento e aquecimento em simultâneo, bem como de recuperação, é possível através do distribuidor “BS-Q14AV1”.

Este distribuidor interliga as várias unidades interiores a uma única unidade exterior, distribuindo com eficiência o fluido frigorígeno de acordo com os modos de funcionamento: aquecimento (gás a alta pressão) e arrefecimento (líquido).

É composto por um reservatório/separador (líquido/gás) onde estão interligadas válvulas de três vias (tantas quantas as saídas para as unidades interiores) e sondas de temperatura, que irão definir a distribuição de gás ou líquido para as unidades interiores, que, em conjugação com as informações recebidas das respetivas unidades interiores, por ela servidas, determinará o seu ciclo de funcionamento e posicionará a unidade exterior no regime de funcionamento adequado.

Todos os componentes anteriormente referidos, especialmente concebidos para funcionarem com o gás ecológico R410a, são encerrados em caixa de chapa de aço galvanizado, com isolamento interior, de forma a evitar o aparecimento de condensações. São igualmente dotadas de suportes de fixação bem como caixa elétrica para ligações de potência, comando e controle. Esta caixa recuperadora é própria para intercalar nas tubagens de distribuição de fluído frigorígeno, por ligações abocardadas, providas de uma entrada, a três tubos, provenientes da unidade exterior e de uma saída, a dois tubos, para alimentação das respetivas unidades interiores.



Figura 101 - Seletor com múltipla distribuição para recuperação de calor (BS-Q14AV1)

Características técnicas em conformidade com quadro constante no capítulo de Quadros
Resumo.

5.2. Ventilação

5.2.1. Dimensionamento de Rasgos no Teto Falso

O rasgo no teto falso tem como objetivo de insuflar e/ou retornar o ar do espaço para a unidade de climatização, torna-se uma instalação mais estética, pois não existe a visualização da unidade interior que estará “escondida” por cima do teto falso, bem como a visualização de grelhas para insuflação e retorno do ar. Para tal pode-se dimensionar com a seguinte formula:

$$H_{Rasgo} = \frac{Q}{v \times L} [m] \quad \text{Eq. 19}$$

Onde:

- H_{Rasgo} – Altura e/ou largura do rasgo [m];
- Q – Caudal de ar a passar no rasgo [m³/s];
- v – Velocidade de passagem do ar no rasgo [m/s];
- L – Comprimento útil do rasgo com uma penalização de 10% [m].

O comprimento (L) útil do rasgo poderá sofrer uma penalização de 10% para acabamentos do pladur.

Segundo o engenheiro Delano Roque (colaborador da Sintec) a velocidades aceitáveis de passagem neste tipo de rasgos deverá estar compreendida entre:

$$1 (m/s) < v < 2 (m/s)$$

5.2.1.1. Dimensionamento de Grelhas

As grelhas são o elemento de difusão de ar mais usuais tanto para insuflação do ar como para a extração/retorno do mesmo.

Para o dimensionamento das grelhas temos as seguintes condições:

- Proporcionalmente ao caudal de ar que nelas passam [m³/h];
- O alcance [m];
- Nível de ruído [dB(A)].

Normalmente ter-se-á de ter atenção à perda de carga a que estão sujeitas pois a unidade interior de climatização poderá não disponibilizar perda de carga suficiente para um correto funcionamento do sistema, no caso de grelhas de extração de ar ter-se-á de ter atenção á perda de carga, mas principalmente ao nível de ruído, pois, a perda de carga provocada na grelha será vencida pelo ventilador.

5.3. Produção de Água Quente Sanitária

Para produção de água quente sanitária será previsto a instalação de um sistema solar térmico do tipo “forçado”, com apoio de uma bomba que por sua vez também irá servir o sistema de aquecimento ambiente por piso radiante. Será instalado um conjunto de 4 coletores solares, do tipo plano, com alto rendimento e obtenção de temperaturas elevadas. Complementarmente, deverão respeitar a Norma EN 12975 e serem certificados.

A montagem dos coletores será feita em série, inclinados cerca de 35° em relação à horizontal, com a superfície de captação dirigida para Sul.

Para iniciar o dimensionamento ter-se-á recorrido ao programa SCE.ER, software descrito no Despacho DGEG nº 3156/2016 de 1 de março. Com esta folha de cálculo consegue-se determinar os requisitos mínimos regulamentares a cumprir e conseqüentemente, dimensionar uma instalação que cumpra o requisito mínimo em função da região, da altitude, bem como o tipo de tipologia da habitação.

5.3.1. Preparação de AQS

De acordo com o Diário da República, 2.^a série — N.º 234 — 3 de dezembro de 2013 calcula-se a energia útil necessária para a preparação de AQS durante um ano com a seguinte expressão:

$$Q_a = \frac{M_{AQS} \times 4187 \times \Delta T \times n_d}{3600000} \text{ [KWh/ano]} \quad \text{Eq. 20}$$

Onde:

- ΔT - Aumento de temperatura necessário para a preparação das AQS e que, para efeitos do presente cálculo, toma o valor de referência de 35°C.
- n_d - Número anual de dias de consumo de AQS de edifícios residenciais que, para efeitos do presente cálculo, se considera de 365 dias.

Nos edifícios de habitação, o consumo médio diário de referência foi calculado de acordo com a seguinte expressão, segundo a mesma referência acima mencionada:

$$M_{AQS} = 40 \times n \times f_{eh} \text{ [litros]} \quad \text{Eq. 21}$$

Onde:

- n - Número convencional de ocupantes de cada fração autónoma, definido em função da tipologia da fração sendo que se deve considerar 2 ocupantes no caso da tipologia T0, e $n+1$ ocupantes nas tipologias do tipo Tn com $n > 0$.
- f_{eh} - Fator de eficiência hídrica, aplicável a chuveiros ou sistemas de duche com certificação e rotulagem de eficiência hídrica, de acordo com um sistema de certificação de eficiência hídrica da responsabilidade de uma entidade independente reconhecida pelo sector das instalações prediais. Para chuveiros ou sistemas de duche com rótulo A ou superior, $f_{eh} = 0,90$, sendo que nos restantes casos, $f_{eh} = 1$.

Sendo que para efeitos de cálculo foi seguido o método apresentado pelo fabricante “ROCA”, em que para o cálculo da acumulação considera-se um consumo de água a 45°C, de 120 litros (l) por banheira e de 35 litros por duche. A opção dotada reflete-se no tipo de consumos previsto para moradia.

5.3.2. Tipologias

Tabela 18 - Número de ocupantes em função da tipologia

Tipologia	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	...	T _n
Número de ocupantes	2	2	3	4	...	n + 1

5.3.3. Área de captação

Em 4 de Abril de 2006 foi publicado no Diário da República o DL 80 que contém informação relevante acerca do dimensionamento de sistemas solares térmicos:

- Deve ser instalada uma área de captação na proporção de 1 m² por habitante convencional previsto;
- É contabilizado sempre mais um habitante previsto que a tipologia da habitação em questão, com a exceção do T0 onde são contabilizados 2 habitantes previstos.

Como este regulamente referido anteriormente sobre dimensionava as instalações solares térmicas, para tal foi imposto um novo regulamento no Diário da República, 2.^a série — N.º 42 — 1 de março de 2016 no despacho n.º 3156/2016, no Artigo 1.º revela a alteração ao Despacho n.º 15793 -H/2013, de 2 de dezembro.

Relativamente aos Sistemas solares térmicos o no despacho anuncia que “a energia produzida pelo sistema solar térmico, deve ser determinada com recurso à versão em vigor do programa SCE.ER da Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG) ou outra ferramenta que utilize metodologia de cálculo equivalente que permita, quando aplicável, quantificar essa energia para diversos usos, devidamente validada por entidade competente designada para o efeito pelo ministério responsável pela área da energia”.

5.4. Dimensionamento da Instalação

5.4.1. Acumulação de Água Quente

A presente moradia tem previsto a instalação de três banheiras e de três duchas, pode-se verificar acumulação necessária a assegurar com a seguinte expressão:

$$\text{Acumulação} = (3 \times 120) + (3 \times 35) = 465 \text{ litros} \quad \text{Eq. 22}$$

Ter-se-á selecionado um kit de aquecimento solar, em função da tipologia da moradia e do volume calculado, da marca Tisun com é possível verificar nos anexos. Sendo selecionado o conjunto de quatro coletores, do tipo horizontais para reduzir o impacto estético (modelo: PFM – W2,55) e um depósito de acumulação de 500 litros (modelo: FS 500/1R).

5.4.2. Cálculo da Potência para o Apoio Solar

Para o cálculo da potência é necessário calcular inicialmente a energia necessária recorrendo à seguinte expressão:

$$E = \dot{V} \times \rho \times cp \times \Delta T \text{ [kJ]} \quad \text{Eq. 23}$$

Onde:

- \dot{V} – Volume de acumulação a aquecer num determinado tempo [l]
- ρ – Densidade da água 1kg/l
- cp – Calor específico da água [4,18 kJ/kg. °C]
- ΔT – Diferença de temperatura entre a temperatura máxima recomendada para AQS e a temperatura da água da rede (°C)

$$\text{Potência} = \frac{500 \times 4,18 \times (60 - 15)}{3600} = 26,1 \text{ kW} \text{ (Potência para aquecer em 1 hora)}$$

Caso se pretenda aquecer a água do depósito em em 2h teremos a seguinte potência:

$$\frac{26,1}{2} = 13,1 \text{ kW}$$

A potência prevista para o apoio será de 13,1 kW, para tal será selecionado uma bomba de calor que vença a potência térmica necessária.

***Características técnicas em conformidade com quadro constante no capítulo de Quadros
Resumo.***

5.4.3. Vasos de Expansão

Serão instalados vasos de expansão do tipo fechado, sob pressão de azoto. Os depósitos serão fornecidos com todos os equipamentos de proteção e controlo, nomeadamente válvulas de segurança, separadores de ar, purgadores, manómetros e válvulas redutoras e de retenção.

Na montagem deverá ter-se em conta todas as recomendações do fabricante e, se necessário, deverá ser construído um suporte para a sua instalação.

Os volumes previstos são os indicados nas peças desenhadas; no entanto, os instaladores deverão confirmar este valor, tendo em atenção as pressões de operação, as temperaturas, a potência da instalação e o volume de água contido na tubagem e nos diferentes equipamentos. Só assim se garantirá que o vaso selecionado poderá absorver a variação de volume de água em função das temperaturas atingidas.

***Características técnicas em conformidade com o quadro constante no capítulo “Quadros
Resumo”.***

5.4.4. Tratamentos de água

A água a fornecer ao circuito fechado deve ser prévia e parcialmente tratada.

Para o condicionamento químico deste circuito fechado, será feita uma adição “proporcional” de um agente inibidor de corrosão, de forma a proteger as superfícies metálicas em contacto com a água.

O agente condicionante deverá ser um produto baseado em molibdatos para o tratamento de sistemas de recirculação fechados (KURILEX MP-704 [atual designação do antigo agente MP-804]). Este produto deve conferir uma completa proteção contra a corrosão, tanto de metais ferrosos como não ferrosos, assim como evitar a formação de incrustações e de depósitos causados por sólidos em suspensão.

A dosagem recomendada deste produto (KURILEX MP-704) é de 2-3 kg/m³ de água do circuito. Assim, o empreiteiro deverá avaliar corretamente o volume final da instalação, a partir das telas finais, e calcular o valor exato de produto a aplicar.

Contemplar bomba doseadora e reservatório de agente condicionante.

5.5. Aquecimento ambiente

O aquecimento ambiente será feito por piso radiante nos dois pisos da moradia, tendo um total de 3 caixas coletoras para distribuição dos vários circuitos. No capítulo dos anexos será apresentado o cálculo detalhado do pavimento radiante.

Segue-se com os cálculos resumo das seguintes caixas de pavimento radiante, adaptadas pelo programa *CYPETHERM HVAC*:

CX.PR.01

Tabela 19 – Dados de cálculo da caixa pavimento radiante 01

Utilização	Temperatura de impulsão [°C]	Q [m ³ /h]	DP Coletor [Pa]	DP Total [Pa]	Conteúdo em água [l]	Perdas térmicas descendentes [W]	Potência térmica proporcionada [W]	Potência total a alimentar [W]
Aquecimento	45.0	1.04	0	14300	84.56	1012	6527	7539

Circuitos

Tabela 20 - Resumo circuitos da caixa pavimento radiante 01

Circuito	A [m ²]	L [m]	T [m]	Ø [m]	Sistema	Caudal [m ³ /h]	Revestimento do pavimento [(m ² ·K)/W]
P0.Escadas	10.8	85.10	0.15 / -	0.02	Predefinido (tipo A e tipo C)	0.17	0.100
Circuito.02	14.7	104.81	0.15 / -	0.02	Predefinido (tipo A e tipo C)	0.15	0.100
Circuito.01	15.0	95.77	0.15 / -	0.02	Predefinido (tipo A e tipo C)	0.15	0.100
Circuito.02	12.1	78.08	0.15 / -	0.02	Predefinido (tipo A e tipo C)	0.09	0.100
Circuito.02	8.3	55.10	0.15 / -	0.02	Predefinido (tipo A e tipo C)	0.12	0.100
Circuito.01	8.5	54.25	0.15 / -	0.02	Predefinido (tipo A e tipo C)	0.12	0.100
Circuito.01	11.4	70.22	0.15 / -	0.02	Predefinido (tipo A e tipo C)	0.09	0.100
P0.IS.01	9.4	93.76	0.10 / -	0.02	Predefinido (tipo A e tipo C)	0.16	0.100
Total	90.1	637.08					

Circuito	Utilização	DT [°C]	Q [m ³ /h]	DP [Pa]	DP unitário [Pa/m]	q [W/m ²]	Potência térmica proporcionada [W]	
							Área de serviço	Circuito
P0.Escadas	Cal.	5.0	0.17	14300	168.04	72.66	69	784
Circuito.02	Cal.	7.2	0.15	13675	130.47	68.61	45	1011
Circuito.01	Cal.	7.2	0.15	12365	129.11	68.61	23	1027
Circuito.02	Cal.	8.5	0.09	4679	59.92	65.98	1	797
Circuito.02	Cal.	5.0	0.12	5149	93.45	72.66	7	601
Circuito.01	Cal.	5.0	0.12	5285	97.42	72.66	7	616
Circuito.01	Cal.	8.5	0.09	3807	54.22	65.98	1	752
P0.IS.01	Cal.	5.0	0.16	13673	145.84	80.18	34	753

CX.PR.02

Tabela 21 - Dados de cálculo da caixa pavimento radiante 02

Utilização	Temperatura de impulsão [°C]	Q [m ³ /h]	DP Coletor [Pa]	DP Total [Pa]	Conteúdo em água [l]	Perdas térmicas descendentes [W]	Potência térmica proporcionada [W]	Potência total a alimentar [W]
Aquecimento	49.5	0.48	0	9436	44.03	551	3552	4103

Circuitos

Tabela 22 - Resumo circuitos da caixa pavimento radiante 02

Circuito	A [m ²]	L [m]	T [m]	Ø [m]	Sistema	Caudal [m ³ /h]	Revestimento do pavimento [(m ² ·K)/W]
Circuito.04	11.8	76.22	0.15 / -	0.02	Predefinido (tipo A e tipo C)	0.11	0.100
Circuito.03	14.3	91.92	0.15 / -	0.02	Predefinido (tipo A e tipo C)	0.13	0.100
P0.IS.02	3.4	21.18	0.10 / -	0.02	Predefinido (tipo A e tipo C)	0.05	0.100
Circuito.02	10.8	69.84	0.15 / -	0.02	Predefinido (tipo A e tipo C)	0.10	0.100
Circuito.01	10.7	72.53	0.15 / -	0.02	Predefinido (tipo A e tipo C)	0.10	0.100
Total	51.0	331.69					

Circuito	Utilização	DT [°C]	Q [m³/h]	DP [Pa]	DP unitário [Pa/m]	q [W/m²]	Potência térmica proporcionada [W]	
							Área de serviço	Circuito
Circuito.04	Cal.	7.6	0.11	5637	73.96	67.81	4	799
Circuito.03	Cal.	7.6	0.13	9436	102.66	67.81	1	971
P0.IS.02	Cal.	5.0	0.05	512	24.16	80.18	1	273
Circuito.02	Cal.	7.6	0.10	4548	65.12	67.81	16	730
Circuito.01	Cal.	7.6	0.10	4849	66.87	67.81	30	728

CX.PR.03

Tabela 23 - Dados de cálculo da caixa pavimento radiante 03

Utilização	Temperatura de impulso [°C]	Q [m³/h]	DP Coletor [Pa]	DP Total [Pa]	Conteúdo em água [l]	Perdas térmicas descendentes [W]	Potência térmica proporcionada [W]	Potência total a alimentar [W]
Aquecimento	45.0	0.53	0	13179	49.65	594	3829	4423

Circuitos

Tabela 24 - Resumo circuitos da caixa pavimento radiante 03

Circuito	A [m²]	L [m]	T [m]	Ø [m]	Sistema	Caudal [m³/h]	Revestimento do pavimento [(m²·K)/W]
P1.IS.02, P1.Quarto.02	9.7	61.59	0.10 / -	0.02	Predefinido (tipo A e tipo C)	0.15	0.100
P1.IS.01	11.2	68.51	0.10 / -	0.02	Predefinido (tipo A e tipo C)	0.18	0.100
Circuito.01	9.1	59.79	0.15 / -	0.02	Predefinido (tipo A e tipo C)	0.06	0.100
Circuito.02	9.8	65.86	0.15 / -	0.02	Predefinido (tipo A e tipo C)	0.07	0.100
Circuito.02	8.1	60.23	0.15 / -	0.02	Predefinido (tipo A e tipo C)	0.03	0.100
Circuito.01	8.0	58.08	0.15 / -	0.02	Predefinido (tipo A e tipo C)	0.03	0.100
Total	55.9	374.07					

Circuito	Utilização	DT [°C]	Q [m³/h]	DP [Pa]	DP unitário [Pa/m]	q [W/m²]	Potência térmica proporcionada [W]	
							Área de serviço	Circuito
P1.IS.02, P1.Quarto.02	Cal.	5.0	0.15	8773	142.44	80.18	1	775
P1.IS.01	Cal.	5.0	0.18	13179	192.37	80.18	22	900
Circuito.01	Cal.	9.4	0.06	1822	30.47	64.16	7	586
Circuito.02	Cal.	9.4	0.07	2312	35.10	64.16	18	626
Circuito.02	Cal.	14.8	0.03	552	9.16	52.40	27	423
Circuito.01	Cal.	14.8	0.03	520	8.95	52.40	22	421

Para alimentação do pavimento radiante como já mencionado, será instalado uma bomba de calor que vença a potência térmica total proporcionada de 13910W. Para tal ter-se-á selecionado uma bomba de calor ar-água só aquecimento como marca/modelo: Daikin/EKHBRD-AD011ADV17 + ERSQ014AV1. Esta bomba de calor alimentará os coletores do pavimento radiante e em simultâneo servirá como apoio às águas quentes sanitária (A.Q.S.).

A bomba de calor tem como prioridade a A.Q.S., sendo que têm potência suficiente para aquecer a água do depósito em duas horas. Este período de tempo de paragem no sistema de piso radiante, será suportado pela inercia térmica do edifício para manter a temperatura ambiente sem alterações significativas.

Características técnicas em conformidade com quadro constante no capítulo de Quadros Resumo.

5.5.1. Isolamento do Pavimento

O pavimento radiante terá por base um filme de polietileno anti-humidade e placas de isolamento (colocadas sobre o pavimento nivelado) onde serão fixos os tubos PEX que constituem os circuitos das diversas zonas a aquecer, sendo estes posteriormente cobertos por uma camada de enchimento, com cerca de 40 mm de espessura (argamassa aditivada de acordo com as exigências do fabricante). Por forma a prever as dilatações do material do pavimento, toda a envolvente dos mesmos será circundada com uma fita de isolamento perimetral.

Características das placas isolantes:

- Densidade: 25 kg/m³
- Condutibilidade térmica: 0,035 W/m.K⁻¹
- Altura das placas: 4,5 cm
- Dimensões das placas: 780x1230 mm
- Área útil: 750x1200 mm

5.5.2. Caixas Distribuidoras/Coletores

As caixas de distribuição serão equipadas com três coletores, sendo um para os circuitos de ida e outro para os de retorno, englobando válvulas de fecho e regulação, cabeças elétricas para controlo individual de cada zona (comandadas por termostatos ambiente, localizados nos espaços a aquecer), grupo de purga automática, caudal metros e acessórios de fixação dos tubos.

Adicionalmente, deverão ser colocadas, nos quartos, instalações sanitárias, sala de estar, sala de jantar e cozinha, um número de sondas que permita controlar os circuitos junto às fachadas (envidraçadas), para que estes operem independentes dos restantes circuitos.

5.5.3. Tubagens

Os circuitos de pavimento radiante serão em tubagem de polietileno de alta densidade reticulado (PEX), com barreira anti difusão de oxigénio, de acordo com norma UNE 53.381:2001EX, e estanquicidade ao oxigénio, segundo a norma UNE-EN 1264-4, o que evita a possibilidade de oxidações interiores nas partes metálicas da instalação e a sua deterioração prematura. Os circuitos de pavimento radiante contam uma tubagem com 17 mm (diâmetro exterior) e uma espessura de 2 mm.

Os circuitos de pavimento radiante constarão de tubagem disposta em serpentina ou em espiral, com um passo de 15 cm, não sendo permitida qualquer ligação entre os respetivos circuitos.

5.5.4. Controlo do sistema

A instalação será equipada com um controlo eletrónico que comandará a temperatura da água dos circuitos, consoante as condições atmosféricas exteriores, conseguindo assim uma maior racionalização e poupança de energia. Ou seja, reduzindo os efeitos negativos da grande inércia térmica proporcionada por este tipo de sistema e as inerentes dificuldades de gestão, sobretudo quando surgem dias quentes no período de inverno.

Individualmente, cada circuito será dotado de válvula motorizada “on/off”, comandada a partir de termostato ambiente instalado na respetiva zona. O sinal proveniente destas sondas condicionará o funcionamento da válvula modulante de três vias, responsável pela temperatura da água no circuito de aquecimento ambiente.

As temperaturas serão de 43°C, na ida, e 35°C no retorno, para o aquecimento.

No caso do arrefecimento, as temperaturas genericamente deverão ser 13°C, na ida, e 18°C no retorno. Contudo, tal como descrito nas peças desenhadas, existirá um controlo que evitará o surgimento de condensados no pavimento radiante da moradia, aquando da situação de arrefecimento. Para tal, as temperaturas de alimentação do circuito do pavimento radiante, não poderá ser próxima da temperatura de orvalho (a calcular pelo sistema) com base na relação entre as condições exteriores e as condições interiores, sendo que, no limite, a temperatura de ida deverá estar 2° C acima da temperatura de orvalho.

5.5.5. Condicionantes dos Circuitos

- A perda de carga máxima admissível em cada circuito de pavimento radiante não deverá ser superior a 1,0 a 1,5 m.c.a..
- As velocidades dos circuitos terminais serão sempre menores que 0,8 a 1.0 m/s.
- Isolamento interno das caixas de coletores e válvulas com manta de material acústico, do tipo piramidal.
- Área máxima abrangida, por cada circuito, de 25 a 30 m².
- Seleção dos circuladores na velocidade média, quando existam 3 velocidades disponíveis, ou na 2ª quando existam 5 velocidades.
- Comprimento máximo do tubo para cada circuito entre 100 a 120 m.
- Não são permitidas ligações em troços embebidos no pavimento. Cada circuito deverá ser constituído por um tubo único.

6. QUADROS RESUMO – EQUIPAMENTO AERÁULICO

6.1. Unidades de climatização do tipo bomba de calor “inverter”, de volume variável de refrigerante (VRV)

6.1.1. Unidade Exterior

Tabela 25 - Dados técnicos da unidade exterior (VRV)

Unidade Exteriores (UE)									
Ref.	Arref. [W]	Aquec. [W]	Dimensões (AxLxP) [m]	Peso [kg]	Pressão Sonora [dB(A)]	Corrente	Cabo [mm ²]	Pot. Abs. [W]	Marca/Modelo Equivalente
UE 1	22 400	22 400	1.685x0.930x0.765	210	58	Trifásica	5x2.5	5 510	Daikin / REYQ8U

6.1.2. Unidade Interiores

Tabela 26 - Dados técnicos das unidades interiores (VRV)

Unidades Interiores do tipo VRV											
Ref.	Local	Quantidade	Arref. [W]	Aquec. [W]	Caudal [m ³ /h]	Dimensões (AxLxP) [m]	Peso [kg]	Pressão Sonora [dB(A)]*	Corrente	Pot. Abs. [W]	Marca/Modelo Equivalente
A.32	P0.Quarto.01	1	3.600	4.000	570 / 480 / 420	0.245x0.550x0.800	24	33 / 30 / 27	Monofásica	96	Daikin / FXSQ 32A
A.32	Cozinha	1	3.600	4.000	570 / 480 / 420	0.245x0.550x0.800	24	33 / 30 / 27	Monofásica	96	Daikin / FXSQ 32A
A.40	Sala de Jantar	1	4.500	5.000	900 / 750 / 660	0.245x0.700x0.800	29	37 / 34 / 29	Monofásica	151	Daikin / FXSQ 40A
A.40	Sala de Estar	2	4.500	5.000	900 / 750 / 660	0.245x0.700x0.800	29	37 / 34 / 29	Monofásica	151	Daikin / FXSQ 40A
A.32	P1.Quarto.01	1	3.600	4.000	570 / 480 / 420	0.245x0.550x0.800	24	33 / 30 / 27	Monofásica	96	Daikin / FXSQ 32A
A.32	P1.Quarto.02	1	3.600	4.000	570 / 480 / 420	0.245x0.550x0.800	24	33 / 30 / 27	Monofásica	96	Daikin / FXSQ 32A

* - Pressão sonora medida a 1 m de distância na insuflação, 2 m no retorno e 1,5 m abaixo do nível da unidade

6.2. Caixa Distribuidora BS

- N.º máximo de unidades interiores 40
- N.º máximo de unidades interiores por distribuição 5
- Índice de capacidade máximo máx. 750
- Índice de capacidade máximo por distribuição máx. 140
- Dimensões (Comp x Larg x Alt) 430 x 580 x 298 mm
- Peso 50 kg
- Alimentação elétrica monofásica 230V / 1 F / 50 Hz

Ligações de Rede de Tubagem entre Unidade Exterior e Caixa BS:

- Líquido Ø15.9 mm
- Gás Ø28.6 mm
- Gás de descarga Ø19.1 mm

Ligações de Tubagem entre Caixa BS e Rede de Tubagem para Unidades Interiores:

- Líquido Ø6.4mm
- Gás Ø12.7mm
- Kit de Redução de Ruído (opcional)..... KDDN26A8

Marca / Modelo equivalente: Daikin / BS8Q14AV1

6.3. Unidades de Climatização do tipo Bomba de Calor “SPLIT”

Tabela 27 - Dados técnicos das unidades (Split)

Unidades do tipo "Split" Bomba de Calor													
Ref.	Arref. [W]	Aquec. [W]	EER	COP	Caudal UI [m³/h]	Local	Dimensões (AxLxP) [m] - (UE / UI)	Peso (UE / UI) [kg]	Pressão Sonora (UE / UI) [dB(A)]	Corrente	Cabo [mm²]	Pot. Abs. [W]	Marca/Modelo Equivalente
UE 2 / UI 2	2.50	2.80	4.5	5.0	665 / 485 / 370 / 265	P-1.Bastidor	(0.550x0.765x0.2850) / (0.294x0.811x0.272)	32 / 10	59 / (41 / 27 / 20)	Monofásica	3x2.5	56	Daikin / FTXM25N + RXM25N9
UE 3 / UI 3 - Pré-Instalação	3.40	4.00	4.23	4.04	740 / 500 / 385 / 275	P-1.Zona Técnica.02	(0.550x0.765x0.2850) / (0.294x0.811x0.272)	32 / 10	61 / (45 / 29 / 20)	Monofásica	3x2.5	99	Daikin / FTXM35N + RXM35N9

6.4. Ventiladores “VE’s”

Tabela 28 - Dados técnicos dos ventiladores

Ventiladores de Extracção (VE's) e de Insuflação (VI's)												
Ref.	Caudal [m³/h]	P.E.D. [mm.c.a.]	Tipo	Local	Dimensões (AxLxP) [m]	Admissão / Descarga	Peso [kg]	Pressão Sonora [dB(A)]*	Corrente	Cabo [mm²]	Pot. Abs. [W]	Marca / Modelo Equivalente
VE1	500	6,5	Helicocentrífugo	Garagem	0.221x0.274x0.484	Grelha	6.0	22	Monofásica	3x2,5	50	S&P / TD-500/150 - 160 SILENT
VE2	150	6	Helicocentrífugo	Zona Técnica	0.204x0.252x0.575	Grelha	5.4	24	Monofásica	3x2,5	24	S&P / TD-250/100 SILENT
VE3	175	8	Helicocentrífugo	Arrumos PO	0.204x0.252x0.462	Grelha	5.0	20	Monofásica	3x2,5	30	S&P / TD-350/120 SILENT
VE4	35	4,6	Helicocentrífugo	IS PO	0.204x0.252x0.575	Válvula	5.4	24	Monofásica	3x2,5	24	S&P / TD-250/100 SILENT
VE5	315	10	Helicocentrífugo	IS P1 - Quarto.01	0.221x0.274x0.484	Grelha	6.0	22	Monofásica	3x2,5	50	S&P / TD-500/150 - 160 SILENT
VE6	150	2,1	Helicocentrífugo	Sala de Jantar P1	0.171x0.151x0.232	Grelha	1.4	24	Monofásica	3x2,5	25	S&P / TD-160/100 N SILENT
VE7	75	6	Helicocentrífugo	IS- P-1	0.204x0.252x0.575	Válvula	5.4	24	Monofásica	3x2,5	24	S&P / TD-250/100 SILENT

* - Leitura feita a 3m de distância do equipamento em campo livre

7. QUADROS RESUMO – EQUIPAMENTO HIDRÁULICO

7.1. Coletores solares

- Coletores montados com a sua maior dimensão na horizontal
- Absorvedor estruturado de alumínio (0,4 mm) em toda a superfície
- Tubagem em cobre
- Dimensões [mm]2162x1182x62
- Área de abertura [m²] 2.41
- Rendimento 80%
- Perdas térmicas [W/m².°K]..... 4.491
- Pressão de serviço máxima [bar] 10
- Temperatura de estagnação [°C] 185
- Quantidade 4
- Inclinação em relação à horizontal 35°
- Ângulo de inclinação min./Max. 5°/60°
- Deverão respeitar a norma EN 12975 e ser certificados

Marca / Modelo equivalente: Tisun / PFM – W2,55

7.2. Depósito Solar

- N° de Depósitos 1
- Dimensões [mm] 1860xØ850
- Capacidade [l] 500
- Temperatura de acumulação [°C] 50°C
- Temperatura máxima de serviço [°C] 110°C
- N.º de serpentinas interiores 2
- Pressão máxima de funcionamento [bar] 6
- Isolamento térmico (espuma de poliuretano) [mm] 25

Marca / Modelo equivalente: Tisun / FS 500/1R

7.3. Bomba de Calor

Grupo de produção de Água Quente (Bomba de Calor)										
Ref.	Aquec. [kW]	COP	SCOP	Consumo [kW]	Corrente	Cabo [mm ²]	Peso (Exterior/Interior) [kg]	Nível de pressão sonora Exterior/Interior [dB(A)]	Dimensões (AxLxP) Exterior/Interior [m]	Marca/Modelo Equivalente (Exterior + Interior)
EU	14,5	2,89	2,66	5,02	Monofásica	3x2,5	120/144	53/45	1,345x0,900x0,320 / 0,705x0,600x0,695	Daikin/ERSQ014AV1 + EKHBRD-AD011ADV17

Figura 102 - Dados técnicos Bomba de Calor

7.4. Vasos de Expansão

Circuito Primário do Solar:

- Capacidade 25 L (Próprio para instalação em sistemas solares)
- Pressão máxima de trabalho 10 bar
- Pressão de enchimento 2,5 bar
- Temperatura máxima de trabalho 120 °C
- Temperatura máxima ideal da membrana 70 °C

Circuito de consumo de AQS:

- Pressão máxima de trabalho 6 bar
- Pressão de enchimento 2,0 bar
- Temperatura máxima de trabalho 99 °C
- Temperatura máxima ideal da membrana 70 °C

7.5. Bombas de Circulação (BC's)

Grupos Electrobomba de Circulação (BC's)									
Ref.	Tipo de Bomba	Velocidade	Circuito	Local	Caudal [m ³ /h]	Alt. Man. [m.c.a.]	Corrente	Cabo [mm]	Marca / Modelo
BC1	Simples	Fixa	Solar - Depósito	Zona Técnica	0,43	10	Monofásica	3x2,5	Grundfos / ALPHA SOLAR 25-145 180
BC2	Simples	Fixa	Depósito - CX PR1 + CX PR2	Zona Técnica	1,52	10,5	Trifásica	5x2,5	Grundfos / CR 3-4
BC3	Simples	Fixa	Depósito - CX PR3	Zona Técnica	0,53	8,5	Trifásica	5x2,5	Grundfos / CR 1-3
BC4	Simples	Fixa	Hidrobox - Depósito	Zona Técnica	1,9	9,5	Monofásica	3x2,5	Grundfos / MAGNA3 25-120

Figura 103 - Dados técnicos bombas circuladoras

CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES

A opção da escolha por um estágio curricular para conclusão do Mestrado em Engenharia Mecânica – Energia, Climatização e Refrigeração, teve como objetivo colocar em prática o conhecimento adquirido ao longo da formação académica. Oferecendo inúmeras vantagens, começando pelo contacto direto com o mundo profissional e perceber como funciona a engenharia na prática. Foi muito enriquecedor em termos pessoais, mas principalmente em termos profissionais pelo vasto conhecimento e experiência partilhada, tanto pelos colegas de trabalho na SINTEC, como pela experiência do professor João Lopes.

Um dos objetivos alcançados foi como trabalhar em equipa no mundo profissional, na organização das diversas etapas de um projeto, bem como a integração no mercado de trabalho, nas áreas de energias renováveis, aquecimento, ventilação e climatização.

É de realçar que a fase de projeto é fundamental para atuar antecipadamente na redução de horas gastas em preparação de obra, desde a fase de conceção dos edifícios á conceção dos sistemas técnicos (aquecimento, ventilação e climatização).

A componente prática apresentada no capítulo V, foi um projeto iniciado em pleno estágio sem ter a oportunidade de o desenvolver. Sendo, que vi com bons olhos dar continuidade ao trabalho e me prepôs este desafio, com o objetivo de apresentar em prática todo o conhecimento adquirido ao longo do percurso académico, bem como no estágio.

A sua realização apresentou enumeras dificuldades especialmente na parte do cálculo de cargas térmicas em que decidi aplicar o programa (CYPETM). Este programa foi abordado nas aulas de mestrado, mas sem ser muito aprofundado, no qual foi necessário muito tempo dedicado na sua exploração e manuseamento, o que implicou muitas horas de estudo para uma utilização correta do software, que tem incorporado vários módulos de cálculo para as diversas especialidades.

Deparei-me que o módulo do *CYPETHERM HVAC*, que serve para dimensionamento das unidades de climatização não estava completamente funcional, o que me levou a ir para um dimensionamento analítico. Contudo, foi uma enorme vantagem pois é mais uma competência que adquiri no desenvolvimento do presente documento.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Roriz, Luis., *Climatização - concepção, instalação e condução de sistemas*. Orion, 1^a Edição, Dezembro 2006.
- [2] EVAC, “Unidades de Tratamento de Ar,” pp. 1–66, 2016.
- [3] Cipriano, R., “Relatório de Estágio de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica SGTC – Sistema de Gestão Técnica Centralizada,” Instituto Politécnico de Leiria, 2015.
- [4] Martins, P., Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Mecânica - “Análise do desempenho térmico de um piso radiante hidráulico”, Universidade da Beira Interior, 2011.
- [5] adene: A. para a Energia, “Sistemas de Ventilação,” *Soluções Eficiência Energética*, pp. 1–12, 2016.
- [6] Monteiro, V., "*Ventilação na Restauração e Hotelaria*" (2^a Edição), ETEP - Edições Técnicas e Profissionais, 2016.
- [7] G. H. Nunes and M. Leão, “Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM Comparative study of design tools - the traditional CAD and BIM modeling”, *Revista de Engenharia Civil da Universidade do Minho*, Nº 55, pp. 47–61, 2018.
- [8] Metalomecânica e Ar condicionado, S.A., (Conduitas retangulares e oval), “Conduitas 01”
- [9] Diário da República, “Portaria n.º 349-B/2013 - Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH)—Requisitos de conceção para edifícios novos e intervenções,” *Diário da República N.º 232, 1.ª série*, vol. 11, no. 29, pp. 18–29, Lisboa, Portugal (in Portuguese), 2013.
- [10] N. P. EN 12097:2006, “Portas de visita,” pp. 12–13, 2006.
- [11] APTA, “Sistema : Tubo de Aço Soldado Longitudinalmente e Acessório Roscado em Ferro Fundido Maleável Uma solução.”
- [12] A. N. Europeia, E. N. Tubos, and D. Aço, “Introdução Apresentação A Norma Europeia EN 10255 : 2004 Análise Técnica,” pp. 1–5, 2004.
- [13] “Sistema de tubos de cobre Geberit Mapress _ Geberit Portugal.”

Sítios Internet

CYPE – http://www.cype.pt/cype_ingenieros/topinformatica/

France Air Portugal – www.france-air.com/pt/

Daikin Portugal – <http://www.daikin.pt/>

Mitsubishi Portugal – <http://www.mitsubishielectric.pt>

Baxi – <https://www.baxi.pt/>

France air Portugal – <https://guia.france-air.pt>

Contimetra/TROX – <https://www.contimetra.com/>

Giacomini – <https://pt.giacomini.com/>

Globovac – <https://www.globovac.net/>

Tisun – <http://www.tisun.pt/distribuicao/europa/portugal/>

Grundfos – <http://www.grundfos.com/>

Caleffi – http://www.caleffi.pt/caleffi/pt_PT/index.sdo

Sandometal – <http://www.sandometal.pt/>

Isover – <https://www.isover.pt/>

Web ar condicionado – <https://www.webarcondicionado.com>

Bonina – <https://www.bonina.pt/blog/ventilacao-mecanica-controlada-vmc/as-doze-mais-importantes-questoes-que-gostaria-de-ver-respondidas-sobre-vmc>

Carrier – <https://carrier.pt/historia-carrier>

Formação

Academia Luso Cuanza – Formação Revit Mep 2021

ANEXOS

A – Diagrama de Moody

B – Cálculo de Cargas Térmicas

C – Cálculo de Pavimento Radiante

D – Mapa de Quantidades

E – Lista de Peças Desenhadas

ANEXO A

ANEXO B

ANEXO C

ANEXO D

ANEXO E

Lista de Peças Desenhadas

AVAC 1 – Esquema de Princípio

AVAC 2 – Implantação de Circuitos Aeráulicos Piso -1

AVAC 3 – Implantação de Circuitos Aeráulicos Piso 0

AVAC 4 – Implantação de Circuitos Aeráulicos Piso 1

AVAC 5 – Implantação de Circuitos Aeráulicos e Hidráulicos Cobertura

AVAC 6 – Quadro de Equipamentos de Circuitos Aeráulicos

AVAC 7 – Pormenores de Instalação Conduatas e Tubagens

AVAC 8 – Implantação de Circuitos Hidráulicos Piso -1

AVAC 9 – Implantação de Circuitos Hidráulicos Piso 0

AVAC 10 – Implantação de Circuitos Hidráulicos Piso 1

AVAC 11 – Implantação de Sistemas Hidráulicos de Aquecimento Ambiente Piso 0

AVAC 12 – Implantação de Sistemas Hidráulicos de Aquecimento Ambiente Piso 1