



# **isec**

## **Engenharia**

MESTRADO EM ENGENHARIA  
MECÂNICA

**Instalações de AVAC – Orçamentação, Direção  
de Obra e Projeto.**

Autor

**João Afonso Pires de Melo**

Orientador

**Prof. Doutor João Manuel Nogueira Malça de Matos  
Ferreira**

Coimbra, março, 2023



# isec

## Engenharia

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

### **Instalações de AVAC – Orçamentação, Direção de Obra e Projeto.**

Relatório de Estágio de Natureza Profissional para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica

Especialização em Projeto, Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos

Autor

**João Afonso Pires de Melo**

Orientador

**Prof. Doutor João Manuel Nogueira Malça de Matos Ferreira**

Supervisor na empresa Electroclima, Electricidade e Climatização, Lda.

**Eng.º Dario José Ferreira Roseiro**

Coimbra, março, 2023

## AGRADECIMENTOS

Esta jornada só foi possível graças ao constante apoio, colaboração e suporte, direto ou indireto, de várias pessoas e da instituição acolhedora às quais será manifestado o profundo agradecimento e reconhecimento.

Primeiramente, agradeço ao meu orientador, Professor Doutor João Malça, pela disponibilidade demonstrada para me orientar durante o período de estágio e pelas sugestões dadas com vista a aprimorar a redação do relatório final de estágio.

À empresa Electroclima, pela oportunidade que me proporcionou de realizar o estágio curricular. A todos os seus colaboradores e em especial aos elementos do gabinete técnico, um grande obrigado, por todo este tempo terem demonstrado todo o seu apoio, disponibilidade, paciência, passagem de conhecimentos e me terem acolhido desde o primeiro dia desta etapa.

Um agradecimento especial ao meu supervisor, Eng.º Dario Roseiro, por todo o apoio prestado, estando sempre presente e disponível para me ajudar em todas as tarefas que iriam surgindo.

Aos meus pais, pelo apoio incondicional em tudo o que faço, pelos conselhos e por acreditarem sempre em mim, sem eles não seria possível.

Aos meus amigos e familiares, por todos os conselhos, cada um à sua maneira, que me enchem de motivação para continuar e dar sempre o meu melhor.

Por último, à minha namorada por estar sempre presente em todos os momentos, pela compreensão, incentivo e carinho demonstrados.

A todos um obrigado.

*João Afonso Pires de Melo*

## RESUMO

No segundo ano do Mestrado de Engenharia Mecânica, estiveram em cima da mesa três hipóteses diferentes para término deste ciclo de avaliação (Tese, Projeto ou Estágio Curricular), dos quais a escolha foi a realização de um estágio curricular com uma duração aproximada de 9 meses na área de especialização em Projeto, Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos (PIMST).

O estágio teve lugar na empresa Electroclima – Electricidade e Climatização Lda., entre 27 de setembro de 2021 e 17 de junho de 2022 e ocorreu sob a orientação profissional e pedagógica do diretor do gabinete técnico. Esta empresa tem como principal atividade a instalação de sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC)

O estágio iniciou-se com o aluno a conhecer a empresa, não só as tarefas que seriam atribuídas no decorrer do estágio e o funcionamento da empresa, mas também os seus colaboradores.

Ao longo de todo o estágio, foram realizadas várias atividades de orçamentação, direção de obra e diversos projetos, consoante as necessidades da empresa e conforme solicitações de apoio por parte dos colegas integrantes do gabinete técnico da Electroclima.

Durante o período de avaliação, foram executados vários projetos, tendo sido inseridos no presente relatório três estudos, desde a modelação de um edifício de serviços administrativos através do programa CYPE CAD com o objetivo final de obter as cargas térmicas do mesmo, até ao dimensionamento de um sistema de ventilação de um posto de análises clínicas, e terminando com o dimensionamento de um sistema VRF com auxílio do software MSSP VRF.

Assim, neste relatório abordam-se vários sistemas e equipamentos utilizados no ramo do AVAC e descrevem-se em detalhe as tarefas desempenhadas no decorrer do período de estágio, evidenciando-se as atividades praticadas numa empresa de instalação de sistemas de AVAC e a metodologia de trabalho da instituição acolhedora.

**Palavras-Chave:** Climatização, Direção de Obra, Projeto.

## ABSTRACT

In the second year of the Mechanical Engineering Master's Degree, three different hypotheses were on the table for the end of this assessment cycle (Thesis, Project or Curricular Internship), of which the choice was to carry out a curricular internship with an approximate duration of 9 months in the specialization area of Project, Installation and Maintenance of Thermal Systems (PIMST).

The internship took place in the company Electroclima - Electricidade e Climatização Lda., between September 27, 2021 and June 17, 2022, and took place under the professional and pedagogical guidance of the technical office's director. This company has as its main activity the installation of Heating, Ventilation and Air Conditioning (HVAC) systems.

The internship began with the student getting to know the company, not only the tasks that would be assigned during the internship and the operation of the company, but also its employees.

Throughout the internship, several activities of budgeting, construction management and various projects were carried out, depending on the needs of the company and according to requests for support from colleagues in the Electroclima technical office.

During the evaluation period, several projects were carried out, with three studies included in this report, from the modeling of an administrative services building using the CYPE CAD program with the final objective of obtaining its thermal loads, to the design of a ventilation system of a clinical analysis station and ending with the dimensioning of a VRF system with the help of the MSSP VRF software.

Thus, this report discusses several systems and equipment used in the HVAC field and describes in detail the tasks performed during the internship period, highlighting the activities practiced in a company that installs HVAC systems and the work methodology of the host institution.

**Key-words:** Climatization, Construction Management, Project.

## ÍNDICE

AGRADECIMENTOS .....	i
RESUMO .....	ii
ABSTRACT .....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
ÍNDICE DE QUADROS .....	vii
SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS .....	viii
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Âmbito e objetivo do estágio .....	1
1.2. Enquadramento do tema .....	1
1.3. Apresentação da empresa.....	3
1.4. Organização do relatório.....	4
2. SISTEMAS E EQUIPAMENTOS DE AVAC .....	5
2.1. Enquadramento legal .....	5
2.2. Tipos de sistemas de climatização .....	6
2.2.1. Em função da área servida.....	6
2.2.2. Em função do fluido Térmico.....	6
2.3. Equipamentos AVAC mais usados em contexto de obra .....	9
2.3.1. Split.....	9
2.3.2. Multi-Split .....	9
2.3.3. VRV/VRF.....	10
2.3.4. UTA (Unidade de Tratamento de Ar).....	11
2.3.5. Rooftop.....	12
2.3.6. Recuperador de calor .....	13
2.3.7. Ventiladores.....	13
2.3.8. Hotte .....	15
2.3.9. Bomba de calor para AQS.....	16
3. TAREFAS DESEMPENHADAS .....	17
3.1. Orçamentação .....	17
3.1.1. Pedido de orçamento e decisão de elaboração.....	18
3.1.2. Análise geral do processo .....	18
3.1.3. Pedidos de cotação.....	19
3.1.4. Elaboração do orçamento .....	19
3.1.5. Erros e omissões .....	20
3.2. Direção de obra.....	21

3.2.1.	Análise de obra .....	22
3.2.2.	Reunião de esclarecimento de dúvidas de projeto .....	23
3.2.3.	Envio da documentação para a entidade de SHT .....	24
3.2.4.	Marcação de roços .....	24
3.2.5.	Comparativo de marcas alternativas ao projeto.....	25
3.2.6.	Pedido de aprovação de material .....	26
3.2.7.	Levantamentos.....	27
3.2.8.	Ensaaios e arranques de equipamentos .....	27
3.2.9.	Entrega de obra.....	29
4.	PROJETOS DE AVAC.....	32
4.1.	Modelação e cálculo das cargas térmicas para edifício administrativo .....	32
4.2.	Dimensionamento da rede aerólica e difusão .....	42
4.2.1.	Opção com recuperação de calor (Opção A).....	42
4.2.2.	Opção sem recuperação de calor (Opção B) .....	52
4.3.	Dimensionamento de sistema VRF.....	53
5.	CONCLUSÃO .....	57
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	58
	ANEXOS .....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Logotipo da empresa.....	4
Figura 2.1 - Sistema Mono-Split (Fonte: DAIKIN, 2021). .....	9
Figura 2.2 - Multi-Split (Fonte: DAIKIN, 2021).....	10
Figura 2.3 - Unidade exterior VRV e splits da obra do Sindicato dos Bancários de Centro....	11
Figura 2.4 - UTA da obra do Sindicato dos Bancários do Centro.....	12
Figura 2.5 - Rooftop (Fonte: Trane, 2020). .....	12
Figura 2.6 - Unidade recuperadora de calor (Fonte: Arfit, 2022).....	13
Figura 2.7 - Ventilador in-line (Fonte: France Air, 2022).....	14
Figura 2.8 - Funcionamento de uma hotte compensada (Fonte: ClimaPortugal, 2021).....	15
Figura 2.9 - Funcionamento de uma hotte indutora (Fonte: ClimaPortugal, 2021). .....	16
Figura 2.10 - Bomba de calor para aplicações AQS (Fonte: Baxi, 2019). .....	16
Figura 3.1 - Marcação de Roços na obra do Centro de Saúde da Av. Fernão Magalhães, Coimbra. ....	25
Figura 3.2 - a) Ventilador para ensaios e b) Unidade portátil para teste de estanqueidade das condutas. ....	28
Figura 4.1 - Representação 3D do piso 0 do edifício. ....	33
Figura 4.2 - Constituição das paredes exteriores. ....	36
Figura 4.3 - Constituição das paredes interiores.....	36
Figura 4.4 - Constituição da laje entre pisos. ....	37
Figura 4.5 - Características dos Envidraçados. ....	37
Figura 4.6 - Definição dos compartimentos do edifício. ....	38
Figura 4.7 - Vista em planta do edifício. ....	38
Figura 4.8 - Exemplo de cálculo de cargas térmicas com o software Cype. ....	39
Figura 4.9 - Caudal de ar novo por ocupante (Fonte: Manual SCE, 2021). ....	43
Figura 4.10 - Caudal de extração nas instalações sanitárias (Fonte: Manual SCE, 2021). .....	45
Figura 4.11 - Seleção grelha insuflação/extração (Fonte: France Air, 2022).....	47
Figura 4.12 - Seleção de Grelha de Passagem (Fonte: France Air, 2022).....	48
Figura 4.13 - Curvas Características URC (Fonte: ARFIT, 2022).....	50
Figura 4.14 - Curvas de eficiência (Fonte: ARFIT, 2022). ....	50
Figura 4.15 - Curva característica ventilador (Fonte: ARFIT, 2022).....	51
Figura 4.16 - Esquema do diagrama de cobres de sistema VRF (excerto).....	54
Figura 4.17 - Cálculo das cargas térmicas de aquecimento e arrefecimento.....	54
Figura 4.18 - Seleção das unidades interiores do sistema VRV.....	55

## ÍNDICE DE QUADROS

Tabela 2.1 - Classificação quanto ao fluido. ....	8
Tabela 4.1 - Zona climática. ....	33
Tabela 4.2 - Comparação das cargas térmicas.....	40
Tabela 4.3 - Definição dos caudais de ar novo.....	<b>Erro! Marcador não definido.</b>
Tabela 4.4 - Definição dos caudais de extração. ....	44
Tabela 4.5 - Espessuras do Isolamento das Conduas [mm]. ....	46
Tabela 4.6 - Dados para seleção da unidade recuperadora de calor. ....	49
Tabela 4.7 - Seleção dos ventiladores para a Opção B.....	52
Tabela 4.8 - Características das unidades interiores.....	55

## **SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS**

AQS – Água Quente Sanitária

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

CE – Caderno de Encargos

CTE – Condições Técnicas Especiais

DL – Decreto Lei

EPBD - Energy Performance of Buildings Directive

GTC – Gestão Técnica Centralizada

IAPMEI – Instituto de Apoio para as Pequenas e Médias Empresas

IS – Instalações Sanitárias

ISEC – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

MDJ – Memória Descritiva e Justificativa

MEM – Mestrado de Engenharia Mecânica

MEP – Mechanical, Electrical and Plumbing

MQ/LM – Mapa de Quantidades/Lista de Materiais

PAM – Pedido de Aprovação de Material

PME – Pequena e Média Empresa

PNEC – Plano Nacional Energia e Clima

PQ – Perito Qualificado

URC – Unidade Recuperadora de Calor

RC – Registo de Caudal

RCF – Registo Corta-fogo

RSECE - Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios

SCE – Sistema de Certificação Energética dos Edifícios

SHT – Segurança e Higiene no Trabalho

TRM – Técnico responsável pela instalação e manutenção de sistemas técnicos

TM – Trabalhos a mais

TGE – Técnico de Gestão de Energia

TIS - Técnico de inspeção de sistemas técnicos

UE – Unidade Exterior

UI – Unidade Interior

UTA – Unidade de Tratamento de Ar

UTAN – Unidade de Tratamento de Ar Novo

UV – Ultravioletas

VAC – Volume de Ar Constante

VAV – Volume de Ar Variável

VRF – Variable Refrigerant Flow

VRV – Variable Refrigerant Volume

A – Área [m<sup>2</sup>]

A<sub>p</sub> – Área útil de pavimento [m<sup>2</sup>]

c – Calor específico [J/kg.K]

- C – Comprimento [m]  
 f – Volume de fuga de ar (l/s)  
 CR – fator de combinação  
 H – Altura [m]  
 l – Calor Latente [J/kg]  
 L – Largura [m]  
 m – Massa da substância [kg]  
 $N_{ic}$  - Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento [kWh/(m<sup>2</sup> .ano)]  
 $N_{vc}$  - Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento [kWh/(m<sup>2</sup> .ano)]  
 p – Perda de Carga [Pa]  
 P – Potência [kW]  
 q – Quantidade de Calor [J]  
 Q – Caudal [m<sup>3</sup>/h]  
 $Q_{An*Mmet}$  – Caudal de ar novo por ocupante [m<sup>3</sup>/(h.ocupante)]  
 $Q_{gu,i}$  - Ganhos térmicos úteis na estação de aquecimento resultantes dos ganhos solares através dos vãos envidraçados, da iluminação, dos equipamentos e dos ocupantes [kWh/ano]  
 $Q_{g,v}$  - Ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento [kWh/ano]  
 $Q_{tr,i}$  - Transferência de calor por transmissão através da envolvente do edifício na estação de aquecimento [kWh/ano]  
 $Q_{ve,i}$  - Transferência de calor por ventilação na estação de aquecimento [kWh/ano]  
 $R_{se}$  - Resistência térmica superficial exterior [m<sup>2</sup>. °C/W]  
 $R_{si}$  - Resistência térmica superficial interior [m<sup>2</sup>. °C/W]  
 $R_j$  - Resistência térmica da camada j com espessura constante [m<sup>2</sup>. °C/W]  
 U – Coeficiente de transmissão térmica [W/m<sup>2</sup>.°C]  
 V – Velocidade [m/s]  
 $\Delta\theta$  – Variação de Temperatura [°C ou K]  
 $\eta_V$  – Fator de utilização de ganhos térmicos na estação de arrefecimento  
 $\emptyset$  – Secção da Tubagem [mm]



# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Âmbito e objetivo do estágio

A escolha em realizar estágio curricular prendeu-se sobretudo com o facto de haver a oportunidade de conciliar o final do ciclo de estudos com o ganho de experiência profissional numa empresa, onde seria possível converter toda a teoria adquirida para a prática necessária em contexto real.

Desde o início, a ambição era ingressar no mundo do Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC), sendo uma área que sempre criou um sentimento de interesse e curiosidade. Neste contexto, surgiu a oportunidade de realizar um estágio na empresa Electroclima, Electricidade e Climatização, Lda, durante um período de aproximadamente 9 meses.

Apesar do objetivo central deste estágio ser a inserção no mercado de trabalho, outros objetivos mais específicos estiveram presentes durante este período, como:

- A aquisição de conhecimentos práticos na área de trabalho subjacente ao estágio;
- O aprofundamento de conhecimentos técnicos;
- O desenvolvimento da capacidade de tomar decisões e de assumir responsabilidades;
- A aquisição de experiência profissional.

Assim, no decorrer das tarefas que foram atribuídas, existiu a oportunidade de aprimorar conhecimentos nos domínios de unidades curriculares que foram lecionadas durante a Licenciatura e principalmente no Mestrado.

No presente relatório encontra-se registado o trabalho desenvolvido no período em que decorreu o estágio, o qual passou por várias fases, nomeadamente, orçamentação, projeto e apoio de direção de obra.

## 1.2. Enquadramento do tema

Sendo a empresa onde o estágio foi executado, uma entidade que se dedica à instalação dos mais diversos tipos de sistemas de AVAC, será importante fazer um breve enquadramento e resumo deste tema, explicando no que consiste, qual o seu significado e enumerando os benefícios que este tipo de instalações proporcionam.

O acrónimo AVAC, cujo significado é Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado, refere-se a um setor que se dedica ao desenvolvimento, instalação e manutenção de sistemas de climatização de espaços interiores por meio de equipamentos de aquecimento, ventilação e ar condicionado, com o objetivo de garantir o conforto térmico desses espaços.

Assim os sistemas de AVAC têm 3 principais funções:

- Aquecimento (A), função que permite manter uma temperatura de conforto durante os dias mais frios (estação de aquecimento), que pode ser produzido através dos seguintes exemplos:

- Resistência elétrica;
- Caldeira;
- Bomba de calor;
- Coletores Solares.

- Ventilação (V), responsável por renovar o ar e controlar a temperatura, sendo capaz de remover poeiras, bactérias e calor dos espaços a tratar. Pode ser feito através de ventilação mecânica, recorrendo a equipamentos mecânicos, ou através de ventilação natural a partir de aberturas de portas e janelas ou uma combinação dos dois.

- Ar Condicionado (AC), conceito que geralmente está associado ao arrefecimento de um edifício, no entanto, os equipamentos usados para este fim possibilitam não só o arrefecimento como, também, o aquecimento do ambiente. Durante o verão o sistema de ar condicionado terá a função de arrefecer o espaço e retirar a humidade, enquanto no inverno irá aquecer o ambiente e, dependendo do sistema, introduzir humidade no espaço.

A instalação deste tipo de sistemas traz diversos benefícios para o edifício e para os seus ocupantes, nomeadamente:

- Aquecimento e arrefecimento dos espaços, promovendo o conforto térmico;
- Melhoria da qualidade do ar, evitando o surgimento de doenças por fungos e bactérias;
- Aumento do valor do edifício, permitindo que um potencial futuro proprietário não tenha de se preocupar com esse aspeto e que o atual proprietário possa vender o mesmo por um valor mais elevado;
- Redução do impacto ambiental, porque ao contrário de sistemas mais antigos, estes equipamentos são mais eficientes e consomem menos energia, o que vai contribuir para a conservação dos recursos naturais.

Um projeto de AVAC requer o dimensionamento e conseqüente seleção de todos os equipamentos e materiais necessários numa obra no que diz respeito à climatização, ventilação e águas quentes sanitárias, quando aplicável. Trata-se de um processo metódico que implica uma análise cuidada das características e tipologia do edifício, das condições climáticas envolventes, preservando as necessidades do cliente, o orçamento final e o bem-estar e saúde dos utilizadores do edifício.

Devido à panóplia de sistemas e equipamentos disponíveis para se efetuar a climatização, o projetista tem de optar pelas soluções mais viáveis, tanto no que concerne ao consumo energético, como também à viabilidade e custo de instalação do sistema, sendo este, na maioria das vezes, o fator mais determinante na decisão do cliente final.

### 1.3. Apresentação da empresa

O estágio decorreu na empresa Electroclima, Electricidade e Climatização, Lda. Esta empresa foi fundada em 20 de julho 1979, começando por se dedicar a tarefas como a reparação de linhas a vapor e instalações elétricas em hospitais e unidades fabris. No entanto, dada a formação dos seus quatro sócios, rapidamente se especializou na comercialização e instalação de equipamentos de AVAC do tipo doméstico e industrial.

São adquiridas as primeiras instalações no ano de 1982, altura esta em que a empresa se dedica à execução de sistemas de ar condicionado para salas brancas (divisões especificamente desenhadas para conseguir baixos níveis de contaminação), aquecimentos em hospitais e respetivas centrais térmicas.

Considerando o fator seletivo dos concursos públicos, em 1984 a Electroclima submete requerimento para obtenção do alvará “instalações especiais”, tendo-lhe sido atribuídas cinco subcategorias daquela especialidade.

Aumentando a sua carteira de clientes, começou a surgir a necessidade de começar as atividades no âmbito de assistência técnica. Neste sentido, apostou no recrutamento de pessoal especializado e na formação profissional dos seus quadros, conseguindo criar uma divisão de assistência que desfruta atualmente de elevado prestígio e profissionalismo.

Em 1986, começa a reconstrução de uma sede com dimensões significativas, possibilitando assim a estruturação do seu próprio Gabinete Técnico, sendo este um passo chave para a evolução da empresa, sobretudo na área do Ar Condicionado.

Com a entrada nos anos 90, dá-se uma profunda alteração no mercado do ar condicionado, com o aparecimento de equipamentos de origem japonesa, de novas tecnologias, nomeadamente os sistemas de “Volume de Refrigerante Variável – VRV”, aos quais a Electroclima rapidamente se adapta, aumentando a oferta de serviços de grande qualidade.

Em 1994, 95 e 96 é alcançado o estatuto de maior instalador nacional de unidades de ar condicionado do tipo doméstico.

Perto do ano 2000, é adquirida experiência na utilização da tecnologia “Bancos de gelo”. Simultaneamente, é introduzida a gestão centralizada em edifícios, permitindo assim uma maior e mais eficiente gestão da energia consumida. Nessa mesma altura começa a informatização da assistência técnica, com a introdução da assistência técnica à distância por computador.

O crescimento da empresa, ao longo da sua existência foi feito com base numa estrutura financeira sólida, reconhecida nos últimos anos com a atribuição do prémio “Empresa Prestígio do *IAPMEI* e *BNU*”.

Em 2022, a Electroclima foi reconhecida como PME Líder 2021, completando em julho 43 anos de existência.



Figura 1.1 - Logotipo da empresa

#### 1.4. Organização do relatório

Este relatório encontra-se organizado em 5 capítulos, contendo as seguintes contribuições:

No capítulo 1 fez-se a introdução deste trabalho, fundamentando-se a opção pela realização do estágio curricular e um enquadramento do tema que é dedicado pela empresa em questão (instalação de sistemas AVAC). Adicionalmente, é feita uma apresentação da empresa Electroclima, Electricidade e Climatização, Lda., instituição que acolheu o estágio e que prestou toda a formação necessária para a realização do mesmo.

No segundo capítulo são abordados conceitos teóricos, descrevendo-se os vários sistemas e equipamentos possíveis e a sua aplicabilidade, assim como a legislação relativa ao tema. O objetivo deste capítulo será também a introdução e explicação de alguns conceitos que serão aplicados mais adiante.

O capítulo 3 foca-se na descrição pormenorizada das tarefas desempenhadas durante o período de estágio, concentrando-se nas atividades de orçamentação e direção de obra.

No capítulo 4 vão ser apresentados alguns projetos de AVAC, incluindo uma modelação no programa *CYPE* com a finalidade de definir as cargas térmicas das várias divisões de um edifício, um projeto de dimensionamento de um sistema de ventilação para um posto de análises clínicas e ainda um projeto de dimensionamento de um sistema VRF com auxílio do software *MSSP-VRF*.

Finalmente, no capítulo 5 são apresentadas as conclusões do trabalho desenvolvido.

## 2. SISTEMAS E EQUIPAMENTOS DE AVAC

Este capítulo tem como objetivo principal apresentar de forma resumida os vários equipamentos AVAC que foram abordados durante o estágio curricular, introduzindo conceitos que facilitarão a leitura do remanescente relatório.

### 2.1. Enquadramento legal

Durante o estágio foi considerada e respeitada a regulamentação portuguesa em vigor, tendo sido atualizada no início do mesmo.

No começo do estágio curricular encontrava-se em vigor o Decreto de Lei nº 101-D/2020, tendo sido introduzidas alterações através do Decreto-Lei nº 102/2021, atualmente em vigor.

- **Decreto – Lei nº 101-D/2020** – “Estabelece os requisitos aplicáveis a edifícios para a melhoria do seu desempenho energético e regula o Sistema de Certificação Energética de Edifícios, transpondo a Diretiva (UE) 2018/844 e parcialmente a Diretiva (UE) 2019/944”.  
Este DL foi criado com o objetivo de cumprir os objetivos do PNEC 2030 e da Neutralidade Carbónica de 2050.
- **Decreto – Lei nº 102/2021** – “Estabelece os requisitos de acesso e de exercício da atividade dos técnicos do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios.”  
Tendo no Decreto atrás mencionado feito a promoção da regulação do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios com vista à adequação ao cumprimento das disposições da Diretiva EPBD, neste foi necessário proceder à revisão dos requisitos de acesso e exercício da atividade dos técnicos SCE.  
Aplica-se à atividade dos seguintes profissionais:
  - Perito Qualificado (PQ);
  - Técnico responsável pela instalação e manutenção de sistemas técnicos (TRM);
  - Técnico de Gestão de Energia (TGE);
  - Técnico de inspeção de sistemas técnicos (TIS).
- **Despacho nº 9216/2021** – Alteração do Despacho n.º 6476-H/2021, que aprova o Manual do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE).

## **2.2. Tipos de sistemas de climatização**

Nesta secção apresenta-se as formas de agrupar os diferentes sistemas de climatização, permitindo classificá-los adequadamente. É possível caracterizar os diferentes sistemas de climatização tendo em atenção a área servida pelo sistema e o tipo de fluido térmico utilizado (Roriz, 2007).

### **2.2.1. Em função da área servida**

Em função da área climatizada e do local onde é produzida a energia térmica, podem encontrar-se dois grupos: Centralizados e Individuais.

Um sistema centralizado serve a totalidade ou grande parte de um edifício e fornece frio ou calor diretamente ao fluido primário. A distribuição da energia térmica produzida no circuito primário é então distribuída por várias redes de tubagens (circuito secundário), que irão percorrer as várias unidades interiores instaladas nos diversos espaços a climatizar.

Alguns exemplos deste tipo de sistemas são:

- Chiller;
- Caldeira;
- VRV/VRF;

Apesar de terem sido inseridos os sistemas VRV neste grupo, não é totalmente correto considerar este sistema de centralizado.

Os sistemas VRV são considerados de sistemas moduladores, equipamentos dedicados a um conjunto de divisões de um edifício e que podem ser facilmente ampliados. (Roriz, 2007).

O sistema individual, como o seu próprio nome indica, serve para climatizar apenas uma divisão. Para tal usa-se uma unidade exterior que permuta energia térmica com uma única unidade interior. Estes sistemas são também denominados de sistemas “split”.

Os sistemas multi-split são um caso complexo e incoerente no que se trata à classificação de acordo com a área climatizada, não sendo capazes de cumprir os requisitos de um sistema centralizado, pois não são capazes de cobrir as necessidades de um edifício inteiro, nem podem ser considerados de sistema individual pois este tipo de equipamento é feito para mais que uma divisão.

Apesar disso, é habitual inserir os multi-split no sistema individual, visto que o número de unidades interiores possíveis de interligar a uma unidade exterior é reduzido.

### **2.2.2. Em função do fluido Térmico**

Podemos também classificar os diversos sistemas de climatização em função do tipo fluido que é utilizado, nomeadamente:

- **Sistemas Tudo Ar**

Este tipo de sistemas utilizam o ar como meio para climatizar os vários espaços de um edifício, podendo ser previamente aquecido ou arrefecido por Unidades de Tratamento de Ar (UTA). Existem duas conceções base: simples conduta e dupla conduta.

No sistema de dupla conduta, existe uma conduta que transporta ar quente e outra que transporta ar frio, posteriormente, ambos são misturados numa caixa de mistura de forma a obter uma temperatura de insuflação ideal.

No sistema de simples conduta todo o ar é transportado por uma única conduta.

Os sistemas mais comuns são os de Volume de Ar Constante (VAC) e os de Volume de Ar Variável (VAV). No primeiro caso, o caudal de ar a insuflar é constante, variando as condições do ar de forma a garantir a remoção da carga térmica. Já no segundo caso, o caudal é ajustado continuamente de acordo com as necessidades instantâneas do edifício, por exemplo, através de registos de caudal com atuadores elétricos, permitindo uma poupança anual até 70% do consumo elétrico dos ventiladores.

- **Sistemas Tudo Água**

Nestes sistemas a energia térmica é conduzida para as divisões recorrendo a água, a qual será aquecida ou arrefecida e irá dissipar a sua carga térmica nas unidades terminais.

Existem diferentes sistemas, havendo a possibilidade de climatizar alternativamente em aquecimento ou arrefecimento (sistemas a 2 tubos, ida e retorno), ou de efetuar aquecimento e arrefecimento em simultâneo (sistemas a 4 tubos).

No caso de sistemas a 2 tubos, a água é aquecida numa unidade central capaz de produzir água quente e esta será transportada pela tubagem própria até ao equipamento terminal onde irá dissipar a energia térmica e a água fria retorna à unidade produtora de água quente. O sistema mais usual será uma caldeira para realizar o aquecimento central, e as unidades terminais geralmente são radiadores ou toalheiros.

Os sistemas a 4 tubos permitem satisfazer as necessidades simultâneas de aquecimento e de arrefecimento em diferentes locais no mesmo edifício. Estes sistemas terão de possuir duas entradas, uma para água quente e outra para água fria.

- **Sistemas Ar-Água**

Neste sistema é utilizado o ar, designado de ar primário, e a água como fluido térmico, que transfere calor para os espaços pretendidos. Existem diversos tipos, que são classificados de acordo com a forma como é repartida a eliminação da carga térmica pela água e pelo ar (Roriz, 2007).

A solução mais frequente é a de remover a carga térmica no interior do local através do circuito de água e remover ou fornecer a energia necessária ao ar exterior para o colocar nas condições interiores antes de o insuflar no espaço. Para isto é necessário que para além de um

equipamento de produção de frio ou calor, disponham também de um equipamento terminal. Os exemplos mais atuais para estas unidades terminais são ventiloconvectores e piso radiante, e como unidades de produção central de frio ou calor pode recorrer-se a Chiller's ou a bombas de calor.

Atualmente, quer em contexto residencial ou em edifícios de hotelaria, é muito usada a combinação de bombas de calor e ventiloconvectores para realizar a climatização.

- **Sistemas de Expansão Direta**

Um sistema de expansão direta é um sistema de arrefecimento ou aquecimento em que o fluido primário é utilizado diretamente no processo. Habitualmente, os sistemas de expansão direta são utilizados em sistemas pequenos e isolados, mas também podem ser utilizados em sistemas de climatização industrial. A escolha do sistema depende de diversos fatores, como o preço, os regulamentos, a temperatura ambiente e o fluido primário.

Nos dias de hoje os fluidos mais usados são o R32 e o R410-A e os equipamentos são do tipo reversível, sendo capazes de realizar aquecimento no Inverno e arrefecimento no Verão devido à inversão das funções dos permutadores das unidades exteriores e interiores. Exemplos deste tipo de sistemas são: Splits, Multi-Splits e VRV/VRF.

A tabela 2.1 apresenta um resumo dos diversos equipamentos existentes classificados em função do fluido térmico.

**Tabela 2.1 - Classificação quanto ao fluido.**

<b>Classificação quanto ao Fluido Térmico</b>	<b>Equipamentos</b>
<u>Tudo Ar</u>	- UTA; - Roof-Top; - Ventiladores; - Cortinas de ar; - Recuperadores de calor.
<u>Ar-Água</u>	- Chiller; - Ventiloconvectores; - Piso Radiante.
<u>Tudo-Água</u>	- Caldeira; - Radiadores; - Toalheiros.
<u>Expansão Direta</u>	- Split; - Multi-split; - VRV/VRF.

## 2.3. Equipamentos AVAC mais usados em contexto de obra

Nesta secção, apresenta-se de forma resumida os equipamentos mais utilizados nas obras que vão sendo adjudicadas. Em contexto de obra, os equipamentos são geralmente divididos em três grupos principais: Ar Condicionado, Ventilação e AQS.

### 2.3.1. Split

A palavra “*Split*” significa “partido” e consiste em unidades de expansão direta constituídas por dois elementos, a unidade interior e a unidade exterior (Figura 2.1). Este equipamento é utilizado para servir apenas uma divisão, sendo utilizado em grandes edifícios para arrefecer salas de “bastidores” onde se concentra uma grande quantidade de computadores e materiais eletrónicos ou para climatizar divisões isoladas.

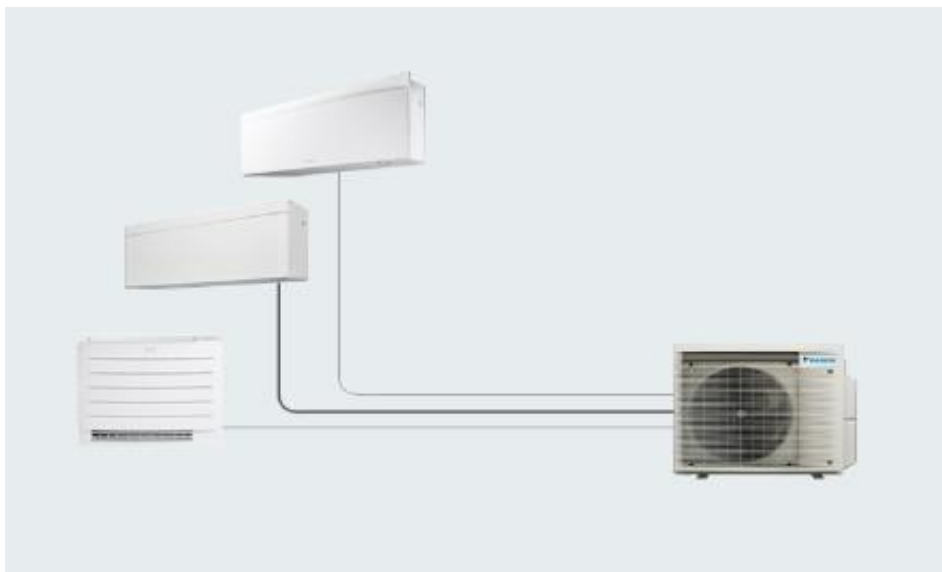
As unidades interiores podem variar entre o tipo mural, de instalação em condutas, de chão, horizontal de teto, armário vertical, etc. Cada tipo de unidade interior tem a sua aplicabilidade.



Figura 2.1 - Sistema Mono-Split (Fonte: DAIKIN, 2021).

### 2.3.2. Multi-Split

São unidades de expansão direta compostas por uma unidade exterior e várias unidades interiores (Figura 2.2). O conceito é em tudo idêntico ao dos mono-splits no que diz respeito às unidades interiores, apenas variando a unidade exterior que alimenta várias unidades interiores. Das unidades exteriores saem para cada unidade interior dois tubos (líquido e gás). A maior parte dos equipamentos à venda têm no máximo a configuração de 1x3.



**Figura 2.2 - Multi-Split (Fonte: DAIKIN, 2021).**

### 2.3.3. VRV/VRF

Para começar a explicação deste sistema é importante referir que a diferença entre VRV (*Variable Refrigerant Volume*) e VRF (*Variable Refrigerant Flow*) é apenas o facto de a sigla VRV ter sido patenteada pela marca *DAIKIN*, de resto são em tudo idênticos.

O termo “Variable Refrigerant Flow” refere-se à capacidade de um sistema AVAC de controlar a quantidade de refrigerante que flui para as unidades interiores, que podem ser muitos e de diferentes capacidades e configurações, com comando individual ou centralizado, arrefecimento e aquecimento simultâneos em diferentes zonas com recuperação de calor de uma zona a outra. Basicamente são semelhantes ao sistema multi-split, variando no facto de que o VRV é capaz de permitir ligação entre uma quantidade muito maior de unidades interiores.

As vantagens deste tipo de sistemas relativamente aos demais são:

- Conseguem assegurar a operação de diversos equipamentos com o máximo de eficiência e de forma simultânea;
- Apresentam um menor consumo de energia;
- Contam com um sistema inteligente que deteta falhas e anomalias no funcionamento;
- Conferem a possibilidade de instalação de até 63 unidades interiores, dependendo do fabricante;
- Permitem longas distâncias com até mil metros de tubagem;
- Controlam devidamente a temperatura nos ambientes de forma individual em cada unidade interna, maximizando o conforto térmico.



**Figura 2.3 - Unidade exterior VRV e splits da obra do Sindicato dos Bancários de Centro.**

Para uma correta instalação dos sistemas VRV/VRF é indispensável o seguinte acessório:

- **Derivadores** – Estes podem parecer um acessório banal e sem grande importância, no entanto a sua má instalação pode trazer graves problemas ao sistema. O derivador, também usualmente conhecido como “Tê”, é uma peça que será instalada cada vez que é adicionado um evaporador ao ramal. O número de derivadores a usar é dado pela seguinte fórmula (Equação 1):

$$n^{\circ} \text{ Evaporadores} - n^{\circ} \text{ Condensadores} = n^{\circ} \text{ Derivadores} \quad (1)$$

Relativamente à sua posição, este depende da recomendação do fabricante, sendo possível a sua montagem horizontalmente ou verticalmente, não sendo, no entanto, permitida a instalação na diagonal. A má montagem deste acessório pode originar o seguinte problema:

- Desbalanceamento do fluxo de refrigerante internamente;
- Ruído interno na tubagem que pode ser ouvido externamente.

#### **2.3.4. UTA (Unidade de Tratamento de Ar)**

As unidades de tratamento de ar (UTAs) (Figura 2.4) são os pulmões de qualquer sistema AVAC. Estes equipamentos têm como função renovar o ar poluído e saturado dos edifícios, trazendo ar fresco e limpo, com os níveis de temperatura e humidades certas. As unidades de tratamento de ar são atualmente e na maioria dos casos, unidades modulares, isto é, para o mesmo caudal de ar a tratar, podendo ter mais ou menos módulos consoante as condições ambientais exteriores e de qualidade do ar requerida. Os módulos que normalmente são usados nas UTA's são: módulo de ventilação, de filtragem, de baterias e módulo de mistura, podendo também ser equipadas com módulos de recuperação e humidificadores. Os

equipamentos pertencentes aos módulos referidos atrás podem ser de vários tipos, dependendo do modelo da unidade.

Para além das UTAs, existem também as UTANs (Unidades de Tratamento de Ar Novo), cuja diferença é o facto do ar a ser introduzido nos espaços ser 100% proveniente do exterior, sendo desnecessário o módulo de mistura, pois o ar extraído dos espaços é todo rejeitado para o exterior.



**Figura 2.4 - UTA da obra do Sindicato dos Bancários do Centro.**

### **2.3.5. Rooftop**

As rooftops são unidades compactas utilizadas para efetuar o tratamento do ar para espaços amplos (Figura 2.5). São uma solução que também pode ser aplicada em casos idênticos aos das unidades de tratamento de ar. A sua principal vantagem é ser um pack fechado e compacto, conjugando o efeito de uma UTA com o das unidades de produção de calor/frio numa só (neste caso a produção de calor/ frio é por expansão direta). É uma solução amplamente usada em espaços comerciais. Como desvantagem relativamente às unidades de tratamento de ar temos que não existe uma variedade tão grande de unidades standard com tantos níveis de filtragem e não têm a mesma flexibilidade que uma unidade de tratamento de ar que, por ser modular, permite acrescentar os elementos específicos para cada projeto.



**Figura 2.5 - Rooftop (Fonte: Trane, 2020).**

### 2.3.6. Recuperador de calor

Um recuperador de calor (Figura 2.6) consiste na combinação de dois ventiladores de baixo nível sonoro, focando-se um na extração de ar do edifício e outro em impulsionar o ar proveniente do exterior para o interior. Os dois circuitos cruzam-se, sem se misturarem, num permutador de placas, onde o calor do ar de saída é transferido para o ar fresco do exterior, aquecendo-o. Estes equipamentos são muito simples, sendo basicamente constituídos por filtros, ventiladores e um permutador.

Algumas vantagens deste tipo de equipamentos são:

- Poupança de energia e conseqüente poupança de recursos naturais;
- Melhoria da eficiência energética;
- Redução da contaminação acústica;
- Proteção do meio ambiente;
- Redução das emissões de CO<sub>2</sub>.

Terminando o resumo dos equipamentos centrais que mais vezes são adjudicados em obra, passaremos para a análise dos ventiladores e dos vários tipos existentes, tentando destacar a diferença entre cada um deles.



Figura 2.6 - Unidade recuperadora de calor (Fonte: Arfit, 2022).

### 2.3.7. Ventiladores

Os ventiladores são turbomáquinas utilizadas tanto para impulsionar o ar através de uma rede aerólica, normalmente designados de VI (Ventilador de insuflação) ou VAN (Ventilador de ar novo), como para extrair o ar, sendo designados de VEX (Ventilador de extração).

Os ventiladores podem ser classificados de diversas formas, nomeadamente pela direção do ar, pelo seu regime de funcionamento ou de acordo com as temperaturas de funcionamento.

Quanto à primeira classificação, existem ventiladores axiais (Figura 2.7), também conhecidos como ventiladores in-line, que são capazes de gerar fluxos elevados com um ligeiro aumento da pressão entre a entrada e a saída do aparelho. Dado não alcançarem pressões elevadas, estes ventiladores só podem ser utilizados em circuitos de comprimento reduzido. Outro tipo de ventiladores muito utilizado é o do tipo centrífugo, que devido à sua estrutura

possui algumas vantagens relativamente ao anterior, como a sua adequação para caudais elevados e circuitos longos suportando pressões elevadas e sendo mais silenciosos.

Quanto ao regime de funcionamento, podem ser classificados como ventiladores EC ou AC. Esta classificação é provavelmente a mais importante para a escolha de um ventilador e um aspeto fundamental para ser ou não motivo de aprovação por parte da fiscalização de uma obra.

Os motores do tipo AC (corrente alternada) são os motores mais usados em todos os campos industriais e existem em grande diversidade. A sua forma de operar é relativamente simples, a corrente alternada vai criar um campo magnético que irá variar conforme a frequência da tensão de alimentação, introduzindo uma variação de corrente no rotor. Podem ser classificadas como motores monofásicos ou trifásicos.

Os motores do tipo EC (comutados eletronicamente) são motores elétricos que possuem ímãs permanentes no rotor e usam componentes eletrónicos para controlar a tensão e a corrente aplicadas ao motor. Este tipo de motores têm uma eficiência elevada e mantêm esta eficiência em velocidades parciais, ou seja, consomem muito menos eletricidade que os motores tradicionais usados nas indústrias de ventilação e refrigeração. A alta eficiência significa que os motores não aquecem tanto, o que reduz a quantidade de calor produzida. Os motores EC têm também uma faixa de operação mais ampla que os motores AC, o que significa que um modelo de um motor eletrónico é capaz de substituir vários modelos de um motor tradicional, o que irá diminuir e simplificar o stock.

Quanto à classificação de acordo com a temperatura de funcionamento existem os ventiladores que são instalados para trabalhar à temperatura ambiente e os ventiladores de desenfumagem, geralmente capazes de trabalhar a temperaturas até 400 °C e com resistência de 2 horas em caso de incêndio. Este tipo de ventilador, como o seu próprio nome indica, é selecionado com o foco de extrair fumos em caso de incêndio.



**Figura 2.7 - Ventilador in-line (Fonte: France Air, 2022).**

### 2.3.8. Hotte

Qualquer cozinha necessita de ser ventilada, quer seja de forma natural ou mecanicamente, e esta ventilação é feita através da hotte que estará ligada a um ventilador.

Este equipamento serve para captar, filtrar e remover odores, fumos e gorduras provenientes dos alimentos que estão a ser confeccionados. As hottes podem ser do tipo mural ou central, também designados por ilha, e deverão ser instaladas por cima do fogão.

As cozinhas têm de estar em depressão, ou seja, a capacidade de extração deste equipamento tem de ser superior ao caudal de ar insuflado neste espaço, de modo a garantir que todos os contaminantes e odores serão extraídos e que existe qualidade no ambiente.

Existem três tipos fundamentais de hottes:

- Hotte de extração – Equipamento responsável apenas por extrair ar, tendo desvantagem de colocar a cozinha numa depressão maior que a necessária, o que fará com que o ar se desloque das zonas de maior pressão permitindo a entrada de poeiras, insetos ou cotão para a divisão;
- Hotte Compensada – Consiste em compensar as perdas de ar extraído no local, insuflando ar ao mesmo tempo que se extrai (Figura 2.8). Este ar que será insuflado geralmente é climatizado de modo a não criar variações de temperatura, evitando desconforto. Este ar climatizado geralmente está associado a uma UTA (Figura 9);

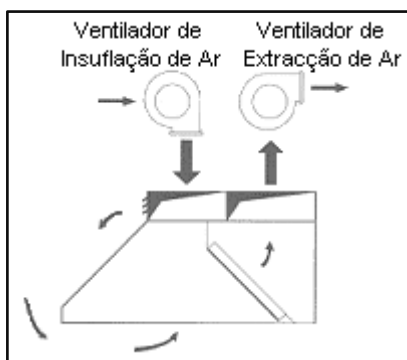
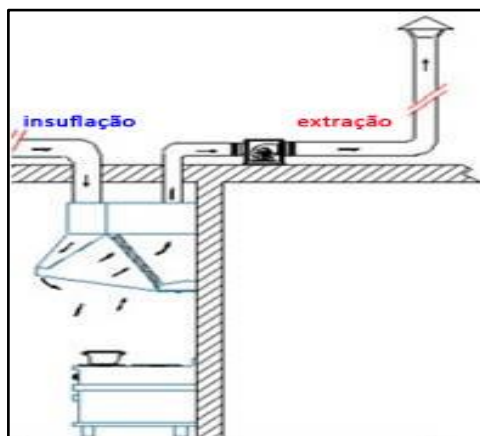


Figura 2.8 - Funcionamento de uma hotte compensada (Fonte: ClimaPortugal, 2021).

- Hotte indutora – Esta é usada em cozinhas onde é necessário extrair e insuflar ar de forma que o espaço não sofra grandes variações de temperatura. A diferença entre este tipo de hotte e a referida anteriormente é o facto de que o ar insuflado não chega a ser projetado para a área de trabalho, sendo que a insuflação e a extração é feita de forma localizada, na zona de fogão (Figura 2.9).



**Figura 2.9 - Funcionamento de uma hotte indutora (Fonte: ClimaPortugal, 2021).**

### **2.3.9. Bomba de calor para AQS**

As bombas de calor (Figura 2.10) são um eficiente meio de produção de AQS e podem ser usadas exclusivamente para aquecimento da água ou também para aquecimento ambiente. Embora as bombas de calor impliquem um maior investimento inicial, na maior parte dos casos este é largamente recuperado ao longo do tempo de vida do aparelho.

Pode-se descrever o funcionamento de uma bomba de calor de forma simples, consistindo na absorção de calor do exterior pelo fluido refrigerante no evaporador, que vai circular até ao compressor onde é pressurizado e conseqüentemente aquece. De seguida será bombeado para o condensador a altas temperaturas, dissipando o calor para as águas sanitárias, aquecendo-a.

Depois deste processo o gás sofre um arrefecimento, condensando-se. No entanto o líquido continua com pressões altas, dirigindo-se para a válvula de expansão onde a pressão e a temperatura descem rapidamente, regressando ao ciclo inicial.

Também podem ser usadas para arrefecimento, invertendo o ciclo.



**Figura 2.10 - Bomba de calor para aplicações AQS (Fonte: Baxi, 2019).**

### **3. TAREFAS DESEMPENHADAS**

Este capítulo descreve em detalhe as diferentes atividades realizadas durante o estágio curricular. No gabinete técnico da empresa, o estagiário esteve em contacto permanente com dois Preparadores de Obra e dois Engenheiros responsáveis pela direção de obra, permitindo adquirir os conhecimentos e ensinamentos necessários quer na gestão de uma obra quer a nível de conhecimentos técnicos. Adicionalmente, estavam presentes no gabinete técnico também um engenheiro especializado na área residencial, um engenheiro responsável pela orçamentação e os três sócios da empresa.

Durante o período de estágio foram cumpridas várias tarefas como orçamentação, estudo de obras, realização de projetos de AVAC e apoio à direção de obra, sendo este último dedicado a maior parte do tempo. Todas as atividades foram recebidas com prontidão e com vontade de obter sempre o melhor desempenho possível, aproveitando todos os momentos para ganhar experiência e adquirir conhecimentos, sempre com o objetivo de evoluir o mais possível durante estes 9 meses de estágio

#### **3.1. Orçamentação**

Devido a um planeamento inicial das funções do estagiário na empresa e devido à existência de um engenheiro especializado e altamente competente nesta área, foram poucos os orçamentos realizados. No entanto, existiu sempre contacto com o processo de elaboração dos orçamentos, conhecendo-se assim o procedimento para a execução dos mesmos. Não obstante isto, foram feitas várias atividades de apoio à orçamentação como análises gerais dos processos, pedidos de cotação, erros e omissões e contactos com possíveis clientes de forma a estar sempre a par do curso das negociações.

A lista de etapas que constituem o processo de elaboração de um orçamento podem ser resumidas da seguinte forma (ordem cronológica):

1. Pedido de Orçamento;
2. Decisão da elaboração do orçamento;
3. Abertura do processo;
4. Análise geral do processo;
5. Pedido de cotação (Marcas CE ou Alternativas);
6. Elaboração do Orçamento;
7. Elaboração de Erros e Omissões (em fases mais avançadas do concurso).

### **3.1.1. Pedido de orçamento e decisão de elaboração**

Durante o período de estágio foram recebidas diversas solicitações de orçamentos, de variados tipos, desde obras de maior dimensão até atividades mais pequenas como climatização de moradias. Estas solicitações são feitas por diversas entidades, como empreiteiros que estejam em busca de parceiros para realizar as diferentes especialidades, geralmente para obras de maiores dimensões, por gabinetes de projetos que não tenham colaboradores especializados nesta área ou por uma qualquer entidade privada que esteja interessada no trabalho da firma.

Na altura destes pedidos, terão de ser fornecidos alguns elementos (peças desenhadas e escritas), que serão abordados adiante. Se o pedido não vier acompanhado destes elementos, terá de ser realizado um estudo prévio para o qual o solicitador terá de disponibilizar algumas informações importantes, como por exemplo:

- Objetivos pretendidos;
- Presença ou não de tetos falsos, percebendo se é para instalação à vista ou oculta;
- Localização prevista para as unidades exteriores;
- Localização das águas pluviais, para descarga dos condensados das máquinas de ar condicionado.

Depois desta fase inicial é debatido internamente com os elementos da direção da empresa o respetivo assunto, tentando perceber se há interesse, analisando as vantagens e desvantagens do mesmo, chegando-se no final a uma decisão. Se esta for positiva, passaremos para o passo seguinte.

### **3.1.2. Análise geral do processo**

Um projeto de AVAC tem de conter dois elementos fundamentais de forma a permitir a compreensão e estudo do mesmo, que são eles peças escritas e peças desenhadas.

As peças escritas, como o próprio nome indica, são todos os documentos escritos do projeto onde se destacam a memória descritiva e justificativa (MDJ) e as Condições Técnicas Especiais (CTE), constituindo o Caderno de Encargos, e ainda a lista de materiais ou mapa de quantidades (LM) que consiste numa lista que inclui todos os materiais e equipamentos, com as respetivas quantidades, que o projetista considerou como essenciais para a realização da futura obra.

As peças desenhadas são os desenhos das redes aerólicas e dos sistemas de climatização. Os desenhos serão a melhor ferramenta de estudo e de trabalho para um contexto futuro, pois, apesar de as peças escritas serem igualmente importantes, estas sofrem de algumas repetições de projeto para projeto, ocorrendo assim alguns erros. Já os desenhos são feitos e pensados exclusivamente para aquele projeto, tornando-se assim mais fidedignos, para além de que serão encaminhados para a obra, sendo assim uma ferramenta de trabalho para os colaboradores presentes no terreno.

A análise geral do processo consiste no estudo do caderno de encargos, desenhos e mapas de quantidades, de forma a facilitar a contextualização com o projeto e com os equipamentos que serão utilizados. Estes documentos são elementos fundamentais para reuniões que possam existir e estão sujeitos a alterações ao longo da obra. Basicamente, trata-se de um processo de leitura que tem o intuito de assimilar toda a informação útil para compreender o projeto e que permite estar preparado para qualquer atividade ou qualquer questão que possa surgir por parte do possível cliente ou dos fornecedores. Esta análise é feita em simultâneo com os pedidos de cotação.

### **3.1.3. Pedidos de cotação**

Na fase inicial de elaboração de um orçamento, à medida que se analisa todo o processo, são feitos também os pedidos de cotação. Estes consistem em pedidos de preços dos diversos equipamentos aos fornecedores correspondentes, sendo que numa fase inicial estes pedidos são feitos às marcas sugeridas pelo projetista, presentes no caderno de encargos, permitindo assim que as várias firmas participantes no concurso compitam em circunstâncias iguais.

Numa fase mais avançada, quando solicitados pelo cliente e quando se justifica, pode-se propor marcas alternativas, tendo assim de se fazer pedidos de cotação a marcas alternativas para equipamentos equivalentes aqueles que são sugeridos pelo projetista, sendo que um dos fatores decisivos será o preço e a relação entre a empresa e o fornecedor alternativo. Depois deste pedido e de acordo com o método de organização da Electroclima, é elaborado um documento onde são registados os fornecedores que foram solicitados e a data desta solicitação.

### **3.1.4. Elaboração do orçamento**

Depois de se obterem os preços de todos os fornecedores, pode-se prosseguir com a elaboração do orçamento. Esta é uma tarefa de elevada responsabilidade, sendo muito fácil cometer um erro, seja de quantidades, de valores ou até de equipamentos não compatíveis com o projeto, podendo pôr em causa todo o trabalho realizado.

- Relativamente aos traçados aerólicos, aquando da sua cotação, verificar sempre se no MQ existe distinção entre condutas não isoladas, isoladas, isoladas e revestidas, revestidas a isolamento corta-fogo, sendo também importante verificar se existe item para os acessórios de ligação às condutas.
- Nas UTAs é necessário ter atenção aos tipos de filtros cotados e a todos os módulos existentes. É necessário ir fazendo sempre um paralelismo entre a lista de medições e o caderno de encargos para garantir que não falta nada no mapa ou se não é acrescentado algo que não seja necessário, encarecendo o orçamento.

- Os Chillers têm características específicas na sua abordagem: se possuem módulo hidráulico (depósito de inércia mais grupo hidráulico) ou módulo hidrónico (depósito de inércia mais grupo hidráulico e vaso de expansão).
- No caso dos Ventiladores é preciso ter em atenção o caudal, se a sua instalação será no interior do edifício ou à intempérie (necessitando de acessórios de proteção), se é do tipo In-Line ou de Caixa e ainda se é do tipo EC ou AC.
- Quanto aos acessórios é importante ter atenção aos registos corta-fogo e verificar se os registos de caudal são para instalação em conduta ou integrados nas grelhas e ainda se são automáticos ou manuais.
- Ter em atenção as capacidades, o tipo e as quantidades das máquinas VRV/VRF, Multi-Split ou Split, tendo sempre em conta a CTE, o MQ e as peças desenhadas.

De referir que no decorrer do estágio se iniciou uma grande crise no que toca a prazos de entrega e preços, sendo que todos os equipamentos e alguns materiais como alumínio, aço galvanizado e cobre sofriam aumentos de valores todos os meses, o que causava uma grande dificuldade em orçamentar. Uma forma de tentar combater este aspeto foi através do aumento dos preços orçamentados ou, ainda, pela redução do prazo de validade do documento, permitindo que quando este for adjudicado seja possível cumprir os preços acordados.

### **3.1.5. Erros e omissões**

Este processo é realizado numa fase avançada do concurso. Consiste em contabilizar as quantidades de equipamentos, tubagem e acessórios presentes no projeto de determinada obra (plantas e esquemas de princípio), comparando simultaneamente com o mapa de quantidades e caderno de encargos do processo de obra. Em última análise, pretende-se verificar se as quantidades estão corretas ou se existe algum erro assinalável a nível de projeto. Assim, estas diferenças irão traduzir-se em lucro ou prejuízo e posteriormente passarão a TM's (Trabalhos a mais ou a menos).

É importante ter em conta que não são apenas as quantidades que são alvo desta análise, mas também é essencial estar atento às características dos diversos equipamentos, podendo não coincidir entre os vários documentos, havendo a possibilidade de existir uma diferença considerável de preços devido a essas especificações.

É claramente importante ter atenção aos equipamentos principais do projeto, como por exemplo UTA, VRV, Splits e Multi-Splits, devido ao seu alto valor, representando uma quantia significativa no orçamento. No entanto, é indispensável estar atento a elementos como condutas, grelhas e tubos de cobre pois geralmente estão presentes em grande quantidade e apesar de serem materiais ou equipamentos de aquisição inferior, podem-se traduzir em diferenças consideráveis no preço final.

Depois de terminada a análise de erros e omissões é feito um documento em formato *Word* onde são registados os erros (discrepância de características ou quantidades) e as omissões (elementos essenciais à obra que não foram abordados no projeto) e até algumas chamadas de atenção para possíveis aspetos que poderão ser importantes para a boa resolução da obra. Caso esta contabilização não seja feita em tempo útil e a proposta seja adjudicada, qualquer não cotação de equipamentos ou materiais ficará à responsabilidade do adjudicatário.

Este procedimento foi das primeiras funções desempenhadas no estágio, permitindo obter um conhecimento generalizado dos vários tipos de equipamentos, sistemas e materiais utilizados numa obra, possibilitando a criação de uma boa base de compreensão da importância e função de cada elemento presente no processo de instalação de AVAC.

Os erros e omissões são uma tarefa que geralmente é desvalorizada por quem a vê de fora. No entanto, não é de todo uma tarefa acessível, é necessário ser um conhecedor da área do AVAC para descobrir erros ou omissões de projeto que não são superficiais, além de que é neste momento que se podem evitar problemas ou gastos adicionais na obra que se irá realizar.

### **3.2. Direção de obra**

Após algum tempo a realizar tarefas como Erros e Omissões, Análises de Obras, levantamentos e relações de material, que permitiram criar uma boa base de conhecimentos na área, o estágio passou a incluir tarefas de direção de obra, sempre acompanhados dos engenheiros encarregues deste capítulo.

Ser diretor de obra é um cargo de grande responsabilidade, já que desafia todas as qualidades de liderança, coordenação, organização, negociação e conhecimento técnico. As funções deste posto são de acompanhar/gerir a obra do começo até ao seu término, sendo o principal responsável da mesma e necessitar da aptidão para resolver os mais diversos tipos de problemas da melhor forma para não prejudicar o decorrer da obra, tanto em termos de tempo como ao nível da execução e de forma a não originar custos adicionais relevantes.

Durante o período de estágio, houve a oportunidade de acompanhar diversas obras, sempre com acompanhamento dos experientes diretores de obra da empresa, fazendo o papel de adjunto destes, sempre com foco na evolução e na aquisição de conhecimentos. Algumas das Obras acompanhadas ao longo do estágio incluem:

- Ampliação IPN – Bloco C, Coimbra;
- Ampliação IPN – Centro de Investigação e Desenvolvimento da Ciência, Coimbra;
- Escola EB1 das Abadias, Figueira da Foz;
- Centro Geriátrico de Alcórrego;
- Hospital Conde Sucena, Águeda;
- Hospital de Aveiro;
- Sindicato dos Bancários do Centro, Coimbra;
- Centro de Saúde da Av. Fernão Magalhães, Coimbra;

- Lar da Adémia, Coimbra;
- Centro Desportivo de Cantanhede.

Para melhor dar a entender no que consiste o trabalho de um diretor de obra serão abordados nos pontos a seguir as várias funções que lhes são atribuídas, desde o início até ao final do processo, fazendo uma explicação detalhadas das mesmas, demonstrando assim as tarefas realizadas na Electroclima.

### **3.2.1. Análise de obra**

O trabalho de um diretor de obra começa muito antes do início da empreitada, tendo de realizar um estudo inicial da obra, pesquisar e delinear estratégias e planeamentos para a execução da mesma logo depois desta ser adjudicada. Esta análise é em tudo semelhante à análise feita na altura da orçamentação, no entanto o responsável pela orçamentação geralmente não participa na direção de obra, logo o estudo do processo vai ter de ser repetido. Em particular, vão ter de ser vistos novamente os três elementos principais do projeto que foram descritos no capítulo da orçamentação, peças desenhadas, caderno de encargos e lista de materiais. No entanto, de forma distinta à análise que é feita para se realizar o orçamento, o estudo terá de ter um detalhe elevado, tendo em consideração alguns pormenores essenciais como:

- Verificar se a capacidade dos equipamentos de ar condicionado é suficiente para satisfazer as necessidades;
- Analisar o traçado das condutas e da rede de climatização, tentando perceber a viabilidade da execução de acordo com o projeto e se não existirá qualquer conflito com as outras especialidades;
- Verificar os caudais presentes na rede aerólíca;
- Averiguar se os ventiladores dimensionados têm caudais suficientes e perdas de carga aceitáveis e se serão os indicados para cada instalação;
- Conferir se os elementos terminais (grelhas e difusores) estão corretamente dimensionados, garantindo assim a projeção ideal do ar;
- Apurar as instalações elétricas com a finalidade de se definir quantos quadros elétricos serão usados para a especialidade de AVAC e assim determinar que aparelhos se ligarão a estes;
- Analisar a Gestão Técnica Centralizada (GTC), sistema que permite monitorizar todos os sistemas e elementos vitais do edifício e auxiliar o gestor técnico a satisfazer com eficiência as necessidades reais do edifício.

Nesta fase, o aspeto mais importante será compreender o objetivo da obra e a sua filosofia e a partir daqui criar uma lista de dúvidas que poderão surgir ao longo da leitura do projeto para expô-las na reunião inicial. Esta reunião conta com a presença de todas as especialidades existentes e com o próprio projetista, que nesta altura do processo será o elemento mais indicado para esclarecer as dúvidas devido ao facto de serem questões de projeto.

### 3.2.2. Reunião de esclarecimento de dúvidas de projeto

Após a adjudicação da obra, será realizada uma reunião entre o projetista, arquiteto e as várias especialidades envolvidas com o intuito de tirar as dúvidas do projeto e definir os planos de trabalho. Esta reunião será geralmente realizada no local da obra havendo já a possibilidade de fazer um reconhecimento às futuras instalações, facilitando assim a discussão dos assuntos em apreço e permitindo esclarecer algumas questões que não serão possíveis de ser feitas através de plantas.

Durante o período de estágio foi possível participar em algumas reuniões deste tipo, de que se destacam as seguintes obras:

- Museu da História de Estarreja;
- Parque Desportivo de Cantanhede;
- Sindicato dos Bancários do Centro;
- Escola EB1 das Abadias, Figueira da Foz.

Descrevem-se de seguida, a título de exemplo, alguns detalhes destas reuniões:

Exemplo 1: Na primeira obra referida (Museu da História de Estarreja) foram debatidos temas como o tipo de material usado para as condutas associadas à hotte, sendo que é aconselhável que estas sejam de um material que disponha de uma resistência contra o fogo. No entanto, no respetivo projeto não era definido nenhum tipo de proteção em específico. Geralmente, o material ignífugo usado para revestir a rede de condutas é o *Dossolan* que consiste numa argamassa fibrosa composta por fibras minerais biológicas, ligantes hidráulicos e adjuvantes específicos, destinado à proteção antifogo de condutas de ventilação e de desenfumagem. No entanto, este elemento tem uma aplicação difícil, tendo de se recorrer à contratação de uma empresa específica, com os inerentes atrasos. Além disso é um trabalho sujo e na altura da atividade é aconselhável que o ambiente não esteja húmido e que não haja vestígios de água nas condutas. Assim, chegou-se à decisão que seria preferível garantir uma boa resistência das condutas (espessura superior a 1,2mm) e não seria usado nenhum revestimento ignífugo.

Exemplo 2: Outro tema abordado nesta obra prendeu-se com um pedido feito pela entidade empreiteira, solicitando a deslocação de algumas caixas de ventilação que estavam previstas para a cobertura, passando-as para o interior do edifício com o objetivo de libertar algum espaço na cobertura. Este pedido teve de ser analisado de forma a perceber a disponibilidade que havia para se realizar esta alteração, tendo que se ter em atenção a altura dos tetos falsos e estudar os ventiladores in-line indicados para substituição das caixas de ventilação anteriormente projetadas. Estes têm de ter a mesma perda de carga e o mesmo caudal, de forma a serem capazes de satisfazer as necessidades do edifício.

Exemplo 3: Outro caso interessante de ser descrito, ocorreu na obra do Sindicato dos Bancários do Centro, no Piso 1, em que, de acordo com o projeto, a rede de condutas iria passar em teto falso por cima de algumas divisões destinadas a gabinetes médicos. No entanto, o cliente exigiu que a altura do teto falso nestes compartimentos fosse de 3,00m, tornando o espaço mais amplo. Com esta exigência, e devido à existência de vigas com altura de 2,51m e um teto real com 3,07m, tornou-se impossível manter o traçado da rede de condutas.

Em suma chegou-se a um consenso entre o empreiteiro e o cliente e tomou-se a decisão de fazer sancas nas laterais do interior do piso e junto às vigas e dessa forma passar a rede de condutas pelas sancas e pela zona de circulação. Nos Anexos I e II encontram-se, respetivamente, o traçado original da rede aerólica e o traçado após a modificação descrita.

### **3.2.3. Envio da documentação para a entidade de SHT**

Devido às fiscalizações existentes em obra, é necessário enviar toda a documentação da empresa, incluindo os funcionários que nela irão trabalhar (nomeadamente técnicos, diretores de obra e direção de produção), para a entidade de segurança e higiene no trabalho da construtora civil, que por norma é a entidade responsável pela área. Estes documentos consistem em exames médicos dos funcionários, documentação dos funcionários que os ligam à empresa, documentação da empresa, alvará da empresa, entre outros.

### **3.2.4. Marcação de roços**

Após esclarecidas as questões de projeto, legalizada toda a parte burocrática e tendo as condições necessárias para se poder entrar no terreno, estão reunidas todas as condições para se dar início aos trabalhos de AVAC. Contudo, na véspera destes ou até mesmo no primeiro dia de operações é feita a marcação do traçado de condutas que irão atravessar a alvenaria. A par destas, serão feitas também as sinalizações dos comandos para que os técnicos comecem a preparar o trabalho e para que tudo o que seja para embutir/chumbar fique pronto, de forma a não prejudicar os trabalhos de civil (Figura 3.1).

Outra situação a ter em conta são as travessias de piso, estas poderão coincidir com estruturas em betão, sendo necessário tentar prever estas situações e pedir constantemente o ponto de situação com o encarregado responsável pelos trabalhos de construção civil ou com o engenheiro que exerce o cargo de diretor da obra (empreiteiro).

Local onde nunca se poderá cair no esquecimento de uma marcação é nas coberturas ou locais onde irá ser aplicada tela impermeabilizante. Após a aplicação desta, muito dificilmente se volta a abrir qualquer tipo de travessia nessa laje, já que poderá criar vários pontos de futuras infiltrações. Deste modo, a marcação de roços é um trabalho a realizar com responsabilidade e precisão.



**Figura 3.1 - Marcação de Roços na obra do Centro de Saúde da Av. Fernão Magalhães, Coimbra.**

### **3.2.5. Comparativo de marcas alternativas ao projeto**

Como já foi referido anteriormente, no caderno de encargos e por vezes no mapa de quantidades são definidas todas as características essenciais dos diferentes equipamentos e materiais e também as suas marcas, designadas como marcas de projeto.

Durante a execução da obra o instalador tem total liberdade para propor marcas alternativas às do projeto, com a imposição de que as propriedades dos equipamentos/materiais têm de ser equivalentes ou superiores aos iniciais. A este propósito consultam-se vários fornecedores dos equipamentos a aplicar em obra e pede-se equivalências das marcas sugeridas em caderno de encargos. Este comparativo tem como finalidade apresentar ao dono de obra um equipamento/material equivalente ou melhor onde as principais características a ter em conta são:

- Consumos mais baixos dos equipamentos;
- Melhores desempenhos e rendimentos;
- Possíveis soluções à instalação;
- Melhores garantias de funcionamento;
- Qualidade do equipamento.

Feita esta análise e chegando-se à conclusão de que o novo equipamento que está a ser alvo de comparação com o original é superior ou equivalente, é sugerida esta alteração ao dono de obra. Todo este processo é bastante exaustivo, uma vez que há que analisar equipamento a equipamento, característica a característica e até as dimensões destes são fundamentais devido ao espaço disponível em obra (zonas técnicas, coberturas, tetos falsos, etc). Durante esta análise existem algumas variáveis importantes a ter em conta:

- Preço de aquisição
- Relações comerciais existentes;
- Prazos de entrega;
- Qualidade dos equipamentos/materiais;
- Apoio técnico;

- Estabilidade financeira;
- Transporte para destino pretendido.

De salientar que não é só o custo de aquisição que é fundamental, mas também a qualidade do produto e ainda, o tempo de entrega, uma vez que existem prazos para o cumprimento da obra.

### **3.2.6. Pedido de aprovação de material**

Depois de realizado o comparativo dos materiais/equipamentos e estando definido efetivamente aquilo que é pretendido, é feito um pedido de aprovação de material (PAM) para cada material ou equipamento que o justificar (Anexo III).

A PAM consiste numa ficha em que terão de ser preenchidos os seguintes elementos:

- Nome técnico do material/equipamento a aprovar;
- Numeração da PAM, identificando cada uma;
- Marca;
- Modelo;
- Fornecedor;
- Observações, que normalmente explicam o local de aplicação e a sua finalidade.

Serão anexadas às fichas de aprovação de materiais as fichas técnicas correspondentes ao elemento a aprovar, Fichas de Seleção, Declarações de Conformidade e Certificados de Homologação. O responsável pela análise destas fichas e pela aprovação das mesmas é a entidade fiscalizadora da obra. Este procedimento é executado para todos os materiais ou equipamentos fundamentais para a instalação do sistema AVAC, sendo que o objetivo será submeter a aprovação o elemento escolhido para fornecer à obra, podendo ser o de projeto ou uma alternativa. A fiscalização irá então analisar se o item pendente é de características iguais ou superiores àquelas que foram inicialmente impostas.

Tratando-se de equipamentos pequenos, por exemplo, um sistema SPLIT, ventiladores pequenos ou até mesmo material para obra (condutas, cobre, tubagem hidráulica, etc.), o fornecimento poderá demorar poucos dias. No entanto, se se tratar de equipamentos de elevadas dimensões e um elevado nível de complexidade de fabrico, como por exemplo Chillers, Caldeiras, Máquinas VRV, UTA's, etc., estes poderão demorar semanas ou até meses desde a encomenda até a sua entrega, sendo, desta forma, indispensável uma boa gestão dos “timings” da obra.

Depois de submetidos os pedidos de aprovação, irá ser recebida uma resposta para o mesmo e com esta será feita uma listagem, designada como “Apanhado de Aprovações” (Anexo IV), onde serão registados todos os elementos que se encontram, ou não, aprovados. A decisão da fiscalização pode-se classificar de três formas distintas:

- Aprovado: Elemento foi aprovado sem nenhuma restrição;
- Reprovado: Elemento não foi aprovado pela entidade fiscalizadora, tendo de ser enunciado os motivos para tal;
- Condicionado: Elemento encontra-se aprovado, mas com algumas ressalvas para as quais a entidade fiscalizadora solicita esclarecimento.

Após a aprovação do item pretendido pode-se avançar com a encomenda dos mesmos.

### **3.2.7. Levantamentos**

Antes da realização da encomenda, em alguns itens, é fundamental fazer um levantamento da quantidade total que é necessária fornecer à obra em questão. Esta contagem é indispensável quando as peças desenhadas durante o processo de obra sofreram alterações, mudando o seu traçado e podendo assim alterar quantidades de alguns elementos. Se os desenhos não tiverem nenhuma alteração, então as quantias são compatíveis com o mapa de quantidades. Os elementos que geralmente são alvo deste procedimento são aqueles que estão presentes nas redes aerólicas em maiores quantidades e que têm maior probabilidade de sofrer alterações, como:

- Grelhas (insuflação, extração, passagem, exteriores, válvulas de extração, difusores);
- Registos de Caudal;
- Registos Corta Fogo;
- Portas de Visita.

### **3.2.8. Ensaios e arranques de equipamentos**

De forma a verificar se a montagem das condutas ou tubagens, tanto para ar como para água, se encontram conformes e até para assegurar as exigências de qualidade e segurança, é obrigatório a realização de ensaios a troços pré-definidos.

No ramo do AVAC existem quatro tipos de ensaios que se fazem, dependendo das instalações presentes em obra:

- Rede Hidráulica;
- Rede Frigorifénea;
- Esgoto de Condensados;
- Estanqueidade de Condutas.

Durante o estágio houve a oportunidade de realizar uma ficha de ensaios de estanqueidade para uma rede aerólica, sendo preenchidos os resultados obtidos no ensaio e posteriormente comparados com os valores admissíveis, certificando-se assim a boa execução da montagem das condutas. Esta ficha foi feita para o ensaio de um troço de condutas da Obra do Centro de Saúde da Av. Fernão Magalhães, Coimbra (Anexo V).

O procedimento a tomar durante estes ensaios consiste nos seguintes passos:

1. Tapar todas as saídas no troço que foi escolhido para ser ensaiado, de forma a garantir a vedação do mesmo e desta maneira comprovar a existência, ou não, de fugas de ar;
2. Pôr o ventilador em funcionamento e aumentar gradualmente a velocidade até obter a pressão desejada no interior da conduta. Junto ao ventilador é introduzida na conduta uma sonda de fio quente conectada a um medidor de variação de caudal. A distância mínima a que a sonda tem que ficar do ventilador é de cinco vezes o lado menor da conduta ou, no caso de uma conduta circular, uma distância de cinco diâmetros (Figura 3.2);
3. Deixar o ventilador a funcionar entre 3 a 5 minutos para que o sensor de pressão estabilize e realize a medição. No entanto, o tempo de ensaio suficiente é de 1 minuto pois acima disso pode causar um sobreaquecimento do ventilador e pode danificar o equipamento, devido à inexistência de saídas de ar durante o teste;
4. Tendo em consideração a pressão diferencial obtida anteriormente, verifica-se o caudal de fuga;
5. Verificar se o caudal de fuga é inferior ao definido pela norma para a classe desejada.



**Figura 3.2 - a) Ventilador para ensaios e b) Unidade portátil para teste de estanqueidade das condutas.**

O caudal de fuga máximo tem de ser inferior a  $1,5l/s.m^2$  de área de conduta, para uma pressão estática de 400 Pa. Outro apontamento importante acerca destes ensaios é que o troço que será testado inicialmente é de aproximadamente 10% do traçado total. Se o caudal de fuga for superior ao limite então terá de ser feito um novo ensaio para 20% da rede de condutas. Se continuar a reprovar, então o ensaio terá de ser executado para a totalidade da rede.

Para calcular o caudal e a velocidade máxima de fuga são feitos os seguintes cálculos:

1. Calcular a área de chapa das condutas ou a área do tubo Spiro e realizar o somatório das diferentes secções presentes no respetivo troço;
2. Calcular a fuga máxima de ar (Equação 2):

$$f \text{ Max} = \sum A * 1,5 \left[ \frac{l}{s} \right] \quad (2)$$

3. Calcular a velocidade máxima de fuga (Equação 3):

$$V. Max = \frac{\frac{f Max}{1000}}{\frac{\pi * d^2}{4}} \left[ \frac{m}{s} \right] \quad (3)$$

Depois de terminado o ensaio terá de haver uma comparação entre os valores reais e os valores teóricos. A ficha de ensaio realizada será apresentada no Anexo VI. É obrigatório levar esta ficha para o ensaio e terá de ser assinado pelo técnico responsável pelo ensaio e pelo diretor de obra da empreitada.

Outro ensaio que o estagiário teve a oportunidade de realizar foi o denominado “Ensaio Final”. Este ensaio consiste na medição da velocidade do ar à saída dos elementos terminais da instalação, como grelhas e difusores, sendo o último a ser realizado pois a difusão é a última parte da instalação a ser montada.

O ar tem de percorrer o espaço a climatizar numa velocidade máxima de 0,2m/s, de modo a não causar desconforto aos ocupantes e deverá sair da grelha com uma velocidade de 1,5m/s a 2m/s. Sendo assim, este teste consiste em medir a velocidade com um anemómetro portátil e digital à saída de um conjunto de grelhas pré-definidas com o objetivo de verificar que o ar está a ser projetado à velocidade pretendida. Depois de registados estes valores, é preenchida uma ficha onde é necessário registar os seguintes dados:

- Local onde a grelha se encontra;
- Referência da grelha;
- Dimensão da grelha (L x H);
- Valor a obter (m<sup>3</sup>/h);
- Valor obtido (m<sup>3</sup>/h), que logicamente terá de ser o mais próximo possível dos valores de projeto.

Como o anemómetro disponibilizado pela empresa apenas regista valores de velocidade, então terá de ser consultada a ficha técnica da grelha instalada para tomar conhecimento da área de passagem de ar de cada uma das grelhas testadas, chegando assim ao valor de caudal.

### 3.2.9. Entrega de obra

Após finalizados todos os trabalhos de AVAC, incluindo ensaios e todas as vistorias, pode-se partir para a entrega de obra.

O processo de entrega de obra inicia-se com um arranque aos equipamentos, sejam eles quais forem, que será realizado por um técnico da marca fornecida, devidamente especializado na área e com intuito de confirmar que o equipamento se encontra devidamente ligado, garantindo que durante este processo não se danifica o equipamento em causa. Após este arranque o fornecedor dá uma formação do controlo e parametrização da máquina. Por norma, a formação é dada com a presença do fiscal responsável pela instalação e pela entidade

responsável pela manutenção destes equipamentos. Enquanto o técnico explica o sistema de controlo, através do painel de comando, vai configurando o equipamento para as características exigidas de projeto.

Durante o estágio houve a oportunidade de assistir ao arranque de um Chiller, de uma UTA e de uma Unidade Recuperadora de Calor.

- VRV's, Chiller's e unidades Split: as marcas exigem que este tipo de equipamento esteja ligado à corrente definitiva durante, geralmente, um mínimo de 12 horas de maneira que o cárter seja aquecido e, conseqüentemente, o óleo que neste se encontra alojado também seja aquecido, atingindo, assim, a temperatura ideal de funcionamento. Este tipo de arranques é aconselhável que seja feito a frio, estando a válvula de 4 vias de repouso (aberta), permitindo fazer a lubrificação e limpeza da mesma.
- Ventiladores: este tipo de equipamento, quando possui um pico de tensão de arranque significativo, necessita de uma rampa ou variador de velocidade, aquando do seu arranque. Tal garante que o motor elétrico não seja queimado, danificando o equipamento.

Depois deste arranque é iniciada a formação, que consiste numa explicação pormenorizada da constituição de toda a instalação, fundamentando a função de cada elemento, dedicando maior parte do tempo às UTAS, ao VRV e ao sistema AQS. Se na obra em causa houver GTC, grande parte da formação irá ser dedicada a esse assunto, devido à sua complexidade e com o objetivo de tornar o utilizador final apto a gerir os equipamentos ao longo do seu ciclo de vida, tendo a possibilidade de definir horários de funcionamento, temperaturas, intensidade, etc. Esta formação será dada ao diretor de obra da empreitada, ao cliente final e ao responsável pela manutenção do edifício.

Geralmente estas formações têm como orador o encarregado de obra da Electroclima, que é um técnico especializado no setor de AVAC que acompanhou o decorrer de toda a obra, e o Engenheiro responsável pela direção da mesma, sendo estes as pessoas mais aptas e com maior conhecimento das instalações em causa.

Durante o estágio existiu a oportunidade de acompanhar e cooperar em duas formações:

- Pavilhão Municipal de Cortes (Leiria);
- Lar das Meirinhas (Pombal).

Após a instalação e funcionamento, ensaios e devidas vistorias dos trabalhos de AVAC, resta apenas a entrega das telas finais. Estas consistem num conjunto de documentos onde estão registados todos os pormenores e características da instalação de especialidade de AVAC.

Documentação Técnica:

- Peças desenhadas – onde se encontram todas as peças desenhadas da obra com as devidas alterações/ajustes realizados durante o processo de obra;
- Manuais de operação – manuais de operação e manutenção de todos os equipamentos instalados em obra para consultas futuras por parte da entidade de manutenção ou eventuais avarias;
- Fichas de ensaios – onde ficam registadas todas as fichas de ensaios aerólicos, hidráulicos, frigoríficos, entre outros, consoante o tipo de instalação;
- Lista de fornecedores – lista onde se registam os fornecedores de todos os equipamentos existentes em obra, para uma consulta futura;
- Plano de manutenção – plano de manutenção preventivo, onde se informam as principais verificações a ter em conta relativamente aos equipamentos existentes na instalação. Exemplo: estado dos filtros, correia (no caso de ser por transmissão indireta), funcionamento dos registos, entre outros.

Documentação Processual:

1. Declaração do Técnico Responsável:

- Documentação do engenheiro responsável, composta por: nº de BI/CC, nº contribuinte, declaração da ordem dos engenheiros e da especialidade da qualidade do ar interior;
- Documentação do técnico responsável composta por: nº de BI/CC, nº contribuinte e certificado de técnico de instalação e manutenção de sistemas de climatização com potências superiores a 100kW, garantindo deste modo que possui habilitações para realizar a instalação em causa.

2. Termo de responsabilidade pela execução e construção do sistema de climatização.

## 4. PROJETOS DE AVAC

No presente capítulo são apresentados vários projetos da especialidade de AVAC, cada um com a sua especificidade e com objetivos diferentes.

Primeiramente, apresenta-se a modelação e o cálculo das cargas térmicas para as várias divisões de um edifício administrativo em fase de construção através do *software CYPE CAD*, permitindo assim uma comparação entre os resultados gerados pelo programa informático e os valores de projeto.

Após este estudo, segue-se um projeto para ventilação de uma clínica, demonstrando todo o processo de dimensionamento, desde a projeção do traçado, passando pela atribuição dos caudais de insuflação e extração, dimensionamento do traçado das condutas, escolha da difusão e terminando com a seleção dos ventiladores.

Por último, será apresentado um *software* de dimensionamento de sistemas VRF da marca *Midea*, que foi utilizado num projeto de remodelação de um edifício.

Estes estudos são elaborados tendo em consideração o regulamento atualmente em vigor, Despacho nº 9067/2021, que aprova os critérios de seleção e as metodologias aplicáveis aos processos de verificação da qualidade da informação produzida no âmbito do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE).

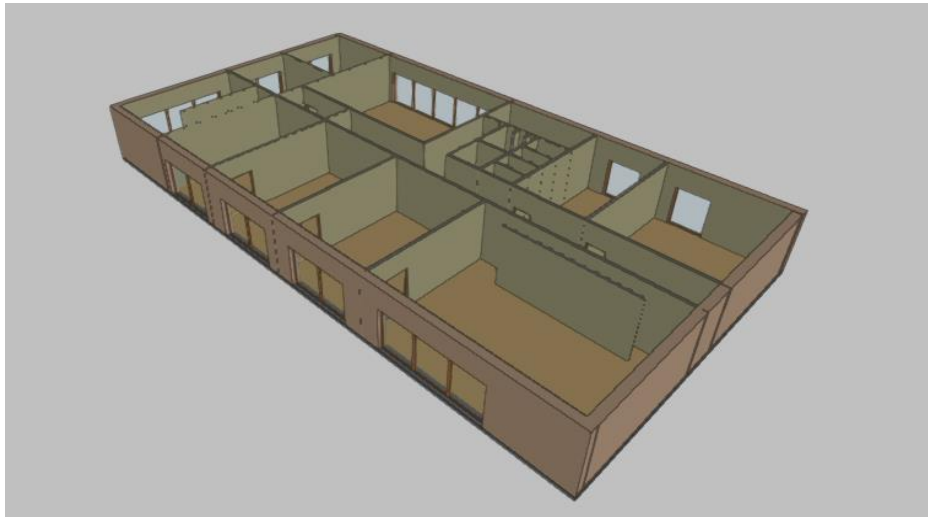
### 4.1. Modelação e cálculo das cargas térmicas para edifício administrativo

Durante a análise de um projeto, mais propriamente acerca da escolha dos equipamentos de climatização, surgiu a questão de como teria o projetista realizado o cálculo das cargas térmicas, justificando a necessidade de realizar a modelação e o respetivo cálculo através da plataforma *CypeCAD*, no módulo de climatização (MEP), comparando os resultados assim obtidos com os resultados já existentes.

Para se proceder a esta modelação é necessário ter conhecimento dos seguintes aspetos:

- Localização e orientação do edifício;
- Dados Climáticos do local;
- Elementos construtivos.

O objeto deste estudo foi um edifício administrativo (apenas piso 0), localizado em Estarreja a 50m de altitude sobre o nível do mar e contando com uma área útil de pavimento de cerca 350 m<sup>2</sup> e um pé direito de 3 m (teto falso). O edifício é constituído por dois andares, no entanto só o rés do chão foi considerado para análise devido ao facto de uma grande parte das atividades futuras se realizarem neste, sendo maioritariamente preenchido por gabinetes e salas de reuniões (Figura 4.1).



**Figura 4.1 - Representação 3D do piso 0 do edifício.**

Se o cálculo das cargas térmicas fosse realizado de forma analítica, seria necessário proceder à recolha dos dados climáticos de referência de Estarreja, presentes na Tabela 4.1. No entanto, o Cype recolhe essa informação de forma automática.

**Tabela 4.1 - Zona climática.**

<b>Zona Climática</b>	
Concelho	Estarreja
Altitude (m)	50
NUTS III	Baixo Vouga
Zona Climática de Inverno	I2
Número de Graus Dias (GD - °C.dias)	1337
Duração Estação de Aquecimento (meses)	6,3
Zona Climática de Verão	V1

A carga térmica é a quantidade de calor que se deve retirar ou adicionar ao local, por unidade de tempo, de forma a garantir as condições térmicas de conforto. Este cálculo é a base principal de qualquer projeto que afetará o dimensionamento de todos os componentes de uma instalação de climatização.

Os ganhos ou perdas de calor podem ser classificados como calor sensível ou calor latente.

Ganho de calor sensível é o ganho direto no ambiente, por meio de condução, convecção, e/ou radiação, provocando o aumento de temperatura. O calor que causa a alteração de temperatura num objeto é designado de calor sensível.

Este tipo de calor ocorre por meio de condução, convecção e/ou radiação, através das envolventes, pessoas, iluminação, equipamentos, renovação de ar e infiltrações.

A equação usada para calcular o calor sensível é a seguinte (Equação 4):

$$q = m * c * \Delta\theta \quad (4)$$

Sendo:

- $q$  – Quantidade de Calor [J];
- $m$  – Massa da substância [kg];
- $c$  – Calor específico [J/kg.K];
- $\Delta\theta$  – Variação de Temperatura [°C ou K]

Já o calor latente ocorre quando vapor de água é adicionado ao ambiente através da transpiração e respiração dos ocupantes e vapor gerado em equipamentos.

A magnitude do calor latente é calculada pela seguinte expressão (Equação 5):

$$q = m * l \quad (5)$$

- $q$  – Quantidade de calor [J];
- $m$  – Massa da substância [kg];
- $l$  – Calor latente de vaporização [J/kg];

De acordo com o manual do SCE, as necessidades nominais anuais de aquecimento ( $N_{ic}$ ) dependem dos seguintes fatores (Equação 6):

$$N_{ic} = (Q_{tr,i} + Q_{ve,i} - Q_{gu,i})/A_P \quad (6)$$

Onde:

- $N_{ic}$  - Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento [kWh/(m<sup>2</sup>.ano)];
- $Q_{tr,i}$  - Transferência de calor por transmissão através da envolvente do edifício na estação de aquecimento [kWh/ano];
- $Q_{ve,i}$  - Transferência de calor por ventilação na estação de aquecimento [kWh/ano];
- $Q_{gu,i}$  - Ganhos térmicos úteis na estação de aquecimento resultantes dos ganhos solares através dos vãos envidraçados, da iluminação, dos equipamentos e dos ocupantes [kWh/ano];
- $A_P$  – Área útil de pavimento [m<sup>2</sup>]

Para as necessidades nominais de arrefecimento ( $N_{vc}$ ), os elementos necessários são os seguintes (Equação 7):

$$N_{vc} = (1 - \eta v) * Q_{g,v} / A_p \quad (7)$$

- $N_{vc}$  – Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento [kWh/(m<sup>2</sup>.ano)];
- $\eta v$  - Fator de utilização de ganhos térmicos na estação de arrefecimento;
- $Q_{g,v}$  - Ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento [kWh/ano];
- $A_p$  – Área útil de pavimento [m<sup>2</sup>]

Para proceder à modelação no *Software Cype*, foi necessário definir no respetivo programa os elementos construtivos do edifício que constavam no projeto de arquitetura já existente. Todos os coeficientes de transmissão térmica utilizados no estudo térmico foram obtidos através da biblioteca deste *software*.

De acordo com o manual do SCE, o cálculo do coeficiente de transmissão térmica,  $U$ , dos elementos constituídos por um ou mais materiais é calculado da seguinte forma (Equação 8):

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum R_j + R_{se}} \quad (8)$$

- $U$  – Coeficiente de transmissão térmica [W/m<sup>2</sup>.°C];
- $R_{si}$  - Resistência térmica superficial interior [m<sup>2</sup>. °C/W];
- $R_{se}$  - Resistência térmica superficial exterior [m<sup>2</sup>. °C/W];
- $R_j$  - Resistência térmica da camada  $j$  com espessura constante [m<sup>2</sup>. °C/W].

Os elementos construtivos que serão apresentados de seguida, foram arbitrados devido à falta de informação para este tópico.

- **Paredes exteriores:**

Todas as paredes exteriores do edifício são duplas, com caixa de ar. De seguida, são descritos e caracterizados termicamente as paredes exteriores que constituem todo o edifício.

A parede é constituída por panos duplos de alvenaria de tijolo cerâmico furado triplo e duplo, respetivamente, para revestir (15cm + 11cm) com revestimento exterior de argamassa, isolamento térmico com painel semirrígido de lã mineral e um acabamento interior com lâmina homogénea de PVC, com tratamento de proteção superficial PUR (Figura 4.2).

O coeficiente de transmissão térmica,  $U$ , desta parede é de 0,47 W/m<sup>2</sup>.°C (Fonte: *CypeCAD*).

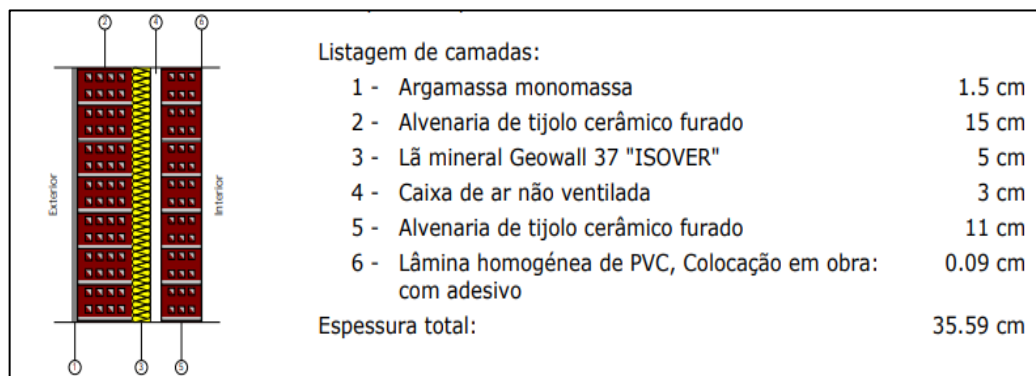


Figura 4.2 - Constituição das paredes exteriores.

- **Paredes interiores**

As paredes interiores do edifício são formadas por um pano de alvenaria de tijolo cerâmico furado duplo com 11 cm de espessura, assente com argamassa de cimento confeccionada em obra (Figura 4.3).

As paredes interiores possuem um coeficiente de transmissão térmica, U, de 2,30 W/m<sup>2</sup>.°C (Fonte: *CypeCAD*).

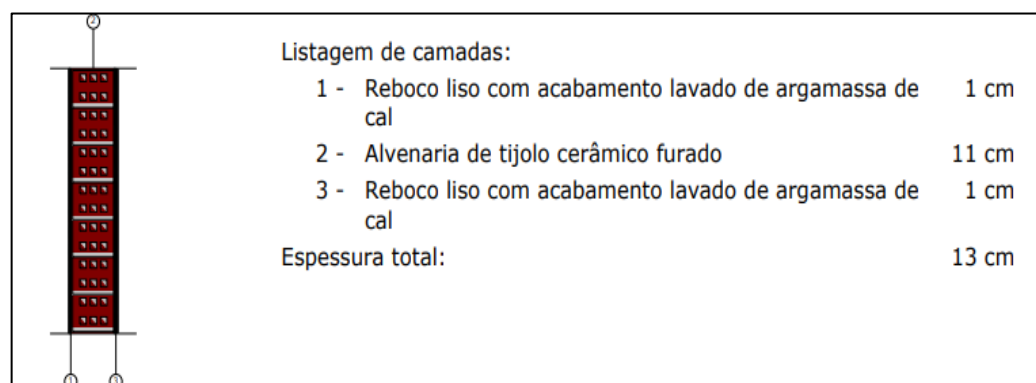


Figura 4.3 - Constituição das paredes interiores.

- **Laje térrea**

A laje do edifício tem como pavimento um soalho tradicional de tábuas de madeira maciça de pinho, a base do pavimento é do tipo flutuante composto por camada fina de pasta niveladora de pavimentos, um isolamento termo-acústico formado por um painel rígido de lã rocha, para além disto, possui uma camada de regularização que consiste numa argamassa autonivelante de cimento de 4 cm de espessura, um massame de betão simples de 10 cm de espessura e para finalizar é constituído por um isolamento térmico horizontal formado por poliestireno extrudido com 4 cm de espessura e coberto com um filme de polietileno (Figura 4.4).

O seu coeficiente de transmissão térmica, U, é de 0,22 W/m<sup>2</sup>.°C (Fonte: *CypeCAD*).

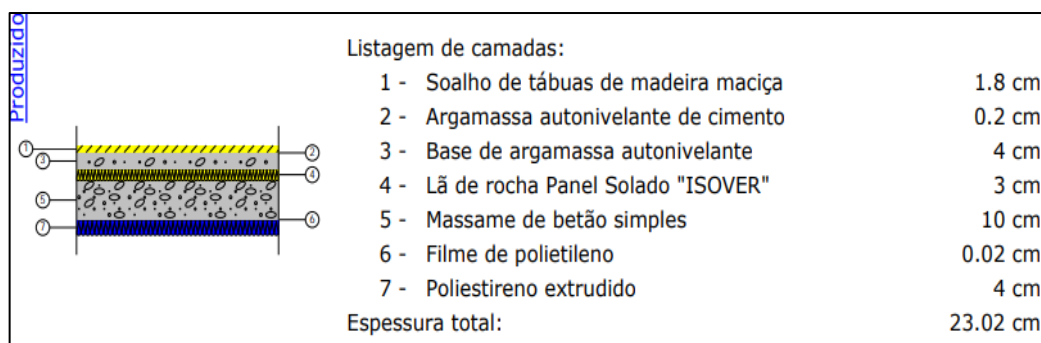


Figura 4.4 - Constituição da laje entre pisos.

- **Vãos envidraçados**

Para finalizar a modelação do edifício, os envidraçados selecionados são compostos por vidros duplos com controlo solar e baixa emissividade térmica (0,6 cm + 0,6 cm) e separados por uma câmara de 1,6 cm de espessura (Figura 4.5).

Possuí as seguintes propriedades (Fonte: *CypeCAD*):

- Coeficiente de Transmissão Térmica, U: 1,4 W/m<sup>2</sup>.°C;
- Fator Solar, g: 20%;
- Transmissão luminosa, segundo NP EN 410: 17%.

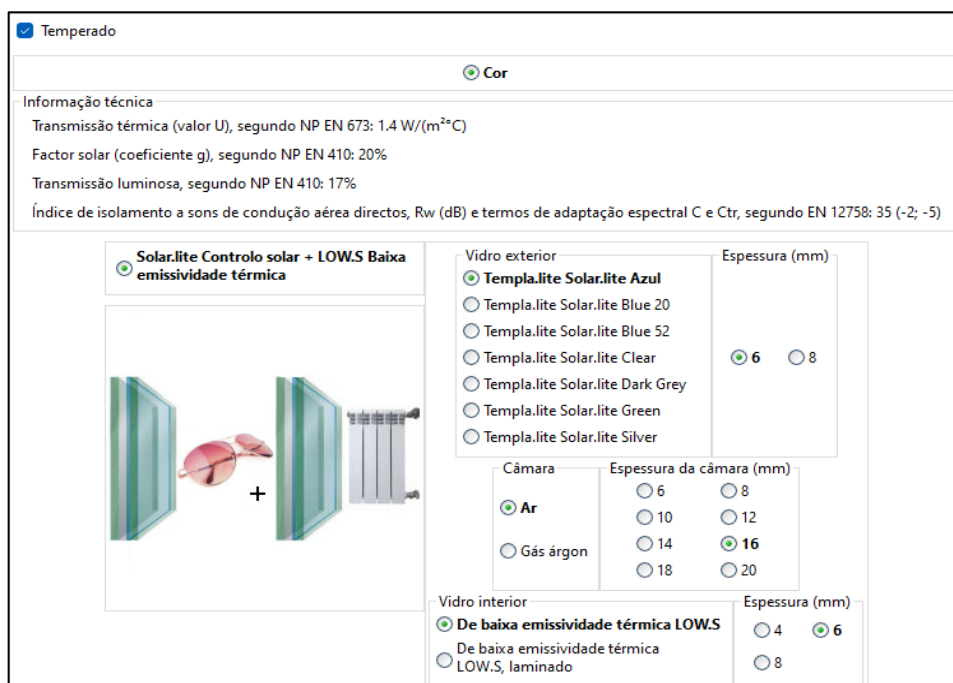


Figura 4.5 - Características dos Envidraçados.

Depois de selecionadas e definidas todas as envolventes do edifício, a sua localização e orientação e os dados climáticos, é necessário definir os diferentes compartimentos existentes no edifício, dando assim a conhecer ao programa quais as divisões que precisarão ou não de ser climatizadas (Figuras 4.6 e 4.7).

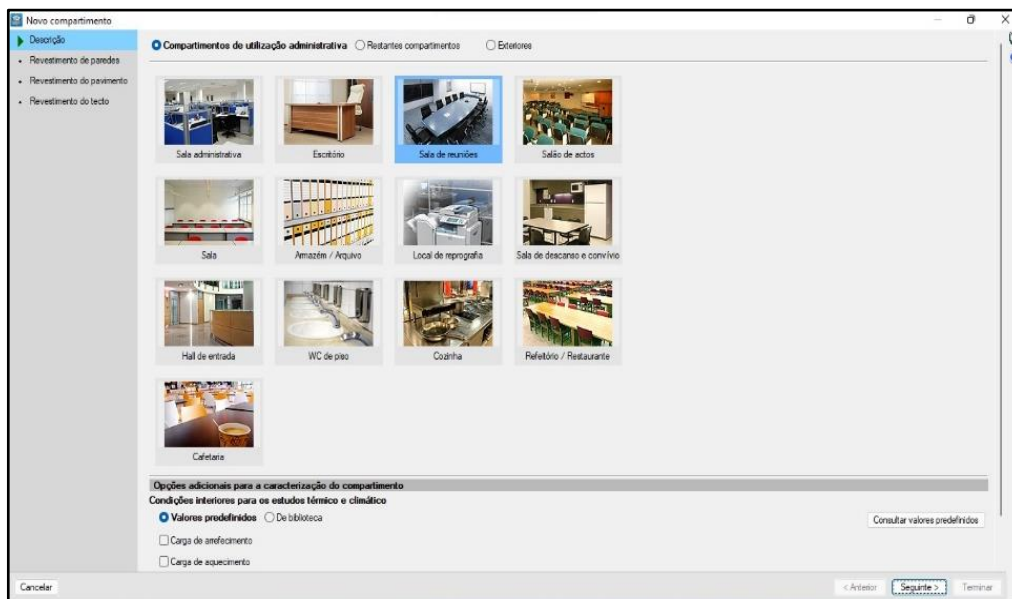


Figura 4.6 - Definição dos compartimentos do edifício.

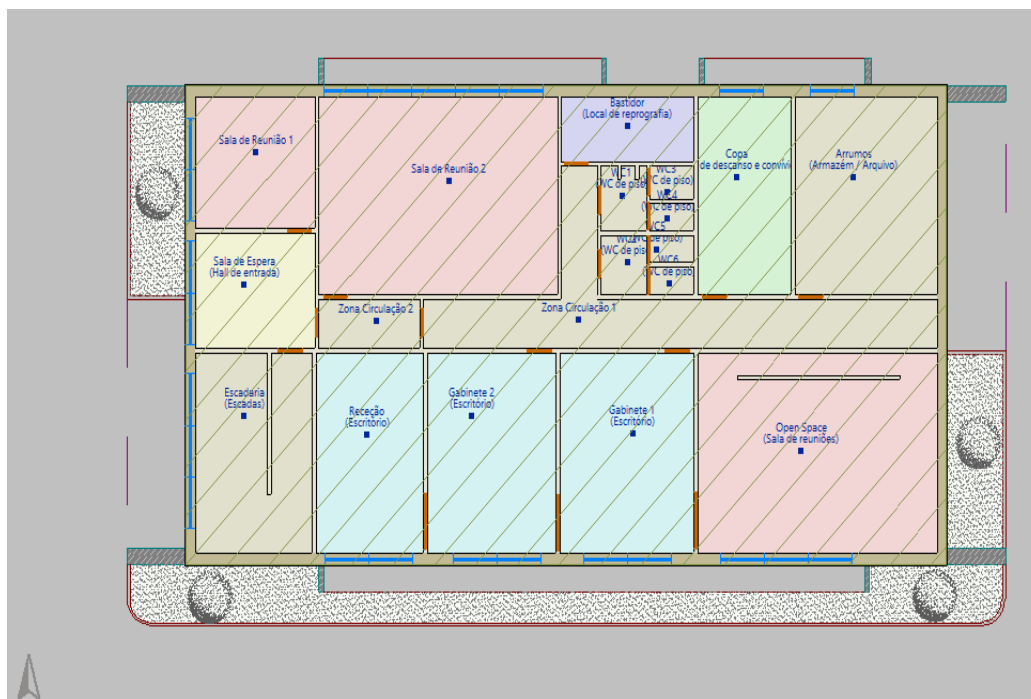


Figura 4.7 - Vista em planta do edifício.

Estando a introdução dos dados concluída, pode-se executar o programa e obter finalmente as cargas térmicas necessárias para a estação de arrefecimento e aquecimento e, desse modo, proceder ao comparativo planeado.

A simulação das cargas térmicas inclui inúmeras variáveis que nem sempre são conhecidas e sem opção de cálculo se não se possuir certos dados, tendo sido essa a principal razão de se ter recorrido ao CypeCAD. Estas cargas foram calculadas com base nas condições

climatéricas, no projeto da arquitetura, nos princípios construtivos e materiais utilizados (Figura 4.8).

Segundo o relatório de cálculo das cargas térmicas gerado pelo software Cype, a carga térmica total de aquecimento do Piso 0 do edifício é de 14,2 kW e a de arrefecimento é de 17,50 kW (Anexo VII).

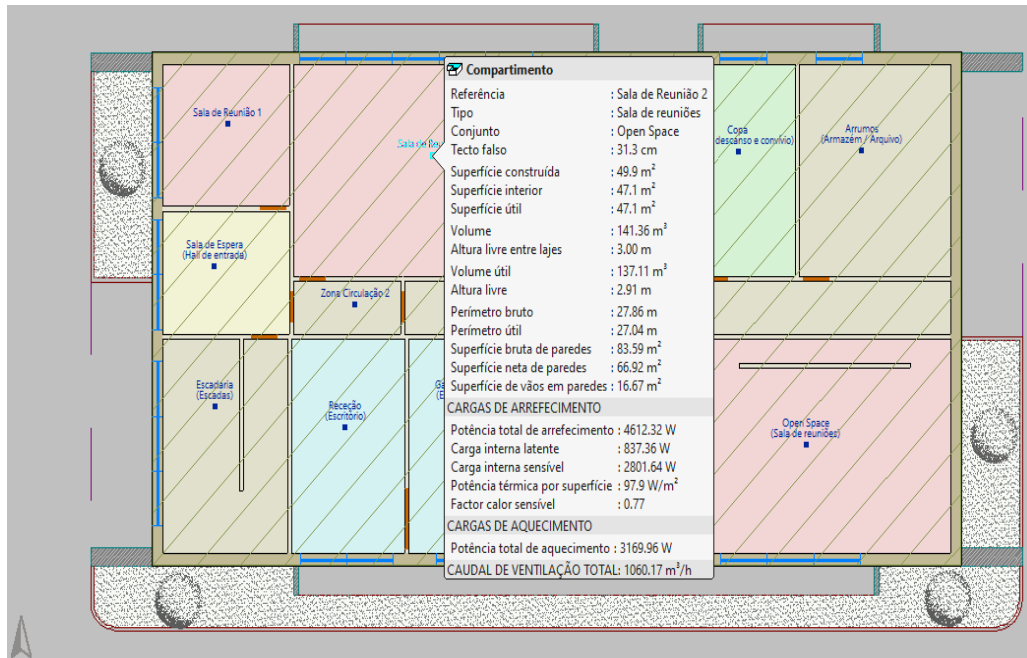


Figura 4.8 - Exemplo de cálculo de cargas térmicas com o software Cype.

O sistema preconizado pelo projetista é constituído por dois sistemas VRF independentes, em que o Grupo 1 será instalado na zona sul do edifício e o Grupo 2 na zona norte do mesmo.

A comparação dos valores obtidos no *software* de cálculo utilizado com os valores definidos pelo projetista, encontra-se na tabela 4.2:

**Tabela 4.2 - Comparação das cargas térmicas.**

	Calculados pelo CYPE		Adotados pelo Projetista		
	Necessidade de Aquecimento (kW)	Necessidade de Arrefecimento (kW)	Máquinas de Projeto (MIDEA)	Potência Nominal de Aquecimento (kW)	Potência Nominal de Arrefecimento (kW)
<i>Open Space</i> (41,16m <sup>2</sup> )	3,04	4,57	MI2-45Q4CDN1 (UI 1.1)	5,00	4,50
Gabinete 1 (26,47m <sup>2</sup> )	1,36	1,37	MI2-28GDN1 (UI 1.2)	3,20	2,80
Gabinete 2 (25,5m <sup>2</sup> )	1,25	1,36	MI2-28GDN1 (UI 1.3)	3,20	2,80
Receção (21,79m <sup>2</sup> )	1,37	1,19	MI2-22GDN1 (UI 1.4)	2,40	2,20
Sala de Espera (14,00m <sup>2</sup> )	1,10	1,20	MI2-22GDN1 (UI 2.1)	2,40	2,20
Sala de Reunião 1 (16,00m <sup>2</sup> )	1,31	2,10	MI2-22GDN1 (UI 2.2)	2,40	2,20
Sala de Reunião 2 (46,00m <sup>2</sup> )	3,17	4,61	MI2-45Q4CDN1 (UI 2.3)	5,00	4,50
Bastidor (18,00m <sup>2</sup> )	0,56	0,35	MI2-22GDN1 (UI 2.4)	2,40	2,20
Copa (9,00m <sup>2</sup> )	1,35	0,74	MI2-28GDN1 (UI 2.5)	3,20	2,80

Comparando os dois resultados é perceptível que os valores dimensionados pelo projetista estão, na sua maioria, próximos das necessidades calculadas pelo programa, com exceção dos seguintes compartimentos:

- *Open Space* e Sala de Reunião 2: O facto de serem as duas divisões com maiores necessidades de aquecimento e arrefecimento é facilmente explicada pelo facto de terem áreas úteis de pavimento elevadas (Tabela 4.2), por terem uma vasta área de envidraçado que ocupa toda a largura da divisão e uma taxa ocupacional mais elevada.

Relativamente à diferença entre os valores da modelação e os do projetista, principalmente no aquecimento, pode ser justificada pela constituição das

envolventes e dos envidraçados, que foram bastante otimizados nesta modelação.

- Bastidor: Logicamente, pelo método de cálculo informático, este espaço não necessita praticamente de climatização, pois tem pouca área de pavimento e não possui envidraçados. Contudo, na realidade esta sala alberga todo o material associado à rede local do edifício e os equipamentos destinados às comunicações com o exterior, sendo que deste modo será dissipada uma quantidade de calor considerável dentro desta divisão tendo de se sobredimensionar as necessidades, como fez o projetista. É possível definir no CypeCAD a potência de equipamentos na divisão, no entanto, devido à falta de informação do projeto sobre este tópico, foi feita a modelação sem considerar a presença de qualquer equipamento.

## 4.2. Dimensionamento da rede aerólica e difusão

No seguimento de um pedido de orçamento para um sistema de ventilação para um posto de análises clínicas, surgiu a necessidade da criação de um traçado de condutas e da elaboração do respetivo dimensionamento, tanto para esta rede como para os elementos terminais de difusão e dos equipamentos centrais responsáveis pela ventilação. Esta necessidade surgiu devido à falta de elementos que permitissem a realização desta cotação, como desenhos da rede aerólica e mapas de quantidade. Neste contexto realizou-se o dimensionamento e foram apresentadas duas hipóteses de instalação ao cliente, um sistema de ventilação com recuperação de calor e outro sem a possibilidade de realizar essa recuperação.

### 4.2.1. Opção com recuperação de calor (Opção A)

Esta opção inclui a possibilidade de realizar a recuperação de calor e necessita de um equipamento de ventilação, podendo ser uma unidade recuperadora de calor (URC) ou uma UTA, que possui um permutador de calor em que a energia calorífica do ar que é extraído é transferida para o ar novo, fazendo com que este seja insuflado no espaço com a temperatura desejada no interior. Para além disto, este sistema vai permitir uma poupança de energia no edifício, diminuindo as necessidades de uso dos aparelhos de climatização. No entanto, para que este princípio tenha o funcionamento e o rendimento esperado, é necessário que as condutas responsáveis pela insuflação e pela extração sejam isoladas termicamente, impedindo, sobretudo neste caso, a dissipação de calor ao longo do seu trajeto.

- **Traçado**

Utilizando a planta do edifício disponibilizada pelo cliente (Anexo VIII), procedeu-se à elaboração do traçado da rede aerólica. Para um traçado correto e eficaz, é necessário ter em atenção os seguintes elementos:

- Alturas de teto falso, necessário para prever os locais de passagem do traçado, ajustar as dimensões das condutas e prever possíveis peças que venham a ser necessárias;
- Existência de vigas ou pilares;
- Divisões que necessitarão de ventilação;
- Atividades realizadas nas divisões ventiladas;
- Ocupação das divisões ventiladas;
- Localização pretendida dos equipamentos de ventilação;
- Localização das instalações de outras especialidades, sobretudo iluminação (neste caso está presente na planta do edifício).

Possuindo esta informação pode-se partir para a elaboração do traçado da rede de condutas.

Como se pode ver pelo anexo VIII o edifício em questão é constituído pelas seguintes divisões:

- 3 Salas de Recolha;
- 1 Sala de Espera + Balcão de atendimento (aberto);
- 1 Antecâmara;
- 2 Instalações Sanitárias.

Todos estes compartimentos terão necessidade de ventilação, com o caudal corretamente calculado e com os elementos da difusão estrategicamente colocados em pontos opostos da divisão, permitindo fazer o varrimento do ar no espaço. Para as instalações sanitárias apenas é feita extração do ar através de um sistema de ventilação independente.

Segundo a metodologia da Electroclima, na fase de concurso o desenho que contém o traçado e todos os elementos dimensionados é feito à mão (Anexo IX) e só em caso de adjudicação é que o mesmo será passado para os desenhadors e será convertido em formato digital.

- **Caudais de Ar Novo e de Extração**

A determinação do caudal de ar novo foi feita seguindo o critério de ocupação e calculado pelo método prescritivo (Manual SCE, 2021). De acordo com o método prescritivo, os valores de caudal de ar novo necessários para a diluição da carga poluente devido à ocupação de determinado espaço são dados pela seguinte equação, (Equação 9):

$$Q_{An} = n * Q_{An*Mmet} \left[ \frac{m^3}{h} \right] \quad (9)$$

Onde:

- $Q_{An}$  - Caudal de ar novo [ $m^3/h$ ];
- $n$  - Número de ocupantes do espaço [ocupantes];
- $Q_{An*Mmet}$  - Caudal de ar novo por ocupante, retirado da Tabela 69 do Manual SCE (Figura 4.9) [ $m^3/(h.ocupante)$ ].

Tipo de espaço	Tipo de atividade	Caudal de ar novo [ $m^3/(h.ocupante)$ ]
Quartos, dormitórios e similares	Sono	16
Salas de repouso, salas de espera, salas de conferências, auditórios e similares, bibliotecas	Descanso	20
Escritórios, gabinetes, secretarias, salas de aula, cinemas, salas de espetáculo, salas de refeições, lojas e similares, museus e galerias, salas de convívio, salas de atividade de estabelecimentos de geriatria e similares	Sedentária	24
Salas de jardim de infância e pré-escolar e salas de creche		28
Laboratórios, <i>ateliers</i> , salas de desenho e trabalhos oficinais, cafés, bares, salas de jogos e similares	Moderada	35
Pista de dança, salas de ginásios, salas de <i>ballet</i> e similares	Ligeiramente alta	49
Salas de musculação, salas em ginásios e pavilhões desportivos e similares	Alta	98

Figura 4.9 - Caudal de ar novo por ocupante (Fonte: Manual SCE, 2021).

Os valores calculados para o caudal de ar novo para garantir a renovação de ar pretendida para cada espaço encontram-se na Tabela 4.3:

<b>Designação do espaço útil</b>	<b>Tipo de atividade</b>	<b>Caudal de Ar Novo p/ Ocupante (m3/h) Retirado da Tab.69 do Manual SCE</b>	<b>Nº Ocupantes</b>	<b>Caudal Ar Novo (m3/h)</b>
Sala de Recolha 1	Moderada	35	2	70
Sala de Recolha 2	Moderada	35	2	70
Sala de Recolha 3	Moderada	35	2	70
Sala de Espera	Descanso	20	15	300
Antecâmara	Moderada	35	3	105

Estando definido o caudal de ar novo terá de se definir também o caudal de extração para os mesmos espaços uteis (Tabela 4.4). Geralmente a opção ideal é colocar as divisões em equilíbrio de caudais, ou seja, o caudal de extração é idêntico ao caudal de insuflação, de modo que todo o ar que entra no espaço é extraído na sua totalidade. No entanto existem exceções à regra, como por exemplo:

- Cozinhas, Quartos de Isolamento, WC: Funcionam em depressão, ou seja, o caudal de extração é superior ao caudal de insuflação com o objetivo de extrair todos os vapores, fumos e gorduras originados durante o período de funcionamento. As instalações sanitárias têm apenas compensação de ar através de grelhas de passagem que são instaladas nas portas.
- Laboratórios: Funcionam em sobrepressão, com um caudal de insuflação superior ao caudal extraído, impedindo a entrada de impurezas no espaço.

**Tabela 4.3 - Definição dos caudais de extração.**

<b>Designação do espaço útil</b>	<b>Caudal Ar Novo (m3/h)</b>	<b>Caudal Extração (m3/h)</b>
Sala de Recolha 1	70	70
Sala de Recolha 2	70	70
Sala de Recolha 3	70	70
Sala de Espera	300	370
Antecâmara	105	105

Tirando conclusões, pode-se verificar que todas as divisões irão trabalhar em equilíbrio à exceção da sala de espera, pelo simples facto de neste espaço existir um balcão de atendimento ao público, aberto, e assim permitir a passagem do ar e realizar a renovação de ar no cubículo.

Em relação à extração de ar das instalações sanitárias onde o ar é considerado “sujo”, esta é assegurada por um ventilador com um funcionamento independente da restante rede aerólica, sendo todo o ar rejeitado para o exterior. Nestas divisões são instaladas grelhas de passagem que serão colocadas nas portas de forma a fazer compensação do ar extraído. “Nos termos do previsto na portaria prevista no n.º 12 do artigo 6.º do Decreto-Lei n.º 101-D/2020, de 7 de dezembro, e quando aplicável, as instalações sanitárias em edifícios de comércio e serviços encontram-se sujeitas ao cumprimento de requisitos no que respeita aos caudais de extração. Neste sentido, devem apresentar um caudal de extração ( $Q_{ext}$ ) igual ou superior ao caudal de extração mínimo ( $Q_{ext\min}$ ), determinado de acordo com a Tabela 74, não devendo ser considerada a eficácia de remoção de poluentes ( $\epsilon v$ ).” (Manual SCE)

Tipo de espaço	Sistema de extração	$Q_{ext\min}$ [m³/h]
Instalação sanitária privada <sup>(1)</sup>	Com funcionamento contínuo <sup>(3)</sup>	$Máx(45; 10 \times A_{espaço})$
	Sem funcionamento contínuo	$Máx(90; 10 \times A_{espaço})$
Instalação sanitária pública <sup>(2)</sup>	Funcionamento normal <sup>(4)</sup>	$Máx(90 \times (\text{número de urinóis} + \text{número de sanitas} + \text{número de duches}); 10 \times A_{espaço})$
	Funcionamento intensivo <sup>(5)</sup>	$Máx(125 \times (\text{número de urinóis} + \text{número de sanitas} + \text{número de duches}); 10 \times A_{espaço})$

Figura 4.10 - Caudal de extração nas instalações sanitárias (Fonte: Manual SCE, 2021).

Tendo conhecimento que as instalações sanitárias presentes neste projeto são do tipo privado e sem funcionamento contínuo, é possível definir que cada compartimento deste tipo necessitará de 90m³/h de caudal de extração, pelo que a rede de extração terá de transportar 180m³/h de ar sujo (duas instalações sanitárias).

- **Metodologia do cálculo aerólico**

As redes de conduta foram dimensionadas através do método da perda de carga constante, com recurso a uma régua de cálculo de condutas de ar. As condutas de extração e de insuflação foram dimensionadas de forma a transportar o ar com uma velocidade de 3m/s a 4m/s nos ramais principais e de 2,5m/s a 3,5m/s nos ramais secundários e terminais, onde o ar será conduzido para os elementos de difusão. Estes valores serão os ideais, de forma a obter uma perda de carga de 1 Pa/m e a não causar um ruído desconfortável nos períodos de funcionamento.

As redes de condutas são de secção circular do tipo “Spiro”, fabricadas em chapa galvanizada de acordo com as normas SMACNA, NP-EN 1505 e NP-EN 1506 nos aspetos construtivos, e DW-142 e EUROVENT no que diz respeito à estanqueidade. Os diâmetros utilizados para o dimensionamento das condutas são conforme a gama do fornecedor.

As ligações das condutas às unidades de climatização e aos ventiladores têm de ser executadas por elementos flexíveis, amovíveis, imputrescíveis e estanques ao ar, de modo a evitar a propagação de vibrações e ruídos ao edifício. Os acessórios de interligação das condutas são do mesmo material destas e as ligações de diferentes diâmetros de condutas ou aos acessórios são feitas por uniões adequadas. Devido ao facto de existir recuperação de calor, todas as condutas e seus acessórios de ligação que servirão os espaços úteis têm um isolamento térmico pelo exterior, que é constituído por uma manta de lã de rocha mineral, com barreira de vapor, um revestimento de papel de alumínio e com espessuras regulamentares.

Na tabela 4.5 são definidas as espessuras para o isolamento das condutas, cumprindo a norma EN 823, “Thermal insulating products for building applications – Determinations of thickness”.

**Tabela 4.4 - Espessuras do Isolamento das Condutas [mm].**

<b>Local de Instalação (Edifício)</b>	<b>Espessura de Isolamento</b>
Interior	30mm
Exterior	50mm

A fixação do isolamento às condutas é feita através da aplicação de um material adesivo e resistente ao calor. A aplicação do isolamento térmico na conduta requer um enorme rigor, de modo a evitar descontinuidades entre as ligações das condutas às juntas flexíveis. As condutas com instalação à intempérie para além de isolamento são ainda revestidas com forra mecânica, tendo o objetivo de proteger os diferentes tipos de isolamento do envelhecimento e das intempéries. O revestimento pode ser feito em chapa de alumínio, lisa ou ondulada, em inox ou galvanizada

As dimensões dos tubos Spiro projetados e as quantidades de tubo não isolado, isolado ou isolado e revestido podem ser consultadas no mapa de quantidades realizado especificamente para este projeto (Anexo X).

• **Difusão**

As trocas de ar entre as condutas e os locais a ventilar são feitas através dos elementos terminais de difusão. No dimensionamento destes elementos é necessário ter em atenção os seguintes aspetos:

- A velocidade de passagem de ar nos dispositivos;
- A perda de carga introduzida no circuito aerólico;
- O nível de ruído;
- O alcance dos elementos de difusão.

Para o dimensionamento destes elementos, que serão aplicados quer na insuflação quer na extração do ar, foi considerado como marca de projeto a “France Air”. As dimensões das grelhas e válvulas a instalar estão indicadas nas peças desenhadas e no mapa de quantidades. Os fornecedores destes equipamentos seguem a norma EN 15251 que aconselha uma velocidade residual média em toda a zona ocupada igual ou inferior a 0,2 m/s, sendo que a zona ocupada consiste no volume do espaço onde ocorre ocupação humana.

I. **Grelhas de insuflação**

As grelhas de insuflação são da marca France Air e modelo GAC<sub>2</sub> 20, de fixação por clips. São do tipo de dupla deflexão, com duas fiadas de alhetas móveis, permitindo ajustar o alcance e a altura ou a amplitude de saída de ar. As grelhas selecionadas vêm integradas com registos de regulação de caudal, evitando a sua instalação nas condutas, permitindo assegurar e equilibrar os caudais da rede aerólica.

Dando como exemplo o dimensionamento de uma das grelhas de insuflação, apresenta-se na Figura 4.11 a folha de seleção do respetivo fornecedor para uma das salas de recolha que terá a necessidade de insuflar 70 m<sup>3</sup>/h.

**TABELA DE SELEÇÃO PARA GAC<sup>2</sup>10 E 20**

Caudal [m <sup>3</sup> /h]	L x H [mm]	150	200	300	300	600	400	300	500	1000	500
		x 75	x 100	x 75	x 100	x 75	x 100	x 150	x 100	x 75	x 150
	A <sub>eff</sub> [m <sup>2</sup> ]	0,005	0,012	0,012	0,019	0,025	0,025	0,032	0,322	0,055	0,055
50	X [m]	2,9									
	L <sub>w</sub> [dB(A)]	20									
	P [Pa]	5									
100	X [m]	5,5	3,6	3,6							
	L <sub>w</sub> [dB(A)]	40	20	20							
	P [Pa]	21	3	4							
150	X [m]	8,1	5,3	5,2	4,1						
	L <sub>w</sub> [dB(A)]	52	32	32	20						
	P [Pa]	47	4	9	4						
200	X [m]		6,9	6,9	5,4	4,6	4,6				
	L <sub>w</sub> [dB(A)]		41	40	29	21	21				
	P [Pa]		17	16	7	4	4				
250	X [m]		8,6	8,5	6,7	5,7	5,7	5,0	4,9		
	L <sub>w</sub> [dB(A)]		47	47	35	28	25	22	21		
	P [Pa]		27	26	4	6	6	4	4		
300	X [m]				7,9	6,8	6,7	5,9	5,9	5,1	
	L <sub>w</sub> [dB(A)]				41	33	33	27	27	20	
	P [Pa]				15	8	8	5	5	3	
350	X [m]				9,2	7,8	7,8	6,9	6,9	5,9	5,1
	L <sub>w</sub> [dB(A)]				45	38	37	32	31	24	< 20
	P [Pa]				21	4	11	7	7	4	3
400	X [m]					8,9	8,9	7,8	7,8	6,7	5,8
	L <sub>w</sub> [dB(A)]					42	41	36	35	28	22
	P [Pa]					15	14	9	9	5	4

Figura 4.11 - Seleção grelha insuflação/extração (Fonte: France Air, 2022).

## II. Grelhas de extração

As grelhas de extração são da marca France Air e modelo GAC<sub>2</sub> 10, de fixação por clips. São do tipo de simples deflexão, com uma fiada horizontal. As grelhas selecionadas vêm integradas com registos de regulação de caudal, evitando a sua instalação nas condutas, permitindo assegurar e equilibrar os caudais da rede aerólica.

## III. Grelhas de passagem (porta)

Estas grelhas são instaladas nas portas das instalações sanitárias, de forma a permitir fazer a compensação de ar para estes compartimentos. As grelhas são da marca France Air, modelo GAV 91, com fixação por parafusos e têm alhetas fixas em forma de V com efeito de ocultação visual. A figura 4.12 exemplifica o processo de seleção de uma destas grelhas.

**TABELA DE SELEÇÃO PARA GAV 91**

Caudal [m <sup>3</sup> /h]	B x H [mm]	200 x 100	300 x 150	400 x 200	300 x 300	600 x 200 400 x 300	500 x 300	600 x 300	600 x 400
		A <sub>eff</sub> [m <sup>2</sup> ]	0,0099	0,0245	0,0447	0,0507	0,0681	0,0856	0,1031
50	Lw [dB(A)]	30							
	P [Pa]	10							
60	Lw [dB(A)]	35	< 20						
	P [Pa]	14	2						
70	Lw [dB(A)]	39	< 20						
	P [Pa]	19	3						
80	Lw [dB(A)]	42	< 20						
	P [Pa]	24	4						
90	Lw [dB(A)]	45	23	< 20					
	P [Pa]	31	5	2					

Figura 4.12 - Seleção de Grelha de Passagem (Fonte: France Air, 2022).

## IV. Válvulas de extração

As válvulas de extração são instaladas em todas as instalações sanitárias com a função de extrair o ar dessas divisões. As válvulas escolhidas são da marca France Air, modelo BRH e o seu caudal é regulado através do avanço ou recuo do disco central da válvula. O modelo selecionado foi o BRH Ø100.

- **Registos corta-fogo**

Os registos corta-fogo são aplicados em todas as passagens de condutas por paredes do tipo corta-fogo. Estes são ligados às condutas por flanges. Para o efeito de dimensionamento dos registos corta-fogo, tomou-se como referência a marca “France Air” e modelo “Circé 4”. Estes são de seção circular, como as condutas. A estrutura do registo é em aço galvanizado, a lâmina é constituída por um material refratário resistente à humidade. A lâmina normalmente está aberta, apenas se fecha em caso de incêndio. Estes registos garantem uma resistência ao fogo de duas horas e quando estão fechados têm de intercetar a conduta de forma a esta ficar estanque, sendo o seu estado sinalizado no quadro da gestão de segurança.

- **Unidade recuperadora de calor**

Nesta secção assume-se que a ventilação das áreas úteis do edifício é garantida por uma unidade de recuperação de calor (URC). Esta unidade foi dimensionada tendo em conta as perdas de carga a vencer pelo caminho mais desfavorável e pelo caudal total de ar a extrair e a insuflar nos compartimentos. A perda de carga no troço mais desfavorável foi calculada pela equação nº 10:

$$p = p1 * d * 2 + p2 \text{ [Pa]} \quad (10)$$

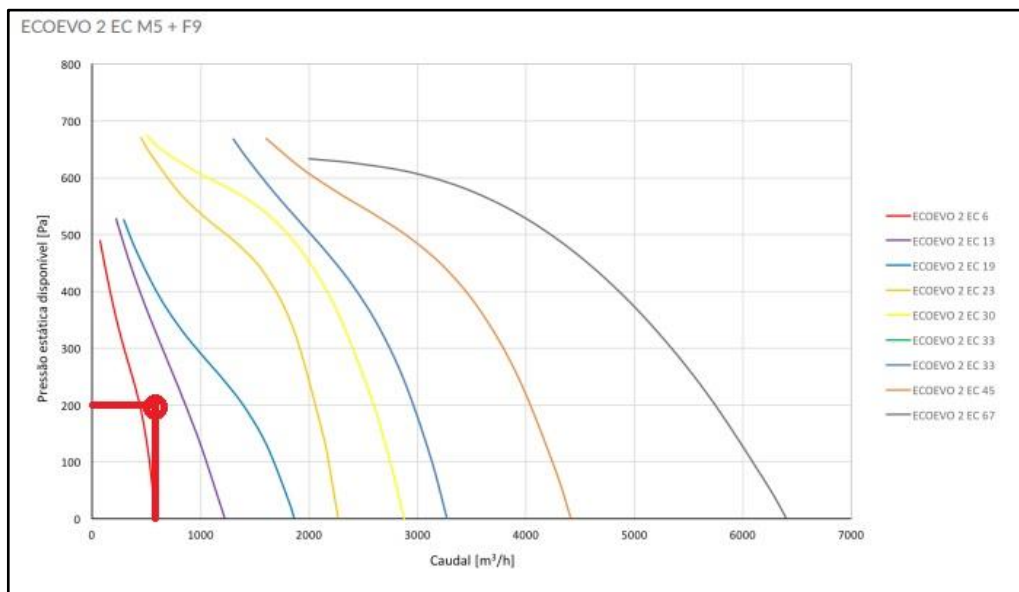
Em que:

- p1: Perda de carga unitária ao sair/entrar no ventilador (Pa/m), obtida através da régua de cálculo de condutas;
- d: distância do troço medido (m);
- p2: Perda de carga provocada pelo elemento da difusão no final do troço (Pa).

Apesar de atualmente serem disponibilizadas pelas marcas fornecedoras tabelas de seleção rápida deste tipo de equipamentos, a forma correta de dimensionar os mesmos é através das curvas características, que mostram a correlação entre o caudal do ar (m<sup>3</sup>/h) e a pressão estática.

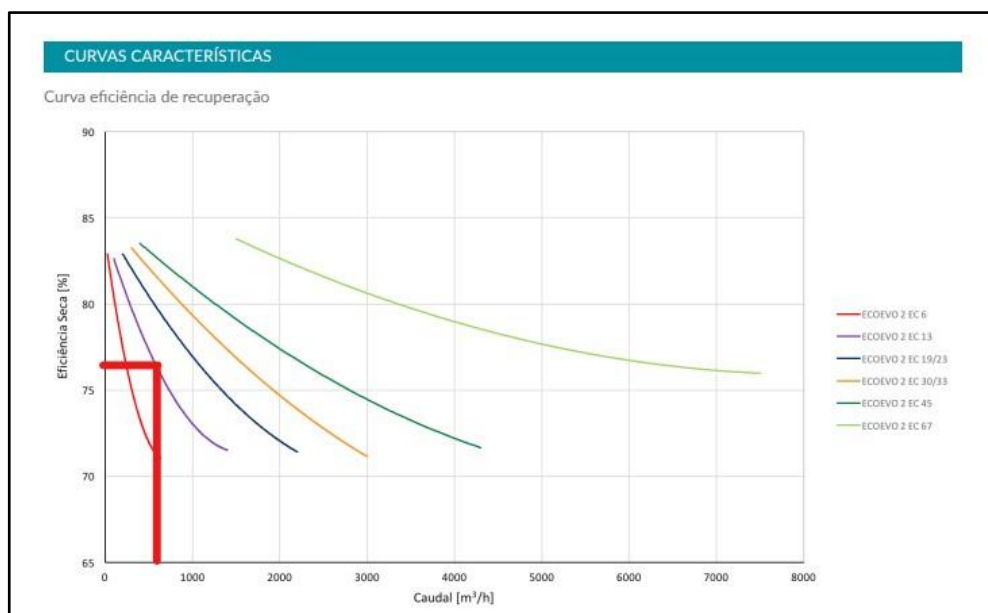
**Tabela 4.5 - Dados para seleção da unidade recuperadora de calor.**

Necessidades da URC		
Caudal Insuflação (m <sup>3</sup> /h)	Caudal Extração (m <sup>3</sup> /h)	Perda de Carga (Pa)
610	690	200



**Figura 4.13 - Curvas Características URC (Fonte: ARFIT, 2022).**

Pela Figura 4.13, pode verificar-se que a unidade recuperadora de calor adequada será o modelo ECOEVO 2 EC 13, da marca Arfit. A ficha de seleção da URC escolhida encontra-se no Anexo XI.



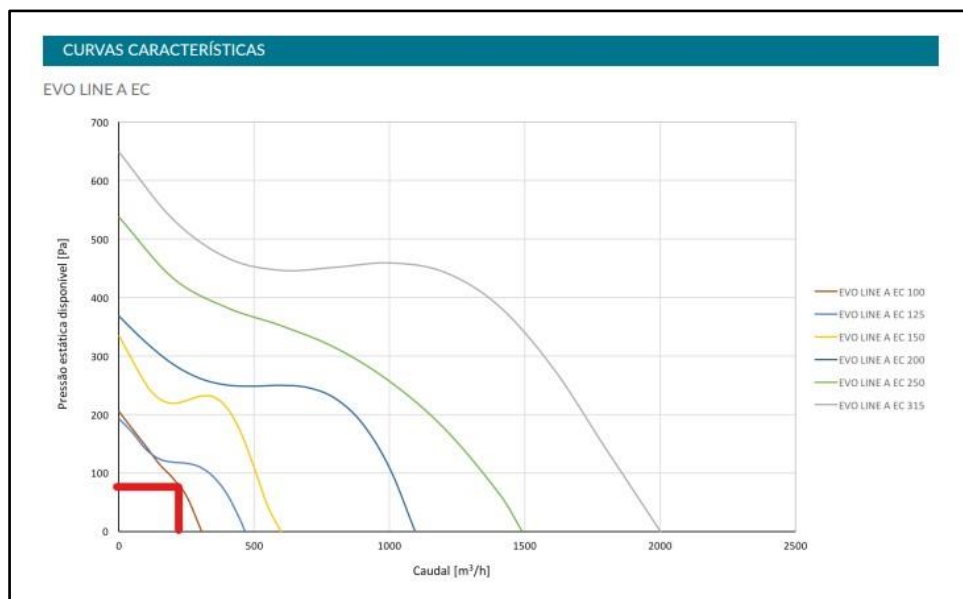
**Figura 4.14 - Curvas de eficiência (Fonte: ARFIT, 2022).**

Em termos de eficiência, a unidade dimensionada terá uma eficiência de recuperação de aproximadamente 76%, conforme Figura 4.14. A unidade recuperadora de calor, devido às suas dimensões (ver ficha de seleção, anexo XI), será instalada à intempérie na cobertura do edifício e, por isso, deverá ser fornecida com um revestimento adequado às diversas condições atmosféricas exteriores, um teto intempérie para proteção da mesma e 2 bicos de pato para admissão e rejeição do ar, equipados com rede anti pássaro. Relativamente aos módulos de

filtragem, a unidade recuperadora de calor deve ser provida de dois filtros na insuflação, um M5 e um F9, para instalação antes e depois do ventilador, respetivamente.

- **Ventilador**

O ventilador de extração terá a função de fazer a extração do ar sujo proveniente das instalações sanitárias. Devido às suas menores dimensões, será do tipo in-line, para instalação em teto falso, com descarga pela cobertura. Este ventilador deverá ser equipado, na descarga, com uma válvula antirretorno para evitar a entrada de odores e correntes de ar vindas do exterior quando os ventiladores se encontram desligados. De forma idêntica à unidade recuperadora de calor, o ventilador foi selecionado tendo em conta a respetiva curva característica, sabendo que terá de vencer um caudal de  $180\text{m}^3/\text{h}$  e uma perda de carga de  $80\text{ Pa}$  (Figura 29):



**Figura 4.15 - Curva característica ventilador (Fonte: ARFIT, 2022).**

Pela Figura 4.15, o modelo a selecionar para a instalação é o EVO LINE A EC 100, da marca Arfit.

#### 4.2.2. Opção sem recuperação de calor (Opção B)

Como já foi referido no início deste subcapítulo, foi apresentado ao cliente duas opções de instalações diferentes (com e sem recuperação de calor). Foi tomada a decisão de propor ao cliente a opção de ventilação sem a possibilidade de recuperar energia pelo facto de o edifício existente já dispor de ar-condicionado, permitindo ao cliente poupar na instalação, mas elucidando o mesmo das vantagens e desvantagens de ambas as opções.

Esta opção, agora apresentada, é semelhante à anterior, alterando apenas nos seguintes tópicos:

- **Ventiladores**

Neste caso, não havendo recuperação de energia calorífica, será retirada a unidade de recuperação de calor, sendo substituída por 2 ventiladores independentes, dedicados separadamente à insuflação e à extração do ar dos espaços úteis. Estes dois ventiladores serão do tipo de caixa para instalação à intempérie (Tabela 4.7).

**Tabela 4.6 - Seleção dos ventiladores para a Opção B.**

	Ventiladores				
	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Função	Perda de Carga (Pa)	Observações	Modelo (ARFIT)
VAN	610	Insuflação nos espaços uteis	200	Filtro M5 Tipo Caixa	DA IN-M5 10/10-9
VEX	690	Extração nos espaços uteis	200	Tipo Caixa	DA IN-S 10/10-9
VE I.S	180	Extração das Instalações Sanitárias	80	In-Line	EVO LINE A EC 100

- **Isolamento de condutas**

O traçado irá permanecer o original, contando apenas com alteração nos locais onde serão aplicados os isolamentos. Nas condutas ligadas ao ventilador dedicado à insuflação do ar será aplicado o mesmo isolamento térmico já referido anteriormente, evitando assim possíveis condensações. A questão de manter as temperaturas já não se aplicará, pois, o ar novo que vai ser introduzido no edifício terá a temperatura do exterior. No entanto, a rede de extração ligada ao ventilador de extração do tipo caixa já não necessitará de isolamento, pois não corre o risco de condensações e o ar extraído será “despejado” diretamente para o exterior. O mapa de quantidades desta segunda opção encontra-se no Anexo XII.

### 4.3. Dimensionamento de sistema VRF

Como um último exemplo de alguns dos projetos realizados na Electroclima, apresenta-se um projeto de dimensionamento de um sistema VRF (*Variable Refrigerant Flow*), sendo utilizado para o efeito o software “*MSSP-VRF*”, programa da *MIDEA* para cálculo e dimensionamento de sistemas VRF.

Para contextualizar, surgiu um pedido de orçamento para a instalação de um sistema de VRV/VRF, num edifício administrativo já existente, com 2 pisos e 7 divisões para climatizar. Tendo a empresa aceite este desafio foi feito um questionário à parte interessada com o intuito de obter as seguintes informações:

- Espaços a climatizar: Todas as divisões administrativas;
- Instalação à vista ou oculta: O edifício não sofrerá qualquer alteração, havendo apenas interesse na instalação de ar condicionado e assim sendo a instalação será à vista;
- Local de instalação da unidade exterior: Suspensa à parede, na retaguarda do edifício, onde não será visível ao público.

Estas questões são bastante relevantes para a execução do traçado, nomeadamente o local onde terão de se instalar as unidades interiores e até o tipo de unidades. A título de exemplo, na conceção dos elementos envolvidos neste projeto, para as divisões mais amplas seria ideal a instalação de unidades do tipo cassete 4 vias. No entanto, esse tipo de equipamentos é ideal para instalação em teto falso e, desse modo, optou-se pela solução de unidades do tipo mural para todos os compartimentos que necessitam de climatização.

Tendo todos os elementos construtivos definidos, procedeu-se à elaboração do traçado, (anexo XIII), constituído por tubagem de cobre para o transporte do fluido frigorigéneo, devidamente isolado com isolamento do tipo elastomérico, e por tubagem de PVC para a condução dos condensados das unidades evaporadoras para a rede de águas pluviais ou para os WC mais próximos. A elaboração deste traçado é importante para retirar os metros lineares de tubagem necessários. É então possível proceder ao dimensionamento pelo software *MSSP*, começando pela elaboração do diagrama de cobres, inserindo as distâncias que foram medidas anteriormente e os derivadores que, como foi visto anteriormente, têm de ser instalados sempre que é adicionado um evaporador ao ramal (Figura 4.16).

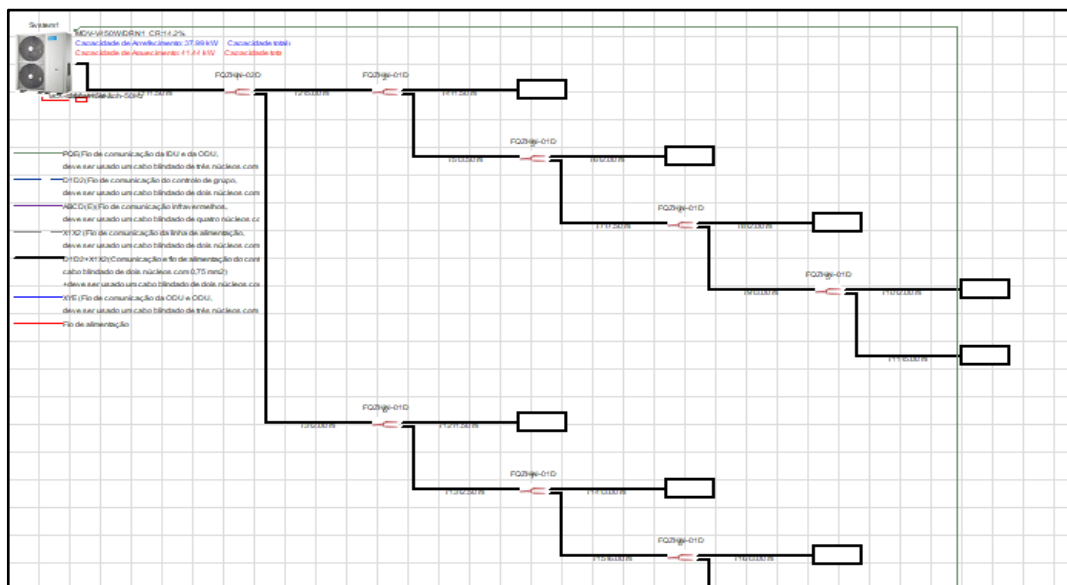


Figura 4.16 - Esquema do diagrama de cobres de sistema VRF (excerto).

Depois de desenhar o circuito terá de se proceder à definição das cargas térmicas de aquecimento e de arrefecimento para as divisões que serão climatizadas. Para isso considerou-se uma necessidade de  $100\text{W/m}^2$  para cada divisão, tanto para aquecimento como para arrefecimento (Figura 4.17). No momento de selecionar as unidades interiores será aplicado um fator de segurança de 20%.

Ambiente						
Nome	Área (m <sup>2</sup> )	Cooling Load Index (kW/(m <sup>2</sup> ))	Heating Load Index (kW/(m <sup>2</sup> ))	Cooling Load(kW)	Heating Load(kW)	
Floor0						
Open-Space	72,00	0,1	0,1	7,2	7,2	
Gab.Médico	23,00	0,1	0,1	2,3	2,3	
Recepção	60,00	0,1	0,1	6	6	
Floor1						
Sala-Formações	93,00	0,1	0,1	9,3	9,3	
Gab.Diretor	30,00	0,1	0,1	3	3	
Laboratório	18,00	0,1	0,1	1,8	1,8	
Escritório	23,00	0,1	0,1	2,3	2,3	

Import Load Result   Add Floor   Add Room   Apagar   1   OK   Cancelar

Figura 4.17 - Cálculo das cargas térmicas de aquecimento e arrefecimento.

Obtidas as cargas térmicas necessárias para suprir as necessidades de climatização para os diversos espaços, pode prosseguir-se para a seleção das unidades interiores. As divisões maiores terão duas unidades murais.

**Figura 4.18 - Seleção das unidades interiores do sistema VRV.**

Definindo todas as unidades interiores da mesma forma como demonstrado na Figura 4.18, o software gerou uma tabela que demonstra de forma intuitiva as máquinas selecionadas para cada divisão, assim como a capacidade arrefecimento requerida (RTC), a capacidade total de arrefecimento disponível pelo equipamento (ATC), a capacidade de aquecimento requerida (RHC) e a capacidade de aquecimento disponível pelo equipamento (AHC) (Tabela 4.8).

**Tabela 4.7 - Características das unidades interiores.**

Nome da IDU	Modelo	RTC (kW)	ATC (kW)	RHC (kW)	AHC (kW)
Sala-Formações/UI 1.6	MI2-56GDHN1	4,65	5,6	4,65	6,3
Sala-Formações/UI 1.7	MI2-56GDHN1	4,65	5,59	4,65	6,08
Gab.Diretor/UI 1.8	MI2-36GDHN1	3	3,55	3	3,84
Laboratório/UI 1.9	MI2-22GDHN1	1,8	2,16	1,8	2,33
Escritório/UI 1.10	MI2-28GDHN1	2,3	2,73	2,3	3,14
Open-Space/UI 1.1	MI2-45GDHN1	3,6	4,5	3,6	4,82
Open-Space/UI 1.2	MI2-45GDHN1	3,6	4,5	3,6	4,82
Gab.Médico/UI 1.3	MI2-28GDHN1	2,3	2,79	2,3	3,14
Receção/UI 1.4	MI2-36GDHN1	3	3,53	3	3,84
Receção/UI 1.5	MI2-28GDHN1	2	2,72	2	3,14

Depois de selecionados os aparelhos de instalação interior, terá de se selecionar a unidade exterior, tendo de se somar as capacidades de todas as máquinas interiores e aplicar o fator de combinação (CR), que consiste na relação entre a soma das capacidades das unidades interiores e a capacidade da unidade exterior (Equação 11).

$$CR = \frac{\sum UI}{UE} * 100 [\%] \quad (11)$$

Os valores de CR aconselhados pelas marcas situam-se no intervalo entre 50-130%. Se o fator de combinação for superior a 100% significa que a soma das potências das máquinas interiores é superior à capacidade da unidade exterior. No entanto, as unidades interiores raramente estarão a funcionar todas em simultâneo, permitindo assim a aplicação do fator de simultaneidade, de forma a reduzir o custo da instalação e otimizar a mesma, maximizando a utilização da unidade exterior. Deste modo, foi aplicado um CR de 120%.

$$P. Arref. UE = \frac{\sum P. Arref. UI}{1,2} [kW] = 31 kW \quad (12)$$

$$P. Aquec. UE = \frac{\sum P. Aq. UI}{1,2} [kW] = 35 kW \quad (13)$$

Assim o modelo escolhido foi o MVi-335WV2GN1(A), com uma potência de aquecimento e arrefecimento de 33,5kW, em ambas as capacidades nominais.

Para concluir o projeto, procedeu-se à escolha dos comandos para os aparelhos de VRF, tendo-se optado por comandos de infravermelhos, de forma a reduzir o orçamento e porque a entidade interessada não exigia controlo centralizado. Assim o modelo dos comandos selecionados foi o RM12D.

Todos os elementos e as respetivas quantidades representadas no mapa de quantidades estão presente no Anexo XIV e o diagrama de cobres retirado do software no Anexo XV.

## 5. CONCLUSÃO

Após finalização do estágio curricular e conseqüente término da redação do respetivo relatório, conclui-se que os objetivos autopropostos no início deste trabalho foram cumpridos com sucesso, conseguindo fazer uma ligação dos conhecimentos teóricos, adquiridos anteriormente, com o mundo prático.

O facto de se iniciar este ciclo com a análise de erros e omissões trouxe uma bagagem enorme para os desafios seguintes, pois esta tarefa envolve um estudo aprofundado das peças escritas e das peças desenhadas, o que permitiu absorver conhecimentos fundamentais para garantir o bom funcionamento das instalações. Durante a análise dos articulados presentes nos diversos mapas de quantidades dos diferentes projetos surgiam dúvidas, que suscitavam pesquisas solicitadas pelo supervisor deste estágio, as quais acrescentavam progressivamente conhecimentos técnicos.

A conciliação entre a realização de orçamentos e as atividades de apoio à direção de obra foi uma mais-valia, pois são duas áreas que se complementam. Para a direção de obra é importante ter conhecimentos de custos de materiais e equipamentos, preço de mão de obra e taxas de lucro, como para a parte da orçamentação também é fundamental possuir conceitos técnicos, tempos de instalação, necessidade de acessórios, permitindo assim obter um preço completo e competitivo.

Apesar de ter sido na parte de apoio à direção de obra que se notou uma aprendizagem superior, esta fase seria muito mais difícil sem a passagem pelas tarefas anteriores, pois requer um nível de conhecimentos, dedicação, organização e gestão da pressão. Efetivamente, no decorrer das obras foi necessário solucionar os problemas que iam aparecendo, com a maior brevidade possível, tomando decisões importantes e aplicando adequadamente os conhecimentos teórico-práticos.

Na fase final do estágio foram realizados diversos projetos, surgindo a oportunidade de aprender a dimensionar redes aerólicas e sistemas VRF. Surgiu ainda a oportunidade de trabalhar com o programa *CYPE CAD*, auxiliando à obtenção das cargas térmicas de um edifício.

Em jeito de conclusão final, fica a certeza de que esta foi a melhor opção para terminar o curso de mestrado, pois só assim se pôde ter o devido contacto com a realidade, permitindo uma melhor perceção do mercado de trabalho, seguindo sempre as regras da boa arte.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arfit (2022). Catálogo Técnico Arfit 2022.

Baião, J. (2013). Projeto de AVAC de um Lar de Idosos. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Mecânica, ISEC.

Bento, J. (2015). Relatório de estágio: Direção de obra – AVAC. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Mecânica, ISEC.

Baxi (2022). Catálogo Tabela

Costa, R. (2018). Climatização de um Edifício de Serviços - Estágio na Empresa Climacer, Lda. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Mecânica, ISEC.

CYPE Ingenieros (2011). CYPETERM – Manual do Utilizador Exemplos Práticos.

Daikin (2021). Catálogo Geral 2021.

France Air (2021). Catálogo Geral. France Air 2021-2022.

France Air (2022). Impacto da Ventilação na Qualidade do Ar.

Malça, João (2016). Apresentações das aulas de Climatização e Refrigeração. Licenciatura em Engenharia Eletromecânica. ISEC 2016.

Manual SCE (2021). Manual Técnico para a Avaliação do Desempenho Energético dos Edifícios

Marques, Luís (2011). Avaliação Técnico-Económica de Sistemas de AVAC. Dissertação de Mestrado. ISEC 2011.

Nery, L. (2013). Projecto, planeamento e acompanhamento de obra em AVAC. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Mecânica, ISEC.

Raposo, Jorge (2020). Apresentações das aulas de Instalações de AVAC. Mestrado em Engenharia Mecânica. ISEC 2020.

Roriz, L. (2011). Climatização, conceção instalação e condução de sistemas, 2ª edição, Edições Orion, Portugal 2007.

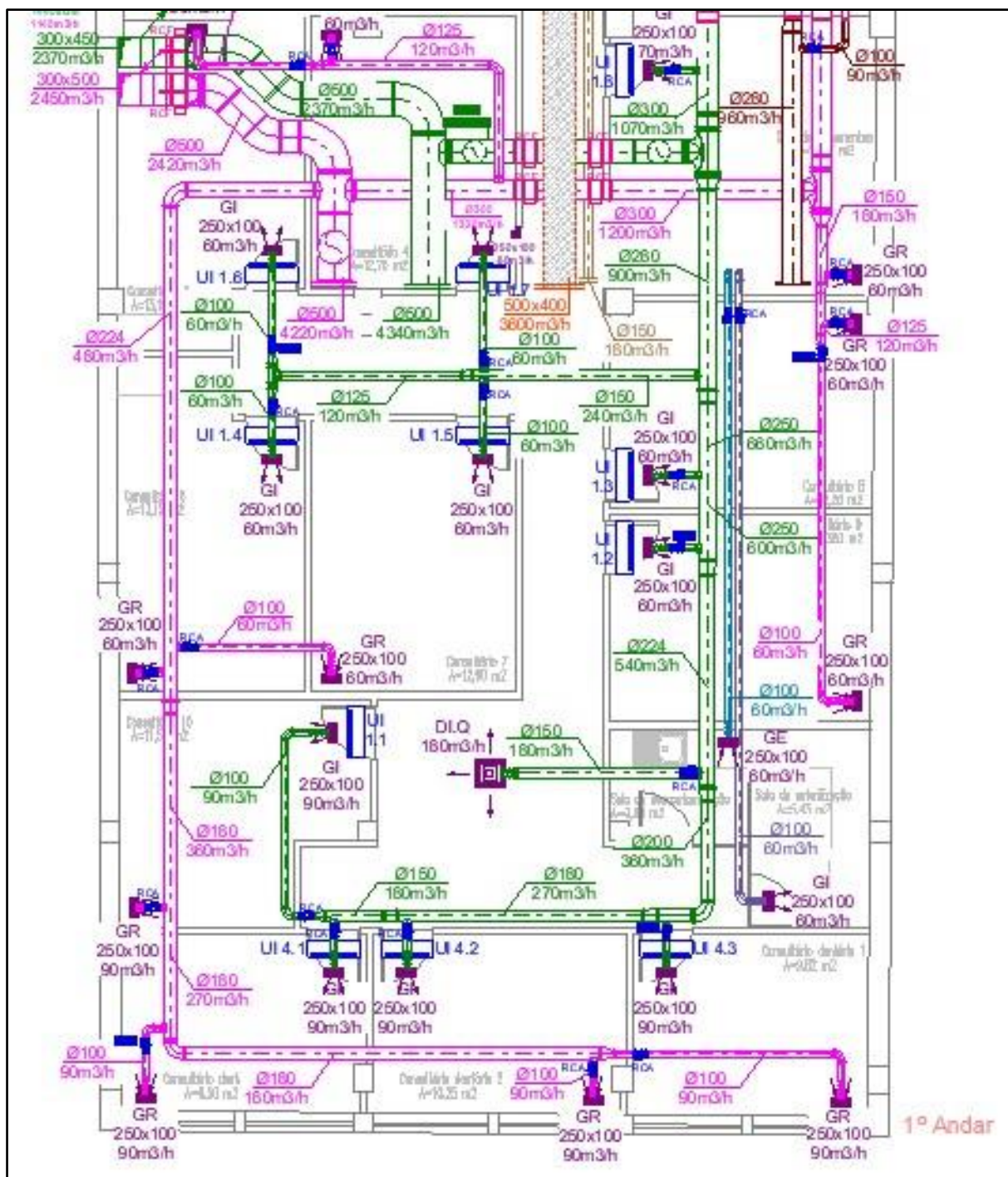
SCE (2021). Despacho (Extrato) n.º 9216/2021, de 17 de setembro 2021.

Trane (2021). Instalação Operação Manutenção (Manual de Instalador).

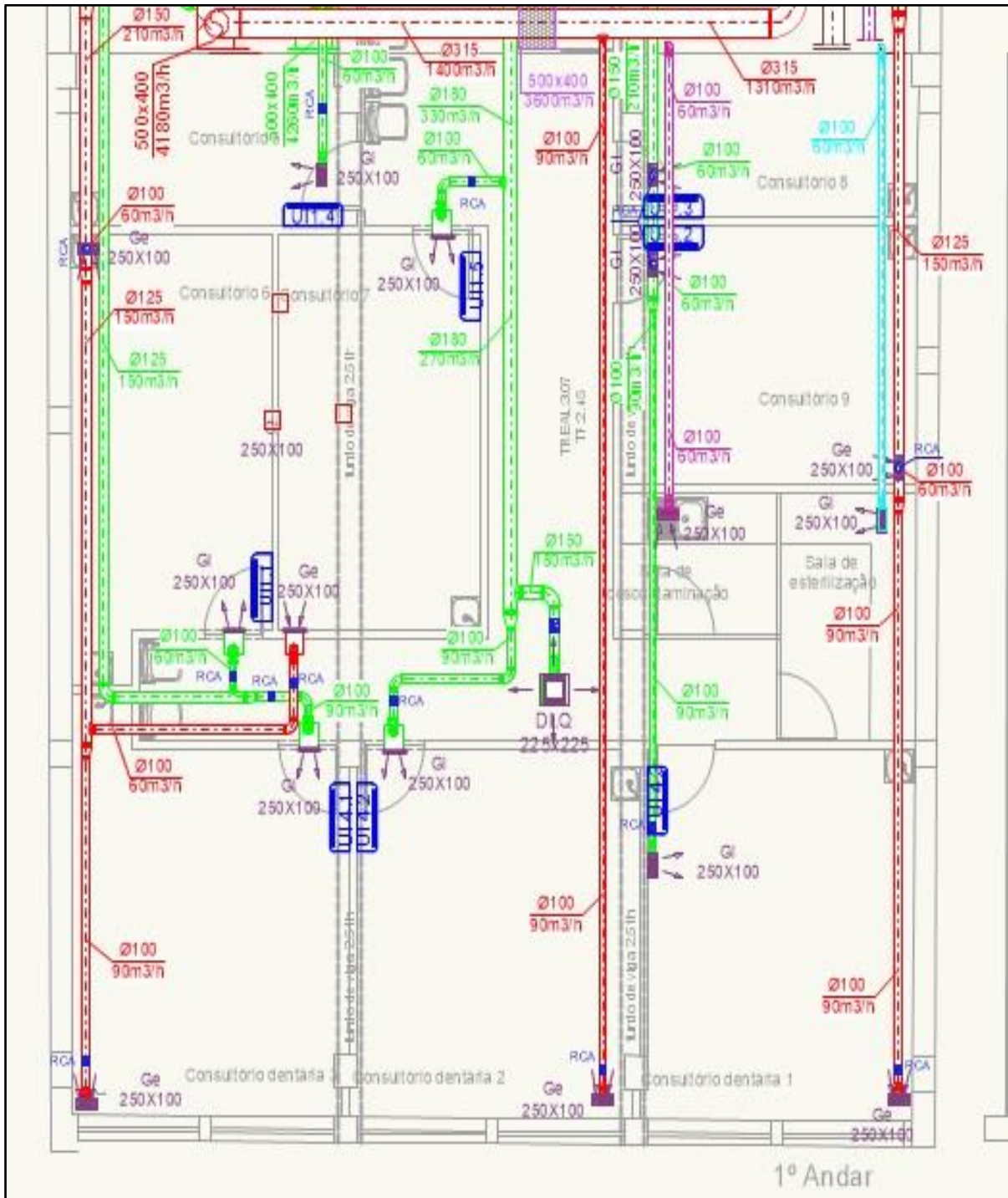
## ANEXOS

<b>Anexo I</b> – Traçado Original da Rede Aerólíca, Sindicato dos Bancários do Centro .....	60
<b>Anexo II</b> - Traçado SBC com existência de Sanca .....	61
<b>Anexo III</b> - Pedido de Aprovação de Material (PAM) .....	62
<b>Anexo IV</b> - Apanhado das Aprovações.....	63
<b>Anexo V</b> - Troço Ensaiado, Centro de Saúde Av. Fernão Magalhães, Coimbra .....	64
<b>Anexo VI</b> - Ficha de Ensaio .....	65
<b>Anexo VII</b> - Cargas Térmicas de Arrefecimento e Aquecimento.....	66
<b>Anexo VIII</b> - Planta do Posto de Análises Clínicas.....	68
<b>Anexo IX</b> - Traçado da Rede Aerólíca.....	69
<b>Anexo X</b> - Mapa de Quantidades Opção com Recuperação de Calor.....	70
<b>Anexo XI</b> - Ficha de Seleção da URC .....	71
<b>Anexo XII</b> - Mapa de Quantidades Opção sem Recuperação de Calor.....	72
<b>Anexo XIII</b> - Traçado Sistema VRF (Piso 0 e 1).....	73
<b>Anexo XIV</b> - Mapa de Quantidades Sistema VRF .....	75
<b>Anexo XV</b> - Diagrama de Cobres .....	76

### Anexo I – Traçado Original da Rede Aerólica, Sindicato dos Bancários do Centro



Anexo II - Traçado SBC com existência de Sanca



### Anexo III - Pedido de Aprovação de Material (PAM)



#### FICHA DE APROVAÇÃO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Ficha n.º: 01

Obra: ..... N.º: .....  
Cliente: .....

#### IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO \ MATERIAL SUBMETIDO A APROVAÇÃO

Designação: .....

Marca: ..... Modelo: .....

**C.T:**

Referente a: **L.M:** .....

Fabricante \ Origem: .....

Representante: .....

Documentação anexa de suporte:

Catálogo:	<input checked="" type="checkbox"/>	Especificações técnicas \ estudos:	<input checked="" type="checkbox"/>
Doc. Homol./classif./certif.:	<input checked="" type="checkbox"/>	Amostra:	<input type="checkbox"/>

#### DECISÃO

APROVADO  NÃO APROVADO

Fundamentação: .....

Data: -- / -- / 2022

A Electroclima, Lda.

.....  
João Melo

## Anexo IV - Apanhado das Aprovações



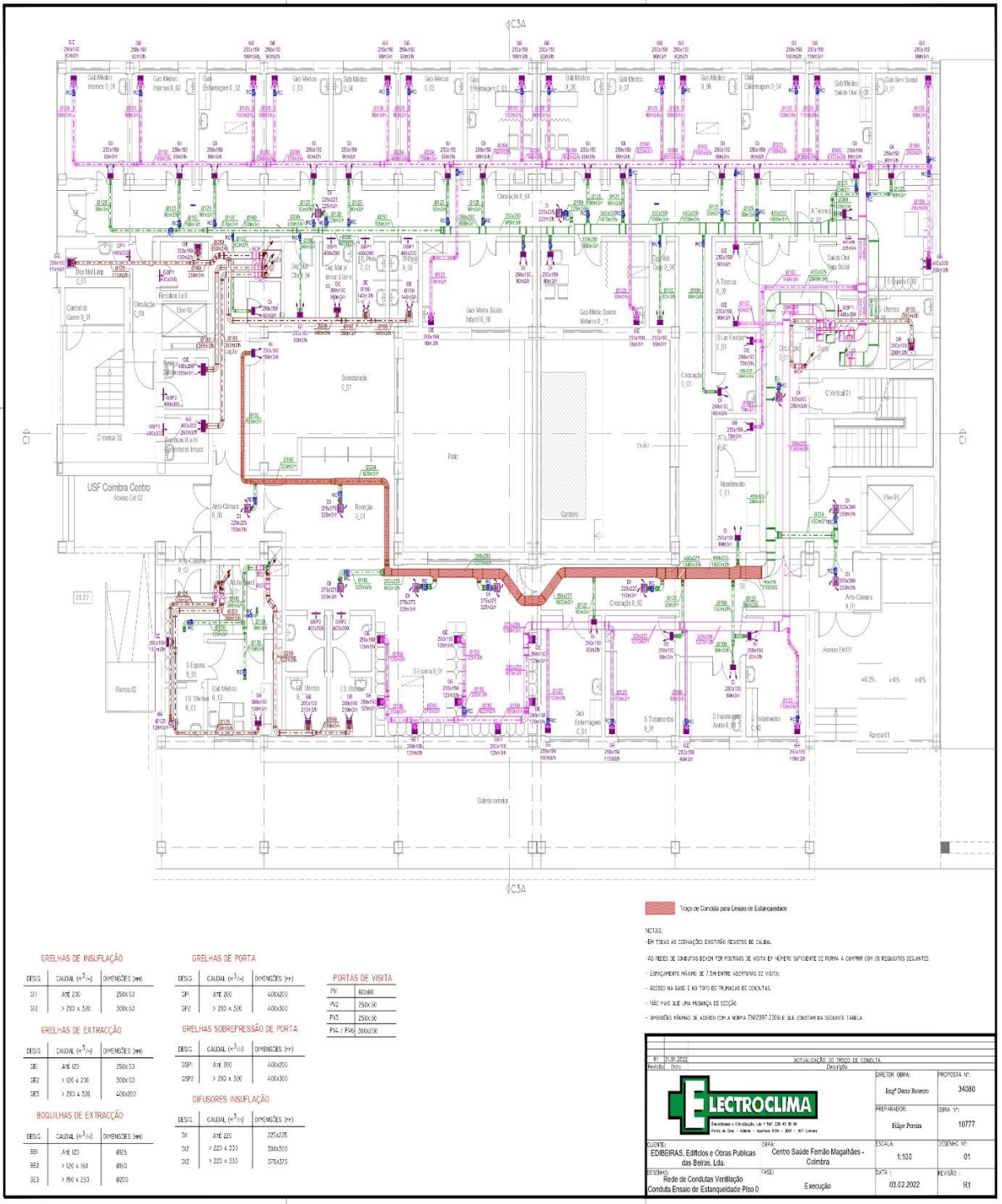
-----

### APROVAÇÃO DOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS

OBRA Nº ----

Nº PAM ELECTROCL.	Nº PAM CLIENTE	DESIGNAÇÃO	DATAS		APRECIÇÃO	DESCRITIVO DA APRECIÇÃO
			ENVIO	RESPOSTA		
PAM 01	PAME01.AVAC_REV00	Condutas Retangulares e Circulares (Tipo Spirosafe)	20/05/2022	31/05/2022	APROVADO	"Serve o presente para informar que estes PAME estão aprovados."
PAM 02	PAME02.AVAC_REV00	Isolamento Térmico de Condutas	20/05/2022	31/05/2022	APROVADO	"Serve o presente para informar que estes PAME estão aprovados."
PAM 03	PAME03.AVAC_REV00	Tubagem de Fluido Frigorígeno	20/05/2022	31/05/2022	APROVADO	"Serve o presente para informar que estes PAME estão aprovados."
PAM 04	PAME04.AVAC_REV00	Isolamento Tubagem de Fluido Frigorígeno	20/05/2022	31/05/2022	APROVADO	"Serve o presente para informar que estes PAME estão aprovados."
PAM 05	PAME05.AVAC_REV00	Tubagem de Fluido Frigorígeno Pré Isolado	20/05/2022	31/05/2022	APROVADO	"Serve o presente para informar que estes PAME estão aprovados."
PAM 06	PAME06.AVAC_REV00	Tubo Anelado	20/05/2022	31/05/2022	APROVADO	"Serve o presente para informar que estes PAME estão aprovados."
PAM 07	PAME07.AVAC_REV00	Calha Aramada	20/05/2022	31/05/2022	APROVADO	"Serve o presente para informar que estes PAME estão aprovados."
PAM 08	PAME08.AVAC_REV00	Tubo Isogrís	20/05/2022	31/05/2022	APROVADO	"Serve o presente para informar que estes PAME estão aprovados."
PAM 09	PAME09.AVAC_REV00	Calha Metálica	20/05/2022	31/05/2022	APROVADO	"Serve o presente para informar que estes PAME estão aprovados."
PAM 10	PAME10.AVAC_REV00	Tubagem PVC_Rede Condensados	20/05/2022	31/05/2022	APROVADO	"Serve o presente para informar que estes PAME estão aprovados."

## Anexo V - Troço Ensaiado, Centro de Saúde Av. Fernão Magalhães, Coimbra



Anexo VI - Ficha de Ensaio



**CENTRO DE SAÚDE FERNÃO MAGALHÃES**  
**ENSAIOS DE ESTANQUEIDADE REDE DE CONDUTAS**

CIRCUITO: **INSUFLAÇÃO UTAN 2**

REFª PROJ.: **UTAN 2**

**CIRCULAR**

SECÇÃO DO TUBO	Perímetro	COMPRIMENTO	ÁREA CONDUTA
mm	$P=2*Pi*r$	m	m2
150	0,47	2	0,94
150	0,47	6	2,73
180	0,57	4	2,43
224	0,70	6	4,22
		TOTAL (m2)	10,33

**RECTANGULAR**

SECÇÃO DA CONDUTA		COMPRIMENTO	ÁREA CONDUTA
mm		m	m2
250	250	3	2,80
300	250	2	2,42
350	275	12	15,00
400	275	5	6,75
450	275	1	1,45
		TOTAL (m2)	28,42

**PONTO DE LEITURA COM ANEMÓMETRO DE FIO QUENTE**

SECÇÃO	DISTANCIA MINIMA DO VENTILADOR
mm	m
150	0,75

**CONDIÇÕES DE ENSAIO:**

PRESSÃO DE ENSAIO ACIMA DA ATMOSFERA	400 Pa
CAUDAL DE FUGA ADMISSIVEL	1,50 l/s . m2
	5,40 m3/h . m2
ÁREA TOTAL DE CHAPA DE CONDUTA:	<b>38,75</b> m2
FUGA DE AR MÁXIMA PARA A ÁREA DE CONDUTA	58,12 l/s
	209,25 m3/h
VELOCIDADE MÁXIMA (circular)	<b>3,29</b> m/s

FREQUÊNCIA (Hz)	PRESSÃO ( Pa )	VELOCIDADE (m/s)

**ELECTROCLIMA**

**FISCALIZAÇÃO / CLIENTE**

**DATA**

mo26GT.02

## Anexo VII - Cargas Térmicas de Arrefecimento e Aquecimento

Produzido por uma ventilação

### Arrefecimento

Conjunto: Bastidor													
Recinto	Planta	Subtotais			Carga interna		Ventilação			Potência térmica			
		Estrutural (W)	Sensível interior (W)	Total interior (W)	Sensível (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensível (W)	Carga total (W)	Por superfície (W/m²)	Sensível (W)	Máxima simultânea (W)	Máxima (W)
Bastidor	Rés-do-chão	12.70	280.96	321.66	302.47	343.17	11.73	0.77	7.03	40.71	303.23	350.20	350.20
		<b>Total</b>			<b>11.7</b>		<b>Carga total simultânea</b>			<b>350.2</b>			

Conjunto: Copa													
Recinto	Planta	Subtotais			Carga interna		Ventilação			Potência térmica			
		Estrutural (W)	Sensível interior (W)	Total interior (W)	Sensível (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensível (W)	Carga total (W)	Por superfície (W/m²)	Sensível (W)	Máxima simultânea (W)	Máxima (W)
Copa	Rés-do-chão	198.08	460.73	495.62	678.58	713.47	25.13	3.28	21.64	39.90	681.86	735.11	735.11
		<b>Total</b>			<b>25.1</b>		<b>Carga total simultânea</b>			<b>735.1</b>			

Conjunto: Gabinete 1													
Recinto	Planta	Subtotais			Carga interna		Ventilação			Potência térmica			
		Estrutural (W)	Sensível interior (W)	Total interior (W)	Sensível (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensível (W)	Carga total (W)	Por superfície (W/m²)	Sensível (W)	Máxima simultânea (W)	Máxima (W)
Recepção	Rés-do-chão	427.11	489.69	671.11	944.30	1125.73	106.79	7.67	78.95	56.41	951.97	1190.95	1204.68
Gabinete 2	Rés-do-chão	517.90	587.12	768.55	1138.18	1319.60	128.92	-42.09	37.50	52.64	1096.08	1357.10	1357.10
Gabinete 1	Rés-do-chão	514.28	601.67	783.10	1149.43	1330.86	133.68	-43.65	38.89	51.23	1105.78	1369.75	1369.75
		<b>Total</b>			<b>369.4</b>		<b>Carga total simultânea</b>			<b>3917.8</b>			

Conjunto: Open Space													
Recinto	Planta	Subtotais			Carga interna		Ventilação			Potência térmica			
		Estrutural (W)	Sensível interior (W)	Total interior (W)	Sensível (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensível (W)	Carga total (W)	Por superfície (W/m²)	Sensível (W)	Máxima simultânea (W)	Máxima (W)
Sala de Reunião 1	Rés-do-chão	682.64	788.30	1067.42	1515.07	1794.19	354.31	50.90	325.29	134.59	1565.97	2093.28	2119.47
Sala de Reunião 2	Rés-do-chão	357.38	2362.66	3200.02	2801.64	3639.00	1060.17	152.31	973.32	97.89	2953.96	4606.21	4612.32
Open Space	Rés-do-chão	543.72	2266.48	3103.84	2894.51	3731.87	1060.54	152.37	973.66	99.83	3046.88	4572.25	4705.53
		<b>Total</b>			<b>2475.0</b>		<b>Carga total simultânea</b>			<b>11271.7</b>			

Conjunto: Sala de Espera													
Recinto	Planta	Subtotais			Carga interna		Ventilação			Potência térmica			
		Estrutural (W)	Sensível interior (W)	Total interior (W)	Sensível (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensível (W)	Carga total (W)	Por superfície (W/m²)	Sensível (W)	Máxima simultânea (W)	Máxima (W)
Sala de Espera	Rés-do-chão	757.73	356.10	390.99	1147.25	1182.14	18.69	2.69	17.16	87.48	1149.93	1199.30	1199.30
		<b>Total</b>			<b>18.7</b>		<b>Carga total simultânea</b>			<b>1199.3</b>			

**Aquecimento**

<b>Carga térmica de dimensionamento total do conjunto de compartimentos: Bastidor</b>						
Compartimento	Planta	Perda térmica por transmissão $\Phi_{t,i}$ (W)	Perda térmica por ventilação $\Phi_{v,i}$ (W)	Capacidade térmica de aquecimento $\Phi_{h,i}$ (W)	Carga térmica de dimensionamento simultânea $\Phi_{h,c,s,i}$ (W)	Carga térmica de dimensionamento $\Phi_{h,i}$ (W)
Bastidor	Rés-do-chão	362.91	7.58	189.23	559.57	559.72
<b>Total</b>					<b>559.57</b>	<b>559.72</b>

\* Excluída a transferência de calor para espaços pertencentes ao mesmo conjunto de compartimentos

<b>Carga térmica de dimensionamento total do conjunto de compartimentos: Copa</b>						
Compartimento	Planta	Perda térmica por transmissão $\Phi_{t,i}$ (W)	Perda térmica por ventilação $\Phi_{v,i}$ (W)	Capacidade térmica de aquecimento $\Phi_{h,i}$ (W)	Carga térmica de dimensionamento simultânea $\Phi_{h,c,s,i}$ (W)	Carga térmica de dimensionamento $\Phi_{h,i}$ (W)
Copa	Rés-do-chão	891.82	57.80	405.37	1333.48	1354.99
<b>Total</b>					<b>1333.48</b>	<b>1354.99</b>

\* Excluída a transferência de calor para espaços pertencentes ao mesmo conjunto de compartimentos

<b>Carga térmica de dimensionamento total do conjunto de compartimentos: Gabinete 1</b>						
Compartimento	Planta	Perda térmica por transmissão $\Phi_{t,i}$ (W)	Perda térmica por ventilação $\Phi_{v,i}$ (W)	Capacidade térmica de aquecimento $\Phi_{h,i}$ (W)	Carga térmica de dimensionamento simultânea $\Phi_{h,c,s,i}$ (W)	Carga térmica de dimensionamento $\Phi_{h,i}$ (W)
Receção	Rés-do-chão	759.60	141.25	469.86	1332.52	1370.71
Gabinete 2	Rés-do-chão	507.49	170.52	567.23	1199.14	1245.25
Gabinete 1	Rés-do-chão	597.46	176.83	588.20	1314.68	1362.49
<b>Total</b>					<b>3846.33</b>	<b>3978.45</b>

\* Excluída a transferência de calor para espaços pertencentes ao mesmo conjunto de compartimentos

<b>Carga térmica de dimensionamento total do conjunto de compartimentos: Open Space</b>						
Compartimento	Planta	Perda térmica por transmissão $\Phi_{t,i}$ (W)	Perda térmica por ventilação $\Phi_{v,i}$ (W)	Capacidade térmica de aquecimento $\Phi_{h,i}$ (W)	Carga térmica de dimensionamento simultânea $\Phi_{h,c,s,i}$ (W)	Carga térmica de dimensionamento $\Phi_{h,i}$ (W)
Sala de Reunião 1	Rés-do-chão	679.05	282.17	346.44	1276.00	1307.65
Sala de Reunião 2	Rés-do-chão	1289.05	844.30	1036.61	3075.25	3169.96
Open Space	Rés-do-chão	1162.65	844.60	1036.97	2949.48	3044.23
<b>Total</b>					<b>7300.73</b>	<b>7521.84</b>

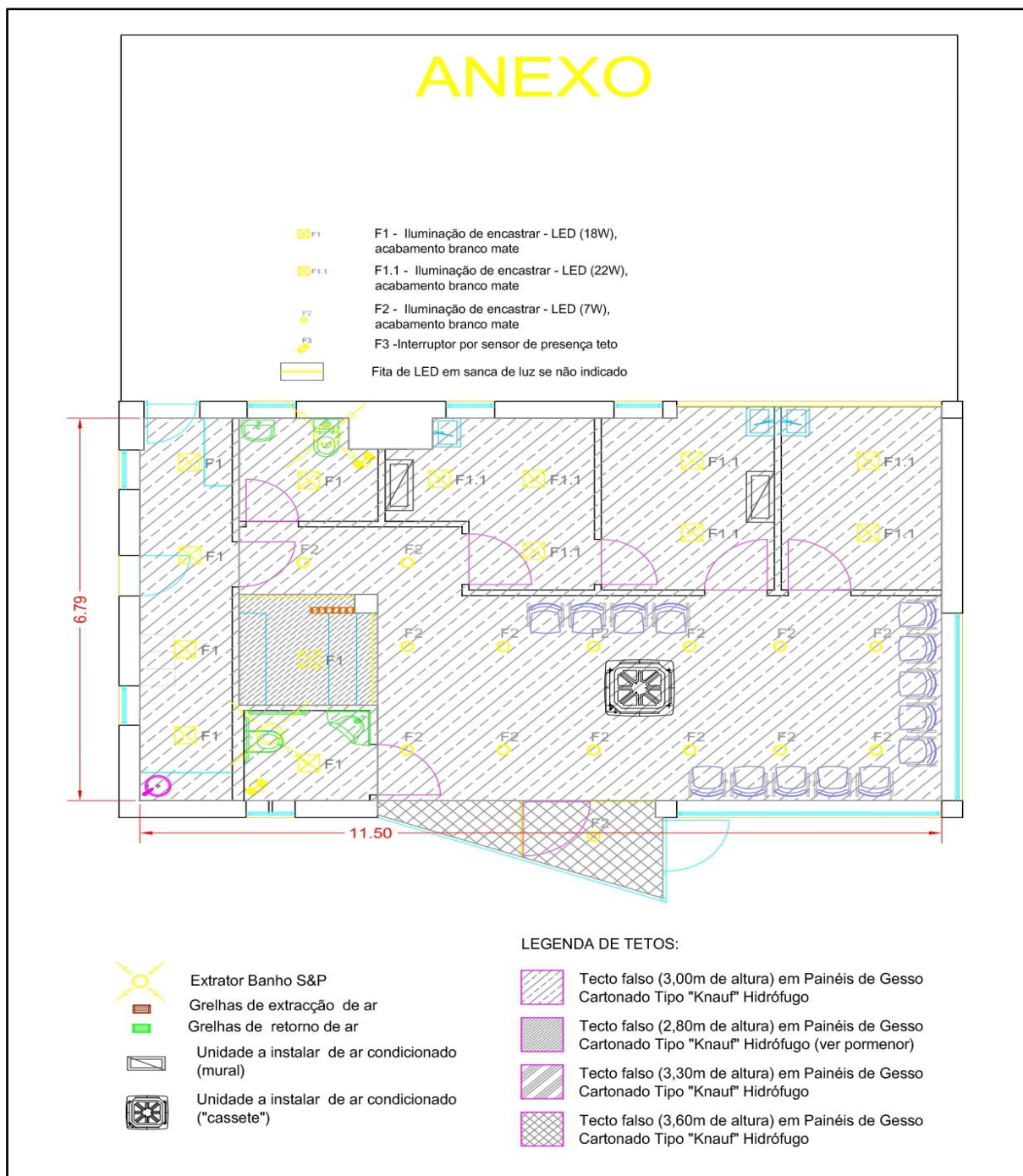
\* Excluída a transferência de calor para espaços pertencentes ao mesmo conjunto de compartimentos

<b>Carga térmica de dimensionamento total do conjunto de compartimentos: Sala de Espera</b>						
Compartimento	Planta	Perda térmica por transmissão $\Phi_{t,i}$ (W)	Perda térmica por ventilação $\Phi_{v,i}$ (W)	Capacidade térmica de aquecimento $\Phi_{h,i}$ (W)	Carga térmica de dimensionamento simultânea $\Phi_{h,c,s,i}$ (W)	Carga térmica de dimensionamento $\Phi_{h,i}$ (W)
Sala de Espera	Rés-do-chão	739.89	58.46	301.60	1076.06	1099.95
<b>Total</b>					<b>1076.06</b>	<b>1099.95</b>

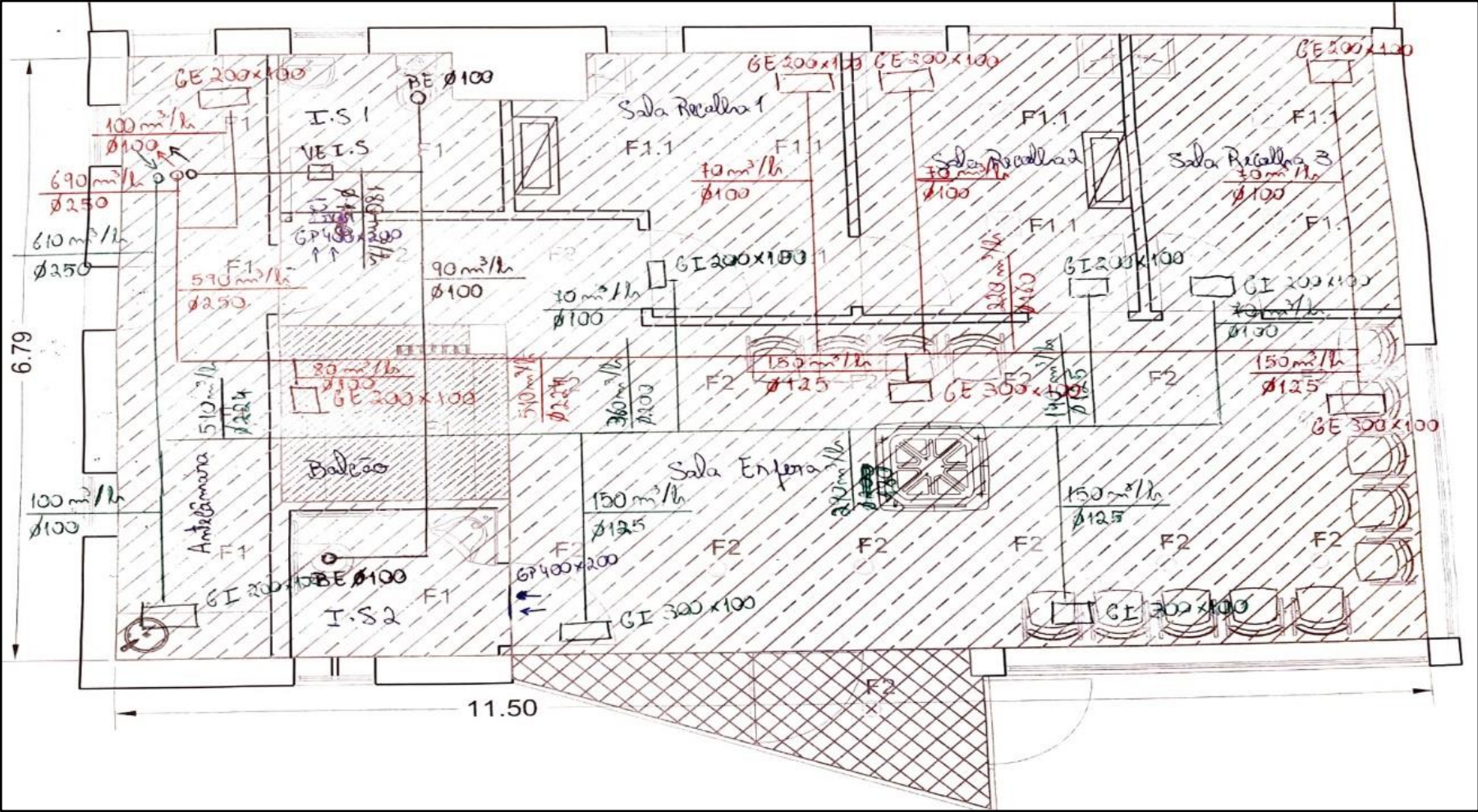
\* Excluída a transferência de calor para espaços pertencentes ao mesmo conjunto de compartimentos

Produzido por uma versão não profissional de CYPE

## Anexo VIII - Planta do Posto de Análises Clínicas



Anexo IX - Traçado da Rede Aerólica



## Anexo X - Mapa de Quantidades Opção com Recuperação de Calor



### PROJETO POSTO DE ANÁLISES CLÍNICAS

#### MAPA DE QUANTIDADES

	INSTALAÇÕES MECÂNICAS DE CLIMATIZAÇÃO	UN.	QUANTIDADE
<b>Opção A - Com Recuperação de Calor</b>			
1	SISTEMAS DE VENTILAÇÃO		
1.1	EQUIPAMENTOS DE VENTILAÇÃO		
1.1.1	Unidade de Recuperação de Calor para instalação à intempérie		
1.1.1.1	URC - Caudal de Insuflação: 610m <sup>3</sup> /h; Caudal de Extração: 690m <sup>3</sup> /h	un.	1,00
1.1.2	Ventiladores		
1.1.2.1	VE I.S - Tipo Inline para instalação em tecto falso Caudal - 180m <sup>3</sup> /h	un.	1,00
1.2	REDE AERÓLICA		
1.2.1	Condutas tipo Spiro em chapa de aço galvanizado, não isolada, com as seguintes dimensões:		
1.2.1.1	Ø100	m.l	9,00
1.2.1.2	Ø125	m.l	3,00
1.2.1.3	Ø250	m.l	12,00
1.2.2	Condutas tipo Spiro em chapa de aço galvanizado, isolada, com as seguintes dimensões:		
1.2.2.1	Ø100	m.l	21,00
1.2.2.2	Ø125	m.l	9,00
1.2.2.3	Ø160	m.l	6,00
1.2.2.4	Ø180	m.l	6,00
1.2.2.5	Ø200	m.l	3,00
1.2.2.6	Ø224	m.l	12,00
1.2.2.6	Ø250	m.l	9,00
1.2.3	Condutas tipo Spiro em chapa de aço galvanizado, isolada e revestida, com as seguintes dimensões:		
1.2.3.1	Ø250	m.l	12,00
1.3	DIFUSÃO		
1.3.1	Grelhas de Insuflação, incluindo plenos e registos de caudal		
1.3.1.1	GI 200 x 100	un.	4,00
1.3.1.2	GI 300 x 100	un.	2,00
1.3.2	Grelhas de Extração, incluindo plenos e registos de caudal		
1.3.2.1	GE 200 x 100	un.	5,00
1.3.2.2	GE 300 x 100	un.	2,00
1.3.3	Válvula de Extração		
1.3.3.1	BE Ø100	un.	2,00
1.3.4	Grelhas de Porta		
1.3.4.1	GP 400 x 200	un.	2,00
1.3.5	Registos Corta Fogo		
1.3.5.1	Ø125	un.	1,00
1.3.5.2	Ø250	un.	2,00
2	LIGAÇÕES ELÉTRICAS		
Opcional	Q.E.AVAC	un.	1,00
2.1	Instalação Elétrica	vg	1,00
3	DIVERSOS		
3.1	Ensaio da instalação e equipamentos de AVAC	vg	1,00
3.2	Assistência técnica durante o período de garantia de obra	vg	1,00
3.3	Telas Finais das Instalações de AVAC	vg	1,00

## Anexo XI - Ficha de Seleção da URC

### Unidades de Recuperação - ECOEVO 2 EC 13

**PROJECTO :** Unidade Recuperadora de Calor

**REFERÊNCIA :** REC

**DATA :** 18 de abril de 2022

---

**Ponto de funcionamento solicitado :**

**Caudal Insuflação :** 670 [m³/h]

**Caudal Extracção :** 670 [m³/h]

**Pressão Estática Disponível :** 200 [Pa]

**Selecionar Unidade de Recuperação:** ECOEVO 2 EC 13 ▼

Unidade com controlo integrado

Unidade de recuperação de calor da marca ARFIT, modelo ECOEVO 2 EC. Estrutura de elevada resistência mecânica. Construção com painéis duplos (25 mm) de excelentes características termo acústicas, com bloqueio de 1/4 que garante elevada estanquicidade. Recuperador de calor estático de fluxos paralelos contra-corrente com certificação EUROVENT, com bypass interno, filtros de ar M5,F7 e/ou F9. Tabuleiro de condensados em inox e ventiladores centrífugos de dupla aspiração com motor EC diretamente acoplado de velocidade variável. Módulos adicionais de aquecimento por água quente e resistências elétricas, e módulos de climatização por água ou de refrigeração. Esta gama de unidades cumpre com o regulamento 1253/2014 - Ecodesign 2018.

Unidade com controlo integrado, com comunicação por protocolo Modbus e dislnav dinital remoto.

---

**Dimensões e Peso :**

Modelo	A (mm)	L (mm)	P (mm)	D (mm)	Peso (kg)
ECOEVO 2 EC 13	500	1140	1140	315	151

---

**Selecionar Filtro e Módulos Adicionais:**

Módulo Bateria Aquecimento Água

Módulo Bateria Eléctrica

Módulo Bateria Climatização Água

Módulo Bateria Climatização Refrigeração

Módulo Atenuação Acústica

Classe Filtros : M5/ePM10 50% F7/ePM1 50% F9/ePM1 80%

Insuflação :

**Ponto de funcionamento da Unidade:**

Caudal seleccionado : 670 [m³/h]

Pressão Estática Disponível : 290 [Pa]

---

**Dados Técnicos:**

Potência motor [W] : 2x 370 W

Velocidade de Rotação [rpm] : 2000 rpm

Intensidade [A] : 2x 5 A

Alimentação [V/F/Hz] : 230/1/50

Nível pressão sonora [dB(A)\*]: 38

Eficiência Seca [%\*\*]: 75

Eficiência Húmida [%\*\*\*]: 87

\* Medido a 4m    \*\* 0°C/80%    20°C/55%    \*\*\* -10°C/80%    20°C/60%

**PORTUGAL**  
Zona Industrial da Mala I, Sector VIII  
R. Domingos Ferreira da Costa, 280  
4475-297 Maia

T. +351 229 797 631  
F. +351 223 720 231

Info@arfit.pt  
www.arfit.pt

N 41° 15' 37" 48  
W 8° 38' 5" 23

1

**Anexo XII - Mapa de Quantidades Opção sem Recuperação de Calor**

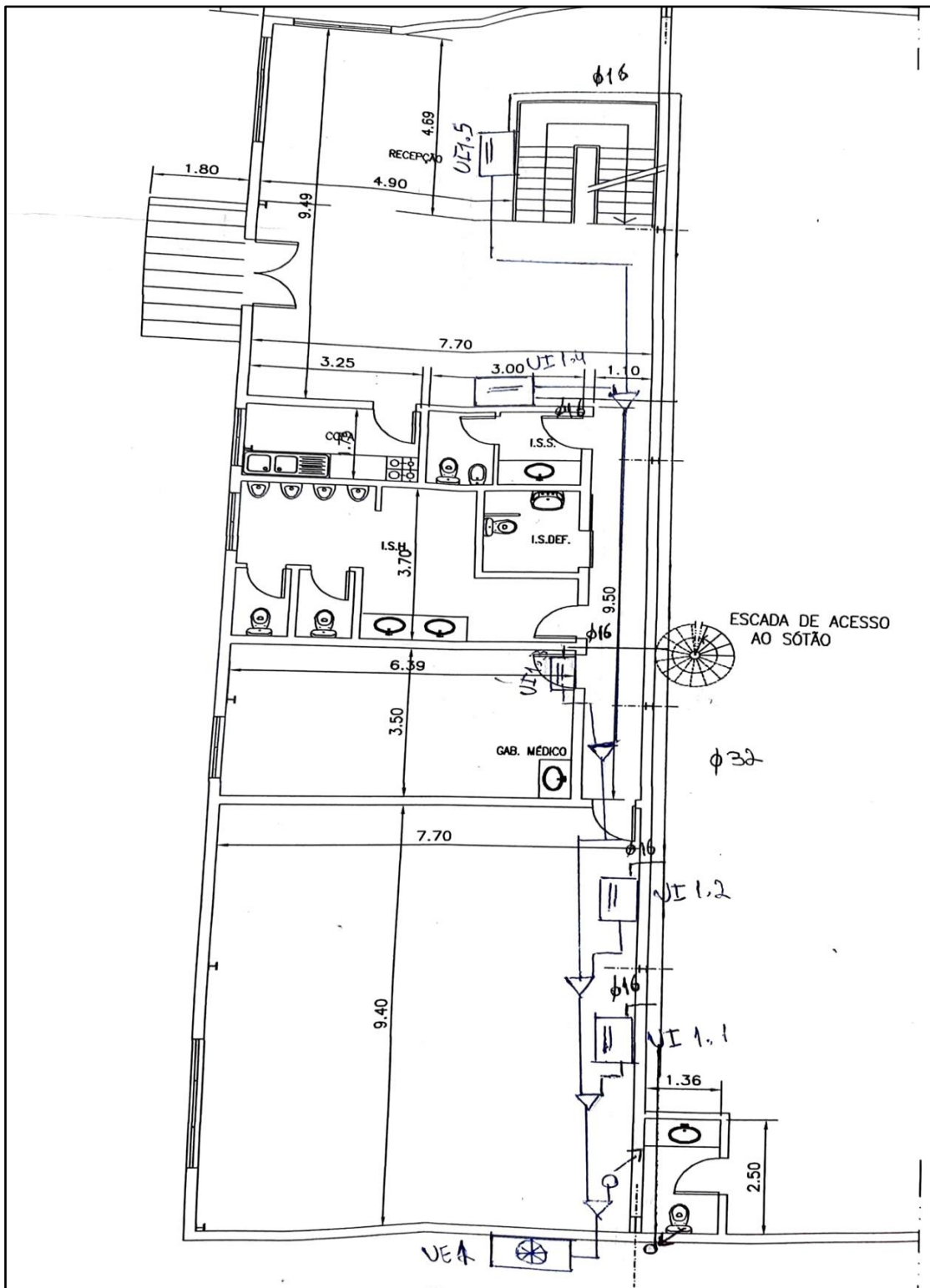


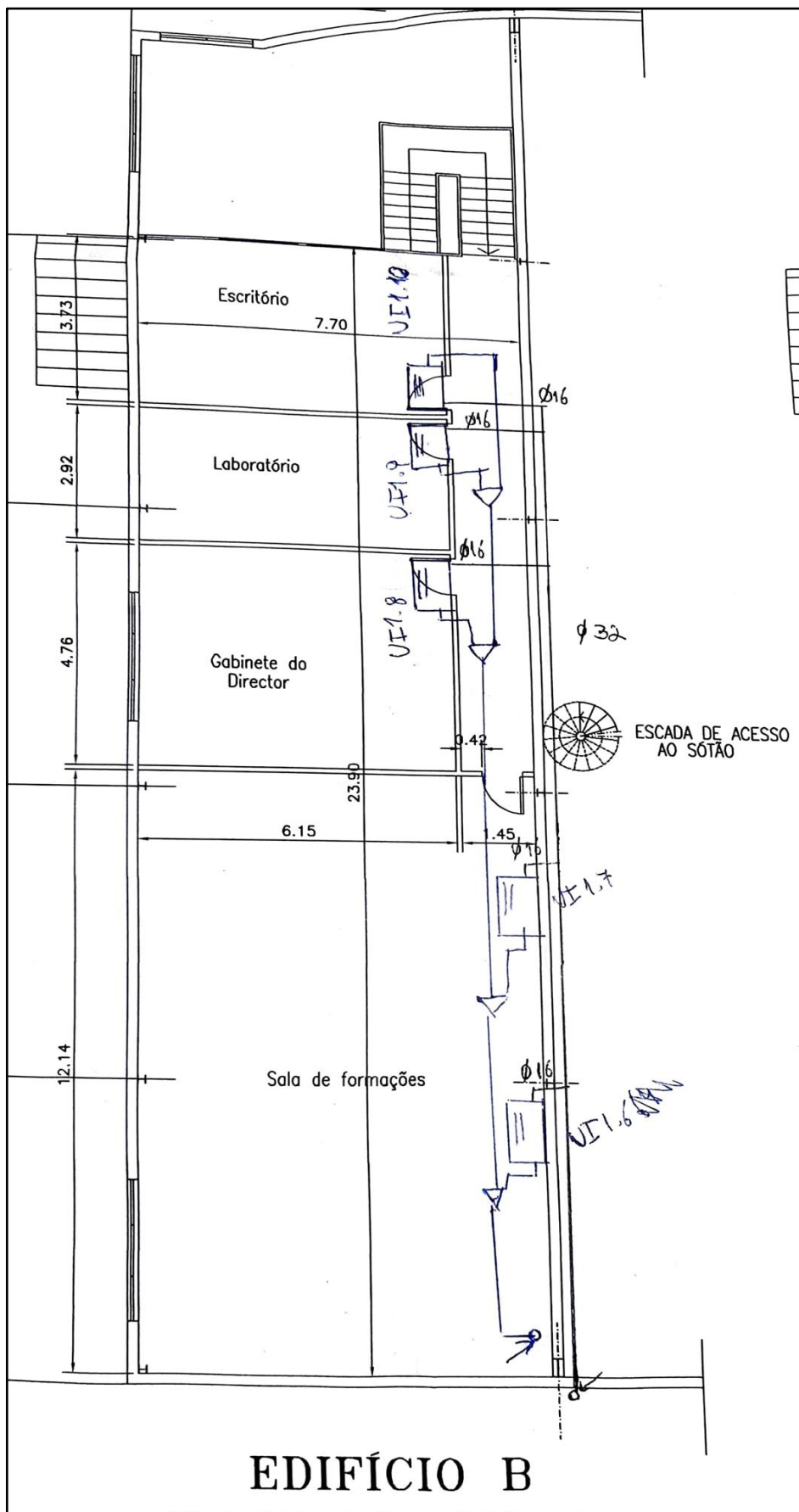
**PROJETO POSTO DE ANÁLISES CLINICAS**

**MAPA DE QUANTIDADES**

INSTALAÇÕES MECÂNICAS DE CLIMATIZAÇÃO		UN.	QUANTIDADE
<b>Opção B - Sem Recuperação de Calor</b>			
1	SISTEMAS DE VENTILAÇÃO		
1.1	EQUIPAMENTOS DE VENTILAÇÃO		
1.1.1	Ventiladores		
1.1.1.1	VAN - Ventilador de Ar Novo, tipo caixa para instalação no exterior Caudal - 610m <sup>3</sup> /h	un.	1,00
1.1.1.2	VEX - Ventilador de Extração, tipo caixa para instalação no exterior Caudal - 690m <sup>3</sup> /h	un.	1,00
1.1.1.3	VE I.S - Tipo Inline para instalação em tecto falso Caudal - 180m <sup>3</sup> /h	un.	1,00
1.2	REDE AERÓLICA		
1.2.1	Condutas tipo Spiro em chapa de aço galvanizado, não isolada, com as seguintes dimensões:		
1.2.1.1	Ø100	m.l	18,00
1.2.1.2	Ø125	m.l	6,00
1.2.1.4	Ø160	m.l	6,00
1.2.1.5	Ø224	m.l	6,00
1.2.1.6	Ø250	m.l	21,00
1.2.2	Condutas tipo Spiro em chapa de aço galvanizado, isolada, com as seguintes dimensões:		
1.2.2.1	Ø100	m.l	9,00
1.2.2.2	Ø125	m.l	6,00
1.2.2.4	Ø180	m.l	6,00
1.2.2.5	Ø200	m.l	3,00
1.2.2.6	Ø224	m.l	6,00
1.2.2.7	Ø250	m.l	6,00
1.2.3	Condutas tipo Spiro em chapa de aço galvanizado, isolada e revestida, com as seguintes dimensões:		
1.2.3.1	Ø250	m.l	6,00
1.3	DIFUSÃO		
1.3.1	Grelhas de Insuflação, incluindo plenos e registos de caudal		
1.3.1.1	GI 200 x 100	un.	4,00
1.3.1.2	GI 300 x 100	un.	2,00
1.3.2	Grelhas de Extração, incluindo plenos e registos de caudal		
1.3.2.1	GE 200 x 100	un.	5,00
1.3.2.2	GE 300 x 100	un.	2,00
1.3.3	Válvula de Extração		
1.3.3.1	BE Ø100	un.	2,00
1.3.4	Grelhas de Porta		
1.3.4.1	GP 400 x 200	un.	2,00
1.3.5	Registos Corta Fogo		
1.3.5.1	Ø125	un.	1,00
1.3.5.2	Ø250	un.	2,00
2	LIGAÇÕES ELÉTRICAS		
Opcional	Q.E.AVAC	un.	1,00
2.1	Instalação Elétrica	vg	1,00
3	DIVERSOS		
3.1	Ensaio da instalação e equipamentos de AVAC	vg	1,00
3.2	Assistência técnica durante o período de garantia de obra	vg	1,00
3.3	Telas Finais das Instalações de AVAC	vg	1,00

Anexo XIII - Traçado Sistema VRF (Piso 0 e 1)





Anexo XIV - Mapa de Quantidades Sistema VRF



SISTEMA VRF P/ GABINETES ADMINISTRATIVOS

MAPA DE QUANTIDADES

INSTALAÇÕES MECÂNICAS DE CLIMATIZAÇÃO		UN.	QUANTIDADE
1	SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO		
1.1	SISTEMAS VRF		
1.1.1	Unidades Exteriores Mini VRF, a R-410a do tipo expansão directa da série Inverter, Reversível (Bomba de Calor), para Aquecimento ou Arrefecimento das unidades interiores, própria para a montagem no exterior.		
1.1.1.1	UE 1 - MVI-335WV2GN1(A)	un.	1,00
1.1.2	Unidade Interior do tipo mural		
1.1.2.1	UI 1.9 - MI2-22GDN1	un.	1,00
1.1.2.2	UI 1.3, UI 1.5, UI 1.10 - MI2-28GDN1	un.	3,00
1.1.2.3	UI 1.4, UI 1.8 - MI2-36GDN1	un.	2,00
1.1.2.4	UI 1.1, UI 1.2 - MI2-45GDN1	un.	2,00
1.1.2.5	UI 1.6, UI 1.7 - MI2-56GDN1	un.	2,00
1.1.3	Derivadores		
1.1.3.1	FQ2HN-01D	un.	8,00
1.1.3.2	FQ2HN-02D	un.	1,00
1.1.4	Comando e Controlo		
1.1.4.1	Comando Infravermelho RM 12D	un.	10,00
1.4	REDES DE FLUÍDO FRIGORIGÉNEO		
1.4.1	Tubagem de cobre devidamente isolada, para montagem no interior, incluindo calha técnica e suportagens.		
1.4.1.1	Ø6,35	m.J	25,00
1.4.1.2	Ø9,53	m.J	42,00
1.4.1.3	Ø12,7	m.J	26,00
1.4.1.4	Ø15,9	m.J	35,00
1.4.1.5	Ø19,1	m.J	7,00
1.4.1.6	Ø25,4	m.J	3,00
1.4.2	Tubagem de cobre devidamente isolada, incluindo calha técnica e revestimento a chapa, para montagem no exterior.		
1.4.2.1	Ø6,35	m.J	8,00
1.4.2.2	Ø9,53	m.J	8,00
1.4.2.3	Ø12,7	m.J	8,00
1.4.2.4	Ø25,4	m.J	8,00
1.5	DRENAGEM DOS CONDENSADOS		
1.5.1	Tubo em PVC para esgoto de condensados das unidades interiores, montado à vista ou embuido em parede/pavimento, incluindo suportagem.		
1.5.1.1	Ø32	m.J	100,00
2	LIGAÇÕES ELÉTRICAS		
2.1	Q.E.AVAC	un.	1,00
2.2	Instalação Elétrica	vg	1,00
3	DIVERSOS		
3.1	Ensaio da Instalação e equipamentos de AVAC	vg	1,00
3.2	Assistência técnica durante o período de garantia de obra	vg	1,00
3.3	Telas Finais das Instalações de AVAC	vg	1,00

Anexo XV - Diagrama de Cobres

