



Instituto Superior de Engenharia

Politécnico de Coimbra

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Análise e implementação de um sistema AVAC num edifício de comércio e serviços

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

Especialização em Projeto, Instalação e Manutenção de Sistemas
Térmicos

Autor

David Tiago Nobre Cardoso

Orientador

Prof. João Manuel Nogueira Malça de Matos Ferreira

Supervisor na empresa Climacer S.A.

Eng.^a Juliana Gonçalves Marques Loureiro

Coimbra, abril de 2026



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

AGRADECIMENTOS

Não poderia ter sido possível terminar o presente relatório de estágio sem agradecer a todas as pessoas que me ensinaram, ajudaram, apoiaram e acompanharam ao longo deste caminho.

Ao Engenheiro Paulo Festas e à Engenheira Juliana Loureiro, um grande obrigado pela oportunidade, pela orientação, pela ajuda, pelos ensinamentos e por todo o acompanhamento no decorrer do estágio.

A toda a equipa da empresa Climacer S.A., em especial à Engenheira Liliana Vidal, ao Engenheiro Luis Nery e à Engenheira Joana Queirós, pela ajuda, paciência e por me transmitirem toda a sua experiência e conhecimento no decorrer do estágio.

A toda a minha família, especialmente aos meus pais pelo apoio, pelo carinho e pelo incentivo para a realização deste Mestrado.

A todos os meus amigos, agradeço todo o apoio dado durante esta caminhada, pela disponibilidade em me ajudar e acreditarem em mim.

Ao Prof. João Malça, agradeço o apoio, colaboração, a disponibilidade para me orientar neste caminho e o acompanhamento prestado não só durante a realização do estágio curricular, mas durante todo o meu percurso pelo ensino superior.

A todos vós, o meu muito obrigado!

RESUMO

Este relatório descreve as atividades desenvolvidas no decorrer do estágio curricular na empresa Climacer S.A. em Coimbra. Este estágio enquadrou-se no âmbito da frequência do curso de Mestrado em Engenharia Mecânica, área de especialização de Projeto, Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos, do Instituto Superior de Engenharia do Politécnico de Coimbra.

Pelo facto de a Climacer S.A. ser uma empresa especializada em instalações especiais MEP (Mechanical, Electrical and Plumbing), com grande foco na área de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC), este relatório aborda sistemas de climatização e ventilação disponíveis no mercado aplicados a sistemas reais, destacando as suas especificidades e as diversas aplicações.

O estágio dividiu-se em três fases distintas: Departamento de Orçamentação tendo-se elaborado diversos orçamentos; Direção de obra, onde se elaboraram diversas fichas de aprovação de material (FAM) e se executou um estudo de erros e omissões; e Departamento de Métodos e Preparação no âmbito do qual se realizaram numerosas preparações de obra. Em particular, no departamento de Métodos e Preparação desenvolveu-se a preparação de uma zona do complexo turístico “Sublime Comporta II “, em Grândola, apresentando este relatório uma abordagem aprofundada de todas as etapas envolvidas, incluindo desafios e dificuldades e respetivas soluções.

A realização do estágio curricular foi determinante para aplicar os conhecimentos adquiridos durante a componente curricular do Mestrado em Engenharia Mecânica e adquirir experiência prática em contexto profissional.

Palavras-Chave: AVAC, Direção de Obra, Orçamentação, Preparação, Projeto

ABSTRACT

This report describes the activities developed during the curricular internship conducted at the company Climacer S.A., in Coimbra. This internship fell within the scope of the Master's course in Mechanical Engineering, specialization in Design, Installation and Maintenance of Thermal Systems, at the Instituto Superior de Engenharia de Coimbra of the Polytechnic of Coimbra.

Because Climacer S.A. is a company specialized in MEP (mechanical, electrical and plumbing) installations, with a strong focus on the area of Heating, Ventilation and Air Conditioning (HVAC), this report addresses air conditioning and ventilation systems available on the market and applied to real systems, highlighting their specificities and applications.

The internship was divided into three phases: Budget Department, with several budgets being prepared; Production Management, where several material approval forms (FAM) were prepared, and a study of errors and omissions was carried out; and the Department of Methods and Preparation, within which numerous work preparations were carried out. In particular, in the Department of Methods and Preparation, the analysis and preparation of an area of the “Sublime Comporta II” tourist complex in Grândola was developed. This report presents an in-depth assessment of all the steps involved, including challenges and difficulties, and solutions found.

Conducting the curricular internship was crucial to applying the knowledge acquired during the curricular component of the Master's in Mechanical Engineering and acquiring practical experience in a professional context.

Keywords: Budgeting, HVAC, Preparation, Production Management, Project

ÍNDICE

Agradecimentos	ii
Resumo	iii
Abstract.....	iv
Índice.....	v
Índice de figuras.....	vii
Índice de Tabelas	x
Abreviaturas	xi
1 Introdução	1
1.1 Apresentação e Objetivo do estágio	1
1.2 Apresentação da empresa.....	1
1.3 Principais obras	2
1.4 Organização do relatório.....	4
2 Sistemas e equipamentos AVAC	5
2.1 Conceito de AVAC.....	5
2.2 Diferentes classificações de sistemas AVAC	5
2.3 Renovação de ar em edifícios	5
2.4 Equipamentos principais de uma rede aerólica num sistema AVAC	6
2.4.1 Unidade de tratamento de ar (UTA)	6
2.4.2 Ventiladores	9
2.4.3 Registos corta-fogo	10
2.4.4 Conduatas.....	11
2.5 Equipamentos principais de uma rede hidráulica num sistema AVAC	16
2.5.1 Piso radiante.....	16
2.5.2 Depósito de AQS	17
2.5.3 Depósito de Inércia.....	18
2.5.4 Vaso de expansão	19
2.6 Equipamentos principais de uma rede de fluido frigorigéneo num sistema AVAC.....	20
2.6.1 Sistema split e multi-split.....	20
2.6.2 Sistema VRF / VRV	21
3 Atividades desenvolvidas	23
3.1 Departamento de Orçamentação	23

3.2	Direção de obra.....	29
3.3	Análise de erros e omissões	31
3.4	Departamento de Métodos e Preparação.....	32
3.5	Outras tarefas desenvolvidas	33
4	Instalação estudada	34
4.1	Descrição do edifício estudado	34
4.2	Considerações iniciais de projeto	35
4.3	Descrição do sistema a implementar	36
4.4	Preparação do edifício em AutoCad MEP.....	37
4.5	Instalação de condutas.....	49
4.6	Instalação de piso radiante.....	51
5	Conclusão	56
	Referências bibliográficas	57
	Anexos	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Sede da empresa Climacer S.A. (Climacer, 2024)	2
Figura 1.2 -Exemplos de obras realizadas pelas Climacer S.A.: a) Hospital CUF Descobertas; b) Hospital CUF Tejo; c) Edifício ALLO Alcântara; d) Hotel Corinthia; e) Hotel Ludovice; f) Sede da Ageas Portugal; g) Edifício Bluepharma Coimbra; h) Edifício TUMO Coimbra.....	4
Figura 2.1 - UTA modular da France Modulys Play Evo (France Air, 2024).....	9
Figura 2.2 - UTA compacta da Trane AL-KO Easyair (Trane, 2025).....	9
Figura 2.3 - Ventilador axial Systemair AXC (Systemair, 2024)	10
Figura 2.4 - Ventilador centrífugo Soler & Palau ILHT (Soler & Palau, 2024).....	10
Figura 2.5 - Registo corta-fogo retangular Systemair FDR-3G (Systemair, 2024) ..	11
Figura 2.6 - Registo corta-fogo circular France Air Circé 4 (France Air, 2024)	11
Figura 2.7 - Conduta retangular em aço galvanizado (Os Netos do Simão, 2025) .	11
Figura 2.8 - Conduta circular em aço galvanizado (Os Netos do Simão, 2025).....	12
Figura 2.9 - Conduta circular em aço inox (Os Netos do Simão, 2025)	12
Figura 2.10 - Curva de 90° para conduta retangular em aço galvanizado (Os Netos do Simão, 2025)	12
Figura 2.11 - Curvas de diversos ângulos para conduta circular em aço galvanizado (Os Netos do Simão, 2025).....	13
Figura 2.12 - Transformação OG para ligação entre conduta retangular e conduta circular em aço galvanizado (Os Netos do Simão, 2025).....	13
Figura 2.13 - Condutas Circulares de aço galvanizado isoladas.....	14
Figura 2.14 - Exemplo de aplicação de material corta-fogo em conduta retangular de desenfumagem (Tria, 2025).....	15
Figura 2.15 – Exemplo de conduta do ramal principal e secundário junto ao teto com projeção corta-fogo	15
Figura 2.16 – Pormenor de desvio da conduta do ramal principal relativamente à viga existente	16
Figura 2.17 – Exemplo de piso radiante elétrico (Warmup 2025).....	17
Figura 2.18 – Exemplo de piso radiante hidráulico (Giacomini, 2025)	17
Figura 2.19 – Exemplo de depósito AQS (Baxi, 2024).....	18
Figura 2.20 – Exemplo de depósito de inércia (Videira, 2024).....	19
Figura 2.21 - Vaso de expansão Caleffi 568 (Caleffi, 2024)	20

Figura 2.22 - Sistema split Daikin TXF35E (Daikin, 2026)	21
Figura 2.23 - Sistema multi-split Mitsubishi Electric MXZ-3HA50VF (Mitsubishi Electric, 2024).....	21
Figura 2.24 - Sistema VRV Daikin série VRV-IV (Daikin, 2026)	22
Figura 3.1 - Exemplo de índice de caderno de encargos	24
Figura 3.2 - Excerto de um mapa de quantidades	25
Figura 3.3 – Exemplo de checklist de orçamentação.....	25
Figura 3.4 – Excerto da folha de cálculo ARCON	26
Figura 3.5 – Exemplo de proposta comercial.....	27
Figura 3.6 – Exemplo de proposta técnica.....	28
Figura 3.7 – Organograma do Departamento de Produção da empresa Climacer, S.A.	29
Figura 3.8 - Folha de apoio a erros e omissões.....	31
Figura 4.1 - Vista completa do complexo turístico “Sublime Comporta II” assinalando-se a zona da praça.....	34
Figura 4.2 - Vista em planta da zona da Praça	35
Figura 4.3 - Projeto do piso 0 da zona administrativa	37
Figura 4.4 - Projeto do piso 1 da zona administrativa	37
Figura 4.5 - Preparação do piso 0 da zona administrativa.....	38
Figura 4.6 - Preparação do piso 1 da zona administrativa.....	38
Figura 4.7 Projeto da área técnica interior do piso 1 do restaurante.....	40
Figura 4.8 - Preparação da área técnica interior do piso 1 do restaurante.....	40
Figura 4.9 - Preparação da área técnica exterior do piso 0 do restaurante	42
Figura 4.10 - Corte das áreas técnicas interiores do piso 1 da zona do restaurante e do <i>Kids club</i>	42
Figura 4.11 - Preparação 3D do piso 0 e piso 1 da zona das lojas	43
Figura 4.12 – Preparação 3D do piso 0 e piso 1 do <i>Kids club</i>	43
Figura 4.13 - Layout da preparação do piso 0 da Praça.....	44
Figura 4.14 - Conflito entre instalação da rede aerólica e os negativos na laje da zona do restaurante.....	45
Figura 4.15 - Preparação das instalações sanitárias do restaurante.....	45
Figura 4.16 - Preparação 3D da área técnica do piso 1 do <i>Kids club</i>	46
Figura 4.17 - Preparação com cortes da área técnica do piso 1 do Kids club	46

Figura 4.18 – Paredes de betão do piso 1 do <i>Kids club</i> onde serão instalados os difusores lineares	47
Figura 4.19 - Preparação 3D da área técnica do piso 1 do <i>Kids club</i> com a rede de difusores que será instalada	47
Figura 4.20 - Área técnica interior do piso 1 do restaurante.....	48
Figura 4.21 - Área técnica interior do piso 1 do restaurante.....	48
Figura 4.22 - Conduta instalada na vertical na courette entre diferentes pisos.....	50
Figura 4.23 - Conduta instalada com a inclinação do telhado à saída da área técnica interior do piso 1 do restaurante.....	50
Figura 4.24 - Conduta apoiada nos suportes da cobertura do restaurante na zona de refeição.....	51
Figura 4.25 – Esquema de instalação de piso radiante (Giacomini, 2025)	52
Figura 4.26 – Exemplo da colocação de tubo para piso radiante seguindo o <i>layout</i> em forma de espiral (Giacomini, 2025).....	52
Figura 4.27 – Instalação de um sistema de piso radiante em forma de espiral (Giacomini, 2025)	53
Figura 4.28 – Pormenor de curvatura do tubo de um sistema de piso radiante (Giacomini, 2025)	53
Figura 4.29 – Pormenor de curvatura de tubo de um sistema de piso radiante em forma de espiral (Giacomini, 2025).....	54
Figura 4.30 - Placas de isolamento para o piso radiante na zona das lojas	54
Figura 4.31 - Pormenor de instalação de placa de isolamento e tubagem para piso radiante.....	55
Figura 4.32 - Instalação de piso radiante na zona da biblioteca	55

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Caudal de ar novo por ocupante, em função do tipo de espaço (DGEG, 2021).....	6
Tabela 2.2 - Caudal de ar novo por m ² , em função do tipo de espaço (Diário da República, 2021)	6
Tabela 4.1 - N° de ocupantes por edifício	35

ABREVIATURAS

AQS	Água Quente Sanitária
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
FAM	Ficha de Aprovação de Material
RECS	Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços
UE	Unidade Exterior
UI	Unidade Interior
URC	Unidade de Recuperação de Calor
UTA	Unidade de Tratamento de Ar
UTAN	Unidade de Tratamento de Ar Novo
VRF	Variable Refrigerant Flow
VRV	Variable Refrigerant Volume

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação e Objetivo do estágio

O presente relatório é elaborado para descrever as principais atividades desempenhadas durante o estágio curricular, no âmbito do Mestrado em Engenharia Mecânica, na área de especialização de Projeto, Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, que decorreu na empresa Climacer S.A. de outubro de 2023 a junho de 2024.

O principal objetivo deste estágio curricular foi a integração no mercado de trabalho na área de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC), permitindo adquirir o conhecimento do funcionamento da empresa e aprofundar o conhecimento teórico adquirido durante o primeiro ano de mestrado em Engenharia Mecânica.

Neste documento está registado o trabalho que foi desenvolvido durante o estágio curricular passando pelos diferentes departamentos: Orçamentação, Métodos e Preparação e Direção de Obra.

1.2 Apresentação da empresa

A Climacer S.A. é uma empresa especializada em projeto, instalação e manutenção de sistemas de AVAC, localizada em Trouxemil, Coimbra. Foi fundada em 1990 iniciando as suas atividades com a instalação de sistemas de ar condicionado, ventilação, aquecimento centralizado, eletricidade e redes hidráulicas. Com o desenvolvimento de novos departamentos, em 1993, a empresa transferiu-se para a Zona Industrial da Pedrulha, Coimbra. Com o rápido crescimento da empresa, em 2006, foi necessária nova transferência para novas instalações em Trouxemil, com uma área de escritório e armazém e uma área fabril, onde até à data se localiza (Figura 1.1). Ao longo dos últimos 10 anos, a empresa esteve envolvida em obras de grande relevo em todo o país, implicando o contínuo crescimento no setor. A estrutura da empresa Climacer S.A. é definida através do organigrama apresentado no anexo I.



Figura 1.1 - Sede da empresa Climacer S.A. (Climacer, 2024)

1.3 Principais obras

A empresa Climacer, S.A. conta já com inúmeras grandes obras públicas e privadas em diversos setores (hoteleiro, residencial, hospitalar, etc.), destacando-se:

- Hospital CUF Descobertas
- Hospital CUF Tejo
- Edifício ALLO Alcântara
- Hotel Corinthia
- Hotel Ludovice
- Sede da Ageas Portugal
- Edifício Bluepharma Coimbra
- Edifício TUMO Coimbra

Análise e implementação de um sistema AVAC num edifício de comércio e serviços



a)



b)



c)



d)



e)



f)



g)



h)

Figura 1.2 -Exemplos de obras realizadas pelas Climacer S.A.: a) Hospital CUF Descobertas; b) Hospital CUF Tejo; c) Edifício ALLO Alcântara; d) Hotel Corinthia; e) Hotel Ludovice; f) Sede da Ageas Portugal; g) Edifício Bluepharma Coimbra; h) Edifício TUMO Coimbra

1.4 Organização do relatório

Em primeiro lugar, o capítulo 1 consiste numa introdução, englobando o enquadramento e objetivos do estágio, a apresentação da empresa onde decorreu o estágio e a organização do presente relatório.

De seguida, o capítulo 2 aborda, de forma breve, os principais conceitos, tipos de sistemas e equipamentos relacionados com o setor do AVAC e com relevância para o trabalho apresentado neste relatório.

O capítulo 3 descreve as atividades desempenhadas em departamentos específicos da empresa Climacer, S.A. nomeadamente no departamento de Orçamentação, de Métodos e Preparação e Direção de Obra.

Posteriormente, capítulo 4 apresenta a instalação AVAC estudada, com foco em detalhes do projeto, equipamentos utilizados na instalação e preparação de obra, incluindo otimizações realizadas e compatibilização entre as várias especialidades.

Por fim, no capítulo 5 apresentam-se as principais conclusões e faz-se um balanço global do estágio.

2 SISTEMAS E EQUIPAMENTOS AVAC

2.1 Conceito de AVAC

Segundo a ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), AVAC consiste num sistema integrado que abrange processos de aquecimento, ventilação e ar condicionado com o objetivo de garantir o conforto térmico, a qualidade do ar e a segurança dos ocupantes de um edifício, além de promover a eficiência energética. É um processo bastante complexo pois depende da tipologia do edifício, da estrutura do espaço, da envolvente, da taxa de ocupação, entre outros. O termo AVAC refere-se aos sistemas projetados para controlar temperatura, humidade e qualidade do ar em edifícios e desempenha um papel crucial no conforto e eficiência energética em ambiente residencial, comercial e industrial (ASHRAE, 2020).

2.2 Diferentes classificações de sistemas AVAC

Os sistemas AVAC podem classificar-se em termos da organização espacial dos equipamentos em sistemas centralizados e sistemas descentralizados ou individuais.

O sistema centralizado é um sistema de climatização em que os equipamentos de produção térmica se concentram numa instalação e num local distintos dos espaços a climatizar, sendo o frio, calor ou humidade transportados por um fluido térmico. Exemplos de aplicação deste tipo de sistemas podem ser encontrados em centros comerciais, hospitais, escritórios e edifícios de grandes dimensões (DGEG, 2020).

O sistema descentralizado ou individual é um sistema em que o equipamento de produção de frio ou calor se encontra junto ao local a climatizar. Exemplos de aplicação deste tipo de sistemas são habitações unifamiliares, lojas e pequenos edifícios de escritório.

2.3 Renovação de ar em edifícios

A renovação de ar consiste em garantir a qualidade do ar no interior de um edifício, substituindo o ar interior viciado por ar exterior limpo, contribuindo para o conforto dos ocupantes, reduzindo a concentração de dióxido de carbono, eliminando contaminantes e odores e contribuindo para a conservação do edifício ao evitar a acumulação de humidade no seu interior. A renovação do ar no interior do edifício pode ser realizada por um sistema de ventilação mecânica ou de forma natural, regulado por normas e legislação específica como o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS) no Decreto-Lei nº 101-D/2020 que define os caudais mínimos de ar novo a garantir consoante a tipologia do edifício e o número de ocupantes.

De acordo com o manual SCE, a Tabela 2.1 ilustra o caudal de ar novo necessário por ocupante em função do tipo de espaço e a Tabela 2.2 ilustra o caudal de ar novo necessário em função da carga poluente devida ao edifício:

Tabela 2.1 - Caudal de ar novo por ocupante, em função do tipo de espaço (DGEG, 2021)

Tipo de Espaço	Tipo de Atividade	Caudal de Ar novo (m ³ /h. ocupante)
Quarto	Sono	16
Sala	Descanso	20
Escritório	Sedentária	24
Laboratório	Moderada	35
Ginásio	Alta	98

Tabela 2.2 - Caudal de ar novo por m², em função do tipo de espaço (Diário da República, 2021)

Situação do edifício	Caudal de Ar novo (m ³ /h. m ²)
Sem atividade que envolva a emissão de poluentes	3
Com atividade que envolva a emissão de poluentes	5
Em espaços com existência predominante de materiais de baixa emissão poluente	2
Piscinas (em que a área de referência é a área do plano de água)	20

Existem dois tipos de renovação de ar: ventilação natural ou ventilação mecânica utilizando ventiladores e condutas. Seja através de ventilação natural ou mecânica, garantir a qualidade do ar interior do edifício é essencial para manter as pessoas no interior confortáveis e sem perigo para a saúde dos ocupantes.

2.4 Equipamentos principais de uma rede aerólica num sistema AVAC

2.4.1 Unidade de tratamento de ar (UTA)

Uma Unidade de Tratamento de Ar (UTA) é um equipamento essencial cuja principal função é garantir a qualidade do ar em espaços onde as especificações em relação a temperatura, humidade e contaminantes são importantes como por exemplo em salas, auditórios, laboratórios e outros espaços hospitalares, escolas, museus, bibliotecas, aeroportos e demais edifícios onde exista um número elevado de ocupantes.

A escolha do tipo de UTA depende das necessidades específicas do espaço e da sua utilização. Existem três tipos distintos de UTAs: modular (Figura 2.1), compacta (Figura 2.2) e *rooftop*. As compactas são utilizadas maioritariamente em pequenos escritórios onde o espaço é limitado e a exigência térmica não é alta. As UTAs modulares, ou em módulos, permitem ajustes e personalização, sendo ideais para hospitais, laboratórios e indústria onde o controlo da qualidade do ar e da temperatura é bastante importante. Por fim, as unidades *rooftop* estão preparadas para ser colocadas na cobertura de um edifício, sendo mais económicas e práticas, pois facilitam a montagem e manutenção e libertam espaço no interior do edifício.

No que diz respeito ao reaproveitamento do ar interior, é importante distinguir entre recirculação de ar no interior da UTA ou se se trata apenas de insuflação de ar exterior sem recirculação de ar do interior (UTAN). Enquanto a UTA com recirculação de ar permite misturar uma parte do ar extraído do interior com ar novo, tornando-a muito versátil e, por isso, ser aplicada em quase todos os casos, a UTAN é projetada para funcionar apenas com ar novo exterior, sem qualquer recirculação de ar interior. É por isso, mais indicada para locais onde existe a necessidade de isolar o ar da zona e não o fazer circular por outras zonas, como por exemplo hospitais e laboratórios garantindo uma renovação de ar constante e evitando assim contaminação de diferentes zonas. Em qualquer uma das versões, a unidade de tratamento de ar desempenha um papel determinante no conforto, segurança e na eficiência energética de um edifício.

Os principais componentes das UTAs são responsáveis por garantir a eficácia do sistema de climatização e a qualidade do ar fornecido ao ambiente: filtro de ar, ventiladores, registos de caudal e baterias de aquecimento e arrefecimento.

O filtro de ar é o primeiro componente a destacar, por ser responsável por remover partículas e contaminantes do ar que provém da conduta de retorno do espaço a ser climatizado ou da conduta de ar novo proveniente do exterior. A sua escolha depende do nível de filtragem adequado ao espaço em questão. Existem três classificações principais de filtros segundo a norma EN 13779 (European Committee for Standardization, 2007), a norma EN 1822 (European Committee for Standardization, 2019) e a norma ISO 16890 (ISO, 2016):

- Filtros de baixa eficiência são designados como G1 a G4;
- Filtros de média eficiência são designados como M5, M6 e F7 a F9;
- Filtros de alta eficiência são designados como E10 a E12, H13 e H14 e U15 a U17;

Os filtros de média e baixa eficiência removem partículas de maiores dimensões como poeiras e pólen, sendo os filtros mais utilizados e filtros de alta eficiência que removem partículas com menores dimensões (cerca de 0.3 micron) são ideais para instalações em hospitais, laboratórios e indústria farmacêutica (Rui Cavaca Marcos, 2023).

Outro componente fundamental é o ventilador cuja função é garantir a circulação do ar pela UTA e pelas condutas que ligam a UTA ao espaço a climatizar e ao

exterior. Os ventiladores possuem variador de frequência que permite ajustar a velocidade de rotação das pás do ventilador de acordo com o que o circuito exige proporcionando menor consumo de energia e melhor controlo do caudal à saída da UTA. Existem ventiladores centrífugos, indicados para instalações onde a rede aerólica é de grandes dimensões e é necessário uma pressão elevada e ventiladores axiais utilizados onde é necessário maior caudal e o espaço disponível para instalação da UTA é menor (Rui Cavaca Marcos, 2023).

As baterias de aquecimento e arrefecimento são igualmente essenciais, pois são responsáveis por regular a temperatura e humidade do ar. As baterias de aquecimento e arrefecimento têm apenas a capacidade de desumidificar o ar. Caso seja necessário humidificar o ar, é necessário a colocação de um módulo com humidificador. Estas baterias são constituídas por serpentinas de cobre ou alumínio circulando no seu interior um fluido (normalmente água ou fluido frigorigéneo) que permite aquecer ou arrefecer o ar ao atravessar as serpentinas.

Por fim, os registos de caudal desempenham um papel importante no controlo do caudal de ar que entra e sai da UTA, garantindo a adequada renovação do ar no espaço climatizado e evitando a recirculação de ar viciado.

Em conjunto, estes componentes asseguram um funcionamento eficiente, higiénico e adaptado às necessidades específicas de cada situação.



Figura 2.1 - UTA modular da France Modulys Play Evo (France Air, 2024)



Figura 2.2 - UTA compacta da Trane AL-KO Easyair (Trane, 2025)

2.4.2 Ventiladores

Os ventiladores são componentes fundamentais de uma rede aerólica, sendo responsáveis por movimentar o ar de forma eficaz desde o ponto de tomada de ar até aos pontos terminais da instalação. A seleção do ventilador mais adequado para cada sistema deve ter em conta diversos fatores, como o tipo de aplicação, o nível de pressão necessário, a eficiência energética, o ruído, o custo e a manutenção necessária.

Existem diferentes tipos de ventiladores no mercado, embora os mais utilizados sejam os centrífugos e os axiais. Os ventiladores centrífugos são utilizados em redes de condutas que necessitam de alta pressão como por exemplo redes aerólicas longas e com múltiplos pontos terminais (Figura 2.4). Os ventiladores axiais têm a capacidade de movimentar grandes caudais de ar a baixa pressão, sendo mais simples (facilitando a manutenção) e de menor custo do que os centrífugos (Figura 2.3).



Figura 2.3 - Ventilador axial Systemair AXC (Systemair, 2024)

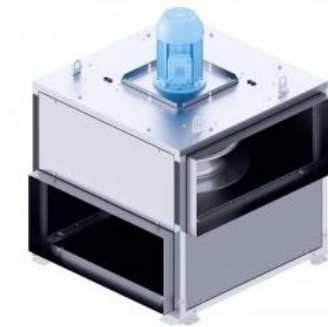


Figura 2.4 - Ventilador centrífugo Soler & Palau ILHT (Soler & Palau, 2024)

2.4.3 Registos corta-fogo

Os registos corta-fogo são equipamentos obrigatórios em instalações de AVAC, instalados nas condutas da rede aerólica, que, em caso de incêndio, impedem a propagação de fogo e fumo mantendo a integridade dos compartimentos corta-fogo.

O acionamento do registo corta-fogo deve-se ao fusível térmico ou a um termóstato que funde normalmente aos 70°C que ativando a mola de fecho que faz com que a lâmina feche o caminho na conduta à passagem de ar.

A manutenção periódica destes equipamentos é bastante importante para verificação do seu bom funcionamento nomeadamente o bom funcionamento do mecanismo de fecho, o estado dos vedante e o estado do fusível térmico assegurando que estão operacionais quando for necessário proteger a segurança dos ocupantes e do edifício.

Na Figura 2.5 e Figura 2.6 estão representados exemplos de registos corta-fogo.



Figura 2.5 - Registo corta-fogo retangular Systemair FDR-3G (Systemair, 2024)



Figura 2.6 - Registo corta-fogo circular France Air Circé 4 (France Air, 2024)

2.4.4 Condutas

As condutas são elementos fundamentais na rede aerólica de um sistema de AVAC pois servem de ligação entre o equipamento principal gerador de movimento de ar e a zona a climatizar quer para a difusão de ar novo, quer para a extração de ar viciado ou na extração de fumos em caso de incêndio.

Normalmente de secção retangular (Figura 2.7) ou circular (Figura 2.8), fabricadas em aço galvanizado ou em aço inox (Figura 2.9) quando se trata de condutas de desenfumagem ou quando o ambiente pode ser considerado corrosivo. É fundamental que as condutas possuam as dimensões corretas, pois isso assegura uma velocidade de passagem de ar adequada, o que vai minimizar as perdas de carga e o nível de ruído, que, por sua vez, aumenta o conforto nos espaços.



Figura 2.7 - Conduta retangular em aço galvanizado (Os Netos do Simão, 2025)



Figura 2.8 - Conduto circular em aço galvanizado (Os Netos do Simão, 2025)



Figura 2.9 - Conduto circular em aço inox (Os Netos do Simão, 2025)

Para se adaptar à arquitetura do edifício, é muitas vezes necessário realizar curvas como as apresentadas na Figura 2.10 e Figura 2.11, e transformações, como a apresentada na Figura 2.12, ao longo do percurso das condutas contornando assim obstáculos. Os ângulos das curvas mais comuns são 30°, 45°, 60° e 90°, podendo em casos mais específicos ser fabricado um ângulo diferente para se ajustar com precisão ao local de instalação.



Figura 2.10 - Curva de 90° para conduta retangular em aço galvanizado (Os Netos do Simão, 2025)



Figura 2.11 - Curvas de diversos ângulos para conduta circular em aço galvanizado (Os Netos do Simão, 2025)



Figura 2.12 - Transformação OG para ligação entre conduta retangular e conduta circular em aço galvanizado (Os Netos do Simão, 2025)

No caso de insuflação e de retorno de ar da zona a climatizar, as condutas devem ser isoladas com isolamento térmico, por exemplo Rockwool 133 ou Rocterm Manta AC 40/60, para evitar perdas de energia no trajeto desde o equipamento de climatização até ao difusor que distribui o ar para o interior do espaço (Figura 2.13). Este isolamento é fundamental para manter a temperatura do ar, garantindo menores consumos e maior eficiência energética do sistema, evitando condensações superficiais e aumentando o conforto térmico das pessoas.



Figura 2.13 - Conduitas Circulares de aço galvanizado isoladas

No caso de desenfumagem, as condutas devem ser especificamente projetadas para resistir a alta temperatura sem ceder nem propagar o incêndio a outras zonas. Por isso, as condutas são revestidas com um material corta-fogo, por exemplo Tria Dossolan 3000 (Figura 2.14), é composto por fibras minerais resistentes ao fogo. Este tipo de material é produzido por máquinas de projeção específica garantindo uma cobertura uniforme e eficaz do revestimento como apresentado na Figura 2.15 e Figura 2.16. Com este tipo de revestimento, é garantida a segurança dos ocupantes, cumprindo os requisitos legais em vigor e assegurando que, em caso de incêndio, a extração de fumos continua a realizar-se durante o tempo necessário à evacuação do edifício.

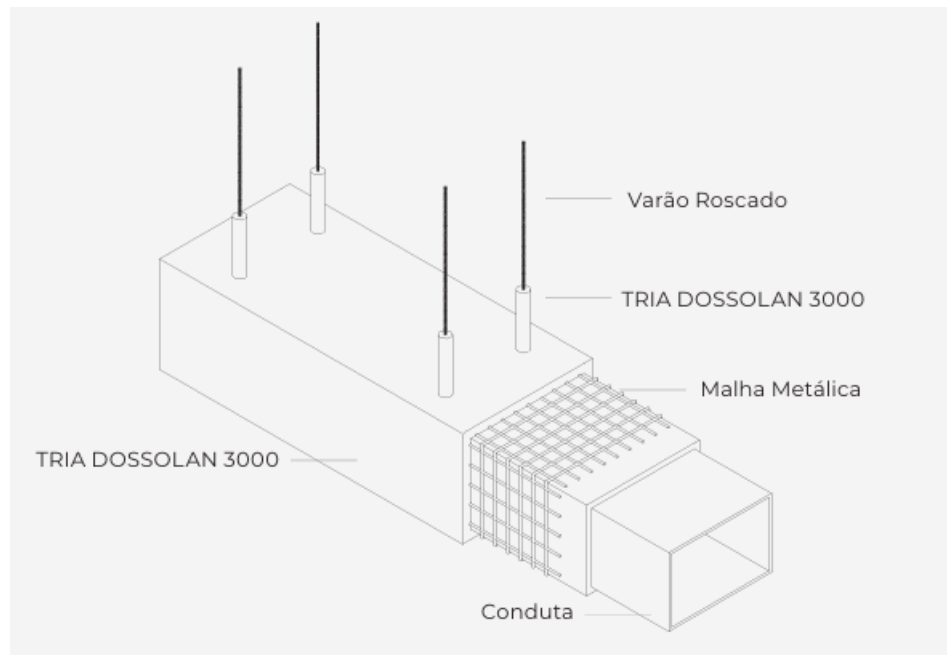


Figura 2.14 - Exemplo de aplicação de material corta-fogo em conduta retangular de desenfumagem (Tria, 2025)



Figura 2.15 – Exemplo de conduta do ramal principal e secundário junto ao teto com projeção corta-fogo



Figura 2.16 – Pormenor de desvio da conduta do ramal principal relativamente à viga existente

2.5 Equipamentos principais de uma rede hidráulica num sistema AVAC

2.5.1 Piso radiante

A solução de aquecimento por piso radiante proporciona um elevado conforto térmico graças à distribuição uniforme de calor a partir do pavimento, criando uma sensação agradável em todo o espaço.

Existem duas opções principais de sistemas de piso radiante: elétrico e hidráulico. O sistema elétrico funciona através da passagem de eletricidade por cabos resistivos que geram calor, o qual é transferido diretamente para o espaço a climatizar. Esta opção é mais indicada para áreas mais pequenas ou onde seja necessário um aquecimento mais rápido, como em casas de banho ou divisões de uso pontual (Figura 2.17).

Por outro lado, o sistema hidráulico utiliza água aquecida por uma fonte externa ao sistema — como uma bomba de calor ou uma caldeira — que circula por tubagens embutidas no pavimento, libertando o calor de forma gradual; este tipo é mais eficiente em áreas maiores, em climas frios ou em edifícios com elevada inércia térmica, onde a rapidez de aquecimento não seja prioritária (Figura 2.18).

Apesar das diferenças no funcionamento, os componentes de ambos os sistemas são semelhantes, incluindo cabos ou tubos, termostatos para regulação da temperatura, isolamento térmico para reduzir perdas de calor e revestimento do pavimento compatível com este tipo de aquecimento. Esta solução é cada vez mais valorizada pela sua eficiência energética, conforto e integração estética no espaço.

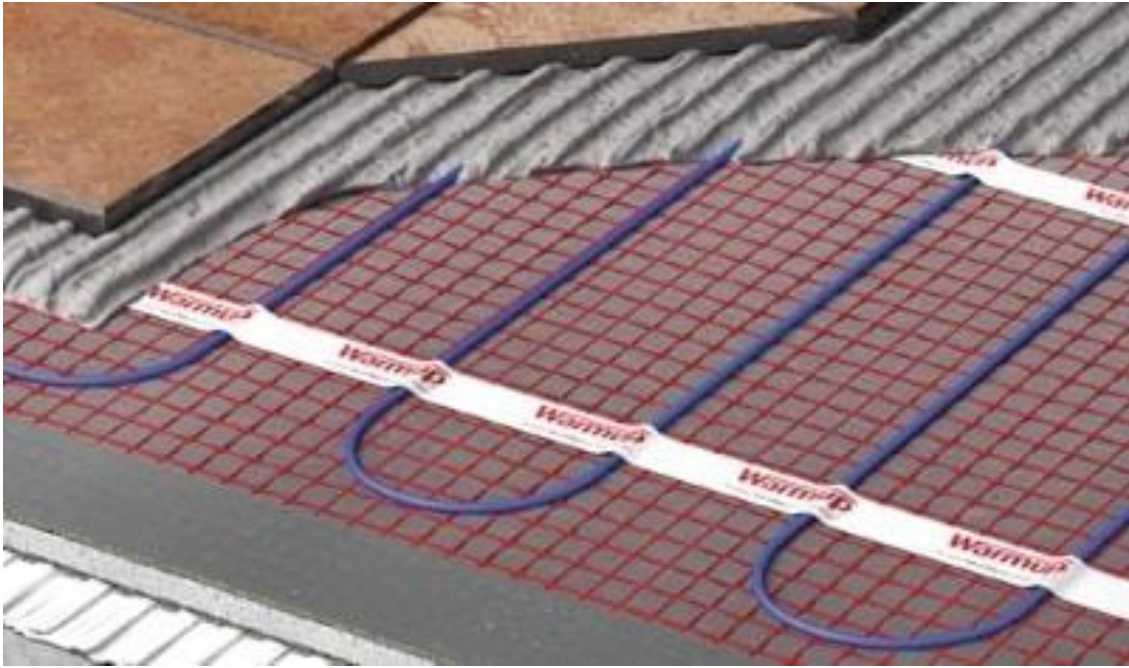


Figura 2.17 – Exemplo de piso radiante elétrico (Warmup 2025)

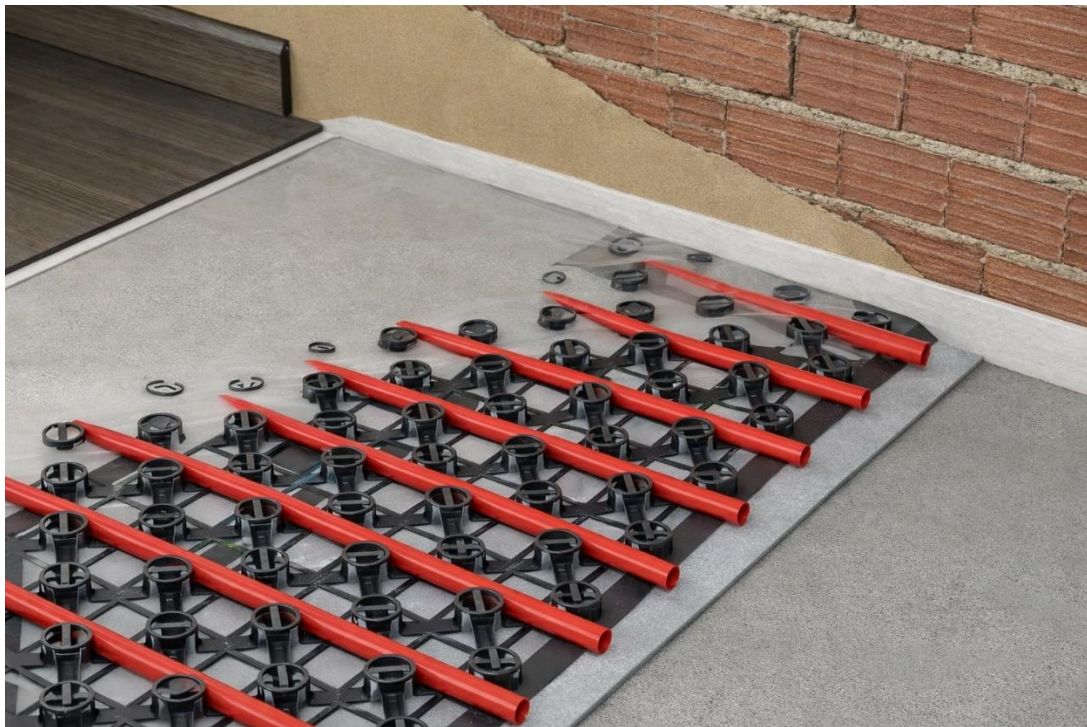


Figura 2.18 – Exemplo de piso radiante hidráulico (Giacomini, 2025)

2.5.2 Depósito de AQS

O depósito de água quente sanitária (AQS) é utilizado para garantir um fornecimento contínuo de água quente para duchas, alimentação de torneiras e sistemas de aquecimento. A sua função principal é assegurar que a água quente esteja sempre disponível, mesmo quando a produção instantânea não é suficiente.

O componente principal é o tanque, normalmente construído em material metálico e isolamento térmico, de forma a minimizar as perdas de calor e manter a temperatura da água durante longos períodos. Este depósito pode incluir uma resistência elétrica ou uma serpentina ligada a uma fonte de calor externa, como uma caldeira ou bomba de calor. Para garantir a segurança do sistema, são instaladas válvulas de segurança e de purga, que evitam sobrepressões e permitem a libertação de ar acumulado. Além disso, um termostato permite regular e manter a temperatura da água dentro dos níveis desejados, contribuindo para o conforto, a eficiência energética e a segurança do utilizador.

Este tipo de solução é essencial em habitações, edifícios de serviços e instalações onde a procura por água quente seja constante e previsível.

Na Figura 2.19 estão representados exemplos de depósitos AQS.



Figura 2.19 – Exemplo de depósito AQS (Baxi, 2024)

2.5.3 Depósito de Inércia

O depósito de inércia é um equipamento cuja função principal é armazenar energia térmica sob a forma de água quente ou fria, absorvendo variações de temperatura da água e reduzindo ciclos de arranque e paragem dos equipamentos produtores de energia do sistema. Normalmente construídos em aço carbono, aço inoxidável ou aço vitrificado com uma camada de isolamento térmico, são equipados com acessórios que asseguram o seu bom funcionamento, como válvulas de segurança e de purga, evitando sobrepressões no sistema, e termóstatos e manómetros que permitem regular a temperatura da água e a pressão no interior do depósito. A Figura 2.20 ilustra um depósito de inércia.



Figura 2.20 – Exemplo de depósito de inércia (Videira, 2024)

2.5.4 Vaso de expansão

O vaso de expansão desempenha um papel fundamental no equilíbrio da pressão num circuito hidráulico, garantindo tanto a segurança, como o funcionamento eficiente dos equipamentos. O vaso de expansão atua absorvendo as variações de volume da água que ocorrem, por exemplo, quando a água aquece e se expande, aumentando a pressão no sistema. Essa pressão é aliviada graças à dilatação da membrana flexível no interior do vaso, que absorve o excesso de volume e mantém a pressão estável.

Um vaso de expansão ligado a um circuito de água quente sanitária é composto por vários elementos essenciais: o corpo do vaso, geralmente fabricado em aço inoxidável ou outro material resistente para assegurar durabilidade; a membrana, feita de borracha ou de um material flexível e resistente a temperaturas elevadas, que permite a dilatação necessária; e ainda válvulas de segurança e de purga, que têm a função de aliviar pressões excessivas e permitir a expulsão de ar ou outros gases acumulados no sistema. Deste modo, o vaso de expansão é vital para proteger a instalação contra danos provocados por sobrepressões, prolongando a vida útil dos componentes e assegurando o seu desempenho estável e seguro.

A Figura 2.21 exemplifica o vaso de expansão de uma instalação.



Figura 2.21 - Vaso de expansão Caleffi 568 (Caleffi, 2024)

2.6 Equipamentos principais de uma rede de fluido frigorigéneo num sistema AVAC

2.6.1 Sistema split e multi-split

O sistema de expansão direta é uma solução simples e eficiente para climatização, sendo capaz de servir um único espaço, como no sistema split (Figura 2.22), ou vários espaços em simultâneo, como no sistema multi-split (Figura 2.23).

Este tipo de sistema está dividido em três componentes principais: a unidade exterior, a unidade interior e o controlador.

A unidade exterior tem como função principal realizar a troca de calor entre o fluido frigorigéneo e o ar exterior, através da mudança de fase do fluido, podendo estar ligada a múltiplas unidades interiores. As unidades interiores são responsáveis climatizar os espaços e podem apresentar diferentes configurações, adaptadas às necessidades e limitações do local: as unidades de teto, instaladas em tetos falsos, são ideais para ambientes com espaço reduzido; as unidades de parede ou murais, mais comuns, são aplicadas diretamente nas paredes; e as unidades de conduta, instaladas fora do espaço a climatizar, funcionam ligadas a este por condutas de insuflação e retorno, sendo discretas e adequadas para soluções integradas. O sistema é controlado por um controlador que regula o caudal de fluido em cada unidade interior, permitindo uma gestão eficiente e personalizada da climatização. Este controlo pode ser feito de forma individual, programado por horário ou ajustado

automaticamente, contribuindo significativamente para a otimização do consumo energético e para o aumento da eficiência global de um edifício.



Figura 2.22 - Sistema split Daikin TXF35E (Daikin, 2026)

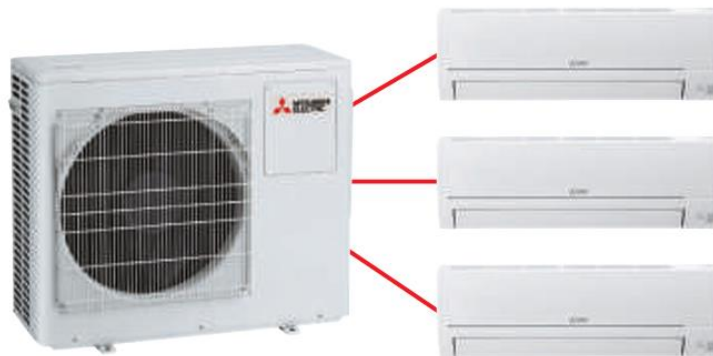


Figura 2.23 - Sistema multi-split Mitsubishi Electric MXZ-3HA50VF (Mitsubishi Electric, 2024)

2.6.2 Sistema VRF / VRV

As designações VRF (Variable Refrigerant Flow) e VRV (Variable Refrigerant Volume) referem-se essencialmente ao mesmo tipo de sistema de climatização, sendo que a principal diferença reside no facto de VRV ser uma marca registada da Daikin, enquanto VRF é a designação genérica utilizada por todas as outras marcas.

Estes sistemas são semelhantes aos sistemas multi-split, mas apresentam uma tecnologia mais avançada, permitindo que cada unidade interior funcione de forma independente. Essa característica proporciona uma maior eficiência energética e uma flexibilidade superior, já que possibilita o controlo individualizado da temperatura em diferentes zonas de um edifício. O funcionamento baseia-se na circulação de

fluido frigorigéneo através de uma rede de tubagem de cobre, que liga uma unidade exterior a múltiplas unidades interiores, ajustando o caudal de fluido conforme as necessidades específicas de cada espaço. Esta capacidade de modulação e controlo preciso torna os sistemas VRF/VRV ideais para edifícios com múltiplas divisões e diferentes requisitos de climatização (Figura 2.24).

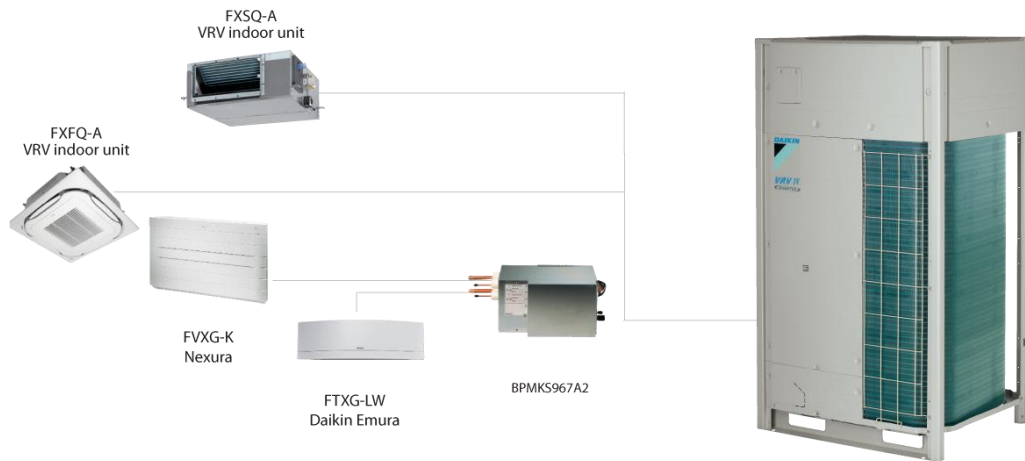


Figura 2.24 - Sistema VRV Daikin série VRV-IV (Daikin, 2026)

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

3.1 Departamento de Orçamentação

O departamento de Orçamentação é responsável por receber projetos de clientes, estudar os processos recebidos e elaborar propostas de acordo com a solicitação dos clientes. Os principais objetivos da orçamentação são determinar o valor global dos trabalhos a realizar, prever possíveis falhas no projeto e alertar o cliente para a potencial necessidade de um processo de erros e omissões, além de balizar o prazo para a conclusão da obra e garantir a margem de lucro final.

O processo de orçamentação inicia-se com a criação da pasta onde são guardados todos os elementos fornecidos pelo cliente. A análise do processo é o passo seguinte e tem uma grande importância, pois ajuda a compreender o conceito a aplicar, a dimensão da obra e os equipamentos a instalar. Esta análise baseia-se no estudo do caderno de encargos (Figura 3.1), o mapa de quantidades (Figura 3.2), peças desenhadas e outros documentos que descrevam o edifício e o sistema a instalar.

ÍNDICE

1. DEFINIÇÃO DA EMPREITADA	1
1.1. Trabalhos incluídos na empreitada	1
1.2. Preparação de obra	1
1.3. Trabalhos excluídos na empreitada	2
1.4. Erros e omissões do projeto	2
1.5. Normas e Legislação	2
2. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	7
2.1. Bombas de calor - AQS e Pavimento Radiante	7
2.1.1. Unidade Exterior	7
2.1.2. Unidade Interior Altherma HT	8
2.2. Depósitos de acumulação de Água Quente Sanitária	9
2.3. Grupo de Eletrobombas de Água	10
2.3.1. Electrobomba In-line velocidade constante e rotor imerso	10
2.4. Equipamento de Tratamento de Água	12
2.5. Vasos de Expansão	13
2.6. Tubagem e Acessórios	13
2.6.1. Distribuição de Água Quente e refrigerada	13
2.6.2. Drenagem de Condensados	15
2.6.3. Coletores de Distribuição	15
2.7. Pintura	16
2.8. Suportes	16
2.9. Isolamentos Térmicos	17
2.10. Válvulas e Acessórios Diversos	18
2.10.1. Válvulas de Seccionamento	18
2.10.2. Válvulas Motorizadas	19
2.10.3. Válvulas de Globo	19
2.10.4. Válvulas de Regulação e Medição de Caudal	19
2.10.5. Válvulas de Retenção	19
2.10.6. Válvulas Equilibradoras de Pressão Diferencial	20
2.10.7. Válvulas Redutoras de Pressão	20
2.10.8. Filtros	20
2.10.9. Juntas Anti-Vibráteis	21
2.10.10. Separadores de Ar e Partículas	21
2.10.11. Purgadores de Ar	21
2.10.12. Aparelhagem de Medida	21

Figura 3.1 - Exemplo de índice de caderno de encargos

Análise e implementação de um sistema AVAC num edifício de comércio e serviços

Art	Descrição	Uni.	Q	Unitário	Total (I)
	AVAC / SGT				
1	UTA				
1.1	Fornecimento e montagem de Unidades de tratamento de ar, incluindo todos os equipamentos e materiais necessários ao seu correto funcionamento e montagem, conforme C.E.				
1.1.1	UTAN 1	un	1		
1.1.2	UTAN 2	un	1		
1.1.3	UTAN 3	un	1		
2	Sistemas de Expansão Direta				
2.1	Fornecimento e montagem de Unidades Condensadoras das UTAs, incluindo maciços de assentamento, todos os equipamentos e materiais necessários ao seu correto funcionamento, apoios anti-vibráticos, ligações elétricas e de comando e montagem, conforme C.E.				
2.1.1	UE UTAN 1	un	1		
2.1.2	UE UTAN 2	un	1		
2.1.3	UE UTAN 3	un	1		

Figura 3.2 - Excerto de um mapa de quantidades

Após análise dos documentos fornecidos pelo cliente, é elaborada uma checklist contendo todos os equipamentos para melhor acompanhamento do processo de orçamentação (Figura 3.3).

CHECK LIST AVAC (preenchida)										2023.V00
FAMÍLIA	C.E.	Equivalências								
1- Atenuadores acústicos										
2 - Bombas circuladoras										
3 - Caldeira										
4 - Chaminé										
5 - Chiller										
6 - Clarabóias de Desenfumagem										
7 - Close Control										
8 - Depósitos										
9 - Dissipador Calor										
10 - Dry cooler										
11 - Grelhas/Difusão										
12 - GTC										
13 - Hotte										
14 - Humidificadores /Desumidificadores										
15 - Pavimento Radiante										
16 - Pavimento Radiante										
17 - Permutadores de calor										
18 - Quadros Eléctricos										
19 - Radiadores										
20 - Recup. de calor										
21 - Registos C. Fogo										
22 - Registos Caudal Aut.										
23 - Rooftop										
24 - Sistema Solar										
25 - Split										
26 - Torres de arrefecimento										
27 - Tratamento Águas										
28 - UTA'S										
29 - V. expansão										
30 - Válvulas										
31 - Ventiladores										
32 - Ventiladores										
33 - VRV										

Figura 3.3 – Exemplo de checklist de orçamentação

Com o apoio da checklist, são realizados pedidos de cotação aos fornecedores selecionados pelo cliente e a outros fornecedores com equipamentos semelhantes. Caso não seja possível prosseguir com a marca selecionada, há a possibilidade de apresentar um equipamento alternativo ao cliente.

O preenchimento do mapa de quantidades é realizado numa folha de cálculo, em formato MS Excel, designada ARCON, que permite introduzir os custos dos equipamentos a instalar, custo de mão de obra para montagem e preparação da obra e valor de margem (Figura 3.4).

climacer 		ARCON		23.001.00	VALIDAÇÃO ARCON		
		DATA		01/01/2023	ORÇAMENTO OK		
					Lucro/margem	0,00%	0,00
					Estrutura	0,00%	0,00
					Direct. Obra	#DIV/0!	0,00
					Preparação	#DIV/0!	0,00
					Financeiros	0,00%	0,00
					Diversos	#DIV/0!	0,00
					Mão de Obra	- 1	0,00
					Materialis		-
					Orçamentista Climacer		
					David Cardoso		
Obra:					Gab. Projecto		
					Total	- 1	Projectista

Figura 3.4 – Excerto da folha de cálculo ARCON

Após preenchimento do mapa de quantidades, elabora-se a proposta comercial, onde são detalhados o destinatário, os principais equipamentos e respetiva marca selecionada e a informação contratual (Figura 3.5).

Conceção · Produção · Service · Comissionamento · Sustentabilidade



Rua das Areias, n.º 29
Ilhoxemil
3025 - 137 Coimbra

Tel. +351 239 497 690
(chamada para rede fixa nacional)
E-mail climacer@climacer.com




Proposta

Para: XXXXX

A/C.: Ex.mo Sr. Eng.º XXXXX

C.C.:

Email: XXXXX@XXX.XXX

Data: 2025.06.10

De:

Tel. nº: 239 497 690 (chamada para rede fixa nacional)

Email: david.cardoso@climacer.com

Pág.(s): 1 de 3

Assunto: Proposta 23.000,00

Proposta de fornecimento e instalação mecânica de AVAC e/ou Rede Hidráulica

"Climatização de XXXXX"

Ex.mo(s) Sr.(s)

Os nossos melhores cumprimentos.

No seguimento da consulta efectuada por V^{as}. Ex^{as} à nossa empresa, que nos apraz, relativamente ao assunto supramencionado, somos a submeter à V. apreciação a nossa proposta para o eventual fornecimento e montagem dos equipamentos necessários à referida instalação.

A execução da obra ficará a cargo de técnicos qualificados, da nossa firma.

Todos os materiais a utilizar estarão de acordo com a regulamentação em vigor e em perfeitas condições.

Postas estas condições preliminares, passamos a especificar as condições comerciais de fornecimento e montagem dos equipamentos necessários a promover a instalação acima referida.

1. Descrição dos Equipamentos.

Conforme v/ pedido, sendo os equipamentos das marcas seguintes ou equivalentes:

Equipamento(s)	Marca(s)
▪ CHILLER	A cumprir CE
▪ DIFUSÃO	A cumprir CE
▪ VENTILAÇÃO	A cumprir CE
Preço (materiais e montagem):	0.000.000,00 €

Extenso: euros e cêntimos.

Nota(s):

Excluído fornecimento e montagem de Q.E. deste orçamento

Figura 3.5 – Exemplo de proposta comercial

Além da elaboração da proposta comercial, é preenchida a proposta técnica, onde estão detalhados todos os preços de cada artigo do mapa de quantidades (Figura 3.6).

climacer				Proposta	23.252,00
				DATA	08.11.2023
Obra:					
				Total	
Art*	Descrição	Un.	Qtd.	Unitário (I)	Total (II)
1	AVAC / SGT UTA				
1.1	Fornecimento e montagem de Unidades de tratamento de ar, Incluindo todos os equipamentos e materiais necessários ao seu correto funcionamento e montagem, conforme C.F				
1.1.1	UTAN1	un	1	0,001	0
1.1.2	UTAN2	un	1	0,001	0
1.1.3	UTAN3	un	1	0,001	0
2	Sistemas de Expansão Direta				
2.1	Fornecimento e montagem de Unidades Condensadoras das UTAs, Incluindo maciços de assentamento, todos os equipamentos e materiais necessários ao seu correto funcionamento, apoios anti-vibráticos, ligações elétricas e de comando e montagem, conforme C.E.				
2.1.1	UE UTAN1	un	1	0,001	0
2.1.2	UE UTAN2	un	1	0,001	0
2.1.3	UE UTAN3	un	1	0,001	0

Figura 3.6 – Exemplo de proposta técnica

No decorrer do estágio foram desenvolvidos diversos orçamentos, dos quais se destacam:

- Edifício Echo é um edifício de 10 pisos em Lisboa, onde o objetivo foi proceder à desmontagem da instalação de AVAC já existente e montagem de um sistema AVAC composto por unidades multi-split e uma rede de conduta a ligar os equipamentos aos compartimentos a climatizar;
- SPA - Hotel “Na Praia” é um edifício de 2 pisos do empreendimento turístico “Na Praia” na península de Troia, com um sistema de AVAC composto por UTAs, bomba de calor, unidades split e ventiloconvectores;
- Hotel Tagus localizado em Lisboa, o projeto de AVAC inclui sistemas VRF, UTAs e UTANs, ventiladores e um sistema de deteção e extinção de incêndio. Este edifício de 7 pisos está dividido em zonas de comércio, de hotel e de restaurante;
- Hotel Hilton localizado em Lisboa, este edifício de 7 pisos, inclui pisos subterrâneos de estacionamento e zonas de hotel e spa equipadas com bombas de

calor, um circuito hidráulico com inúmeras eletrobombas e depósitos de AQS, unidades multi-split, UTAs, ventiloconvectores e uma central de desenfumagem compacta;

- Complexo Desportivo Supera é um edifício em Coimbra equipado com bomba de calor, UTAs e UTANs, um circuito hidráulico com diversas eletrobombas e ventiladores de extração;

3.2 Direção de obra

A direção de obra é uma função de elevada complexidade não apenas pelo conhecimento rigoroso do processo de execução da empreitada, mas também pela capacidade de gestão das pessoas e recursos da empresa.

O organograma da Figura 3.7 apresenta a hierarquia no decorrer da execução de uma empreitada. Apesar da hierarquia previamente definida, é de extrema relevância a constante comunicação entre toda a equipa, possibilitando a antecipação e resolução de eventuais conflitos e potenciais situações no decorrer da execução da obra.

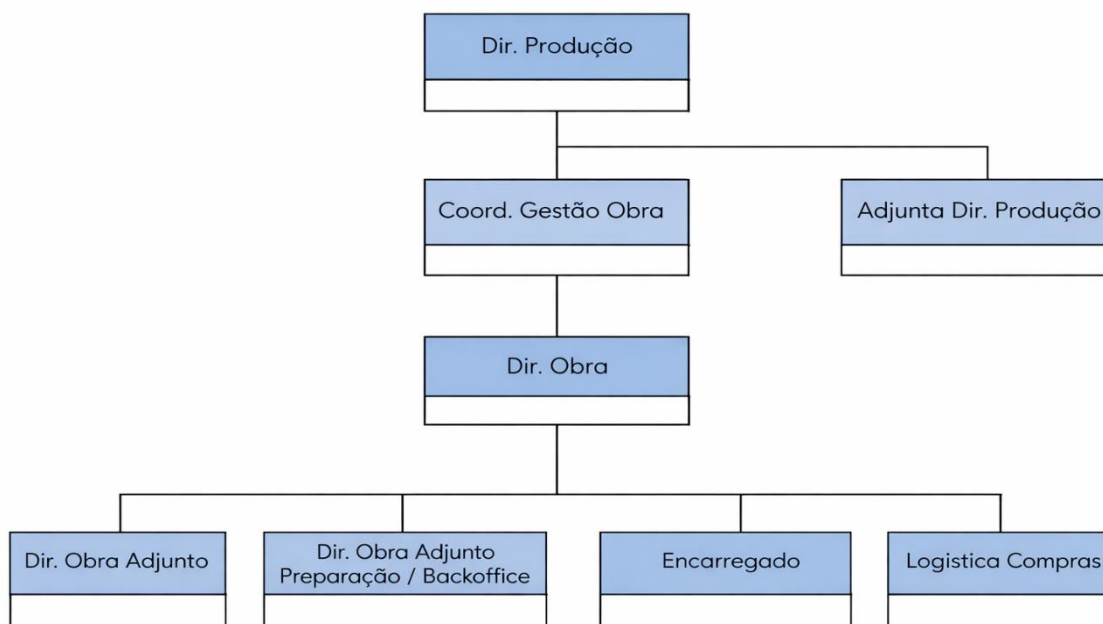


Figura 3.7 – Organograma do Departamento de Produção da empresa Climacer, S.A.

Numa fase inicial, é necessário um estudo aprofundado do projeto com base no caderno de encargos, memória descritiva, mapa de quantidades e peças desenhadas. Após análise inicial, são necessários novos pedidos de cotação a fornecedores e pedidos de aprovação de material ao cliente. Esta fase consiste em informar o cliente quais são os equipamentos que a empresa tenciona instalar de acordo com o projeto.

Por norma são os equipamentos previstos podendo também ser equipamentos equivalentes de diferentes fornecedores, mas com características semelhantes aos equipamentos de projeto. Estes pedidos de aprovação de material são realizados através de fichas de aprovação de material (FAMs), diferentes de obra para obra, e onde se indicam a marca, modelo, fornecedor e as características técnicas dos equipamentos. Em complemento, deverão ser enviados catálogos, fichas técnicas, certificados e outros documentos.

Foi nesta fase, que foi realizada a preparação de fichas de aprovação de material para a obra ULIS HUB Edifício B para ventiladores da France Air que seriam instalados na área técnica para efetuar a extração de ar das salas, instalados na cobertura para desenfumagem do interior do edifício. Esta atividade foi realizada com o apoio da direção de obra, pois com o seu conhecimento da obra, foi possível o preenchimento correto da ficha de aprovação de material.

Dependendo da obra, pode ser necessário o envio de uma preparação de obra. Esta preparação é realizada pelo departamento de Métodos e Preparação que analisa o projeto, resolve possíveis conflitos no projeto e, caso não seja possível resolver em fase de preparação, alerta a direção de obra para, em conjunto com as direções de obra das outras especialidades, encontrarem a solução mais adequada.

Após a aprovação do material a instalar e da preparação de obra, são realizadas as encomendas do material necessário para executar a empreitada. A direção de obra informa o departamento de compras do material a encomendar e da data prevista para entrega do material caso o fornecedor não tenha o material em stock.

A direção de obra tem de estar presente na frente de obra para resolução de problemas no local. Com o apoio do encarregado de obra e dos técnicos, é possível chegar a soluções que não só cumprem o projeto como otimizam o sistema e reduzem os custos de instalação.

Com o avançar da obra e a finalização parcial de várias frentes de trabalho, é necessário fazer ensaios parciais aos circuitos de condutas e tubagens para verificar a estanquidade dos mesmos, respeitando as normas legais em vigor e as condições acordadas com o cliente.

No final da obra, é feito um processo de telas finais que se baseia em apresentar ao cliente um documento onde constam todos os equipamentos instalados e respetivas fichas técnicas e manuais, ensaios realizados durante a fase de comissionamento e as preparações elaboradas, atualizadas de acordo com o que foi instalado em obra. Este processo é bastante útil para o cliente pois fica em posse de um resumo de tudo o que foi instalado e facilita-se a passagem da fase de obra para a fase de utilização do espaço e futuras ações de manutenção.

3.3 Análise de erros e omissões

A análise de erros e omissões é uma análise minuciosa do projeto que consiste em contabilizar equipamentos e acessórios e medir os comprimentos de condutas, tubagem presentes no projeto e comparar os mesmos com o mapa de quantidades fornecido no processo de orçamentação. Esta análise sendo muito demorada, é realizada na fase final de concurso e é de grande importância pois pode alertar para possíveis problemas no decurso da obra e prevenir potenciais prejuízos para a empresa. Para compensar eventuais erros cometidos no ato de medição, aplica-se um coeficiente de segurança a todas as medições minimizando assim os riscos associados.

climacer



ARCON CE

23.252.00

DATA

08.11.2023

Legenda

Obra:

Notas:

Art*	Descrição	Uni	Qtd	Qtd. Totz	OK/NOK	P-1	P0	P1	P2	P3	P4	Cobertura
	AVAC /SGT			0	OK							
1	UTA			0	OK							
1.1	Fornecimento e montagem de unidades de tratamento de ar, incluindo todos os equipamentos e materiais necessários ao seu correto funcionamento e montagem, conforme C.F											
1.1.1	UTAN1	un	1	0	NOK							
1.1.2	UTAN2	un	1	0	NOK							
1.1.3	UTAN3	un	1	0	NOK							
2	Sistemas de Expansão Direta			0	OK							
2.1	Fornecimento e montagem de unidades condensadoras das UTAs, incluindo maciços de assentamento, todos os equipamentos e materiais necessários ao seu correto funcionamento, apoios anti-vibratórios, ligações elétricas e de comando e montagem, conforme C.E.											
2.1.1	UE UTAN1	un	1	0	NOK							
2.1.2	UE UTAN2	un	1	0	NOK							
2.1.3	UE UTAN3	un	1	0	NOK							

Figura 3.8 - Folha de apoio a erros e omissões

Após concluir esta análise, é elaborado um resumo onde constam os erros e omissões do projeto. Os erros podem consistir em erros de quantidades quando as quantidades medidas não são iguais às de projeto e erros nos equipamentos quando os equipamentos não são iguais aos previstos em projeto. As omissões consistem normalmente, em equipamentos ou sistemas que, apesar de constarem do projeto, não estão contabilizados no mapa de quantidades.

Estando finalizado o processo de erros e omissões, o mesmo é enviado para a Administração que, posteriormente contacta o cliente para indicar se os erros e omissões serão ou não assumidos.

No decorrer do estágio, foi realizada a análise de erros e omissões para a obra do Edifício Echo em Lisboa. O orçamento para este edifício já tinha sido realizado durante a fase no departamento de Orçamentação e assim foi possível compreender mais aprofundadamente o processo, desde o pedido de orçamentação até à fase de obra. Após a análise ao edifício e ao sistema de AVAC a instalar, foi possível concluir

que o mapa de quantidades fornecido pelo cliente estava semelhante ao medido, o que implicou que os erros e omissões desta obra foram assumidos.

3.4 Departamento de Métodos e Preparação

Para que a execução de uma empreitada decorra de melhor forma, é necessário prepará-la previamente. O departamento de Métodos e Preparação está encarregue de rever o projeto para detetar possíveis lapsos utilizando as plantas de arquitetura e de especialidades, preparar a execução da obra com suporte a softwares como AutoCad MEP e Autodesk Revit, alertar para conflitos e soluções possíveis e realizar otimizações aos traçados de condutas, tubagens e localização dos equipamentos. Concluída a preparação da empreitada, esta é enviada para a fiscalização da obra, para aprovação e validação.

No decorrer do estágio, realizou-se a preparação das seguintes empreitadas utilizando o software AutoCad MEP:

- Moradias Costa Terra - Grândola;
- Edifícios Terraços do Rio – Parque de estacionamento – Coimbra;
- United Lisbon International School - ULIS HUB Edifício B e E – Lisboa;
- Complexo Turístico “Sublime Comporta II” – Grândola;
- Na Praia Hotel – Comporta.

Das preparações realizadas destacam-se o complexo turístico “Sublime Comporta II”, que será alvo de uma análise mais aprofundada no capítulo 4, a United Lisbon International School (ULIS HUB Edifício E) e o Edifício Terraços do Rio – Parque de estacionamento.

A ULIS HUB Edifício E é um edifício do United Lisbon International School – ULIS HUB em Lisboa, com uma área dedicada à prática de desporto no interior e no exterior com uma zona de apoio com balneários e uma zona dedicada para eventos. A zona de apoio com balneários está equipada com ventiladores de extração que extraem o ar húmido para o exterior e com uma área técnica onde se encontram os depósitos de AQS e uma UTA para renovação do ar na zona dos balneários e na zona de desporto interior. A zona dedicada a eventos encontra-se equipada com uma unidade mono-split para a cabine de som, um ventilador de desenfumagem para extração de fumos em caso de incêndio e uma UTA para climatização do ar no interior da zona do salão.

No edifício Terraços do Rio, foi realizada a preparação dos pisos do parque de estacionamento, envolvendo a extração de fumos dos pisos inferiores do edifício. A instalação consiste numa rede aerólica com um ventilador de desenfumagem e

grelhas de desenfumagem junto aos pilares do edifício. Apesar de a instalação não ser complexa, o maior desafio deveu-se ao baixo pé direito disponível e à necessidade de circulação dos veículos nas zonas de passagem das condutas. A solução consistiu na mudança das dimensões da secção transversal da conduta, mantendo a velocidade do projeto original.

No decorrer da obra, é necessário realizar pequenos ajustes por razões diversas, como conflitos entre especialidades ou com a estrutura do edifício e otimizações realizadas em obra com base na experiência da equipa de produção.

Após a conclusão dos trabalhos de instalação de equipamentos, condutas e tubagens é realizado um levantamento de todas as infraestruturas colocadas e suas alterações relativamente à última preparação enviada à fiscalização e é realizado o processo de elaboração de telas finais. Este processo baseia-se em realizar uma preparação final de acordo com o que está instalado em obra para envio posterior ao cliente.

No decorrer do estágio, foram elaboradas telas finais das seguintes empreitadas, nas quais foram representadas todas as infraestruturas da rede aerólica, hidráulica de AQS e de expansão direta e rede elétrica associadas ao sistema AVAC:

- OGMA Shop Motors – Lisboa;
- Casa Museu do Linho – Sintra;

3.5 Outras tarefas desenvolvidas

No decorrer do estágio, foram desenvolvidas outras tarefas que, não estando ligadas a nenhum departamento específico, foram importantes para aprofundar conhecimentos técnicos. Elaboraram-se tabelas de apoio ao departamento de Orçamentação relativamente a diferentes tipos de válvulas e a diferentes tipos de cabos elétricos para as diversas aplicações existentes no mercado. Estas tabelas são de uso diário como apoio ao processo de orçamentação pois todos os pedidos de orçamentação incluem inúmeras válvulas e cabos elétricos com diversas aplicações, simplificando assim o processo de orçamentação e esclarecendo dúvida que possam aparecer no decorrer do processo.

Para a elaboração destas tabelas de apoio, foi realizada uma pesquisa por catálogos de fornecedores, manuais de instalação e esquemas presentes em peças desenhadas de obras em curso para se estabelecer a ligação entre os vários conteúdos.

A realização destas tabelas de apoio permitiu estabelecer uma ligação entre os conhecimentos teóricos e a aplicação real destes conhecimentos no contexto dos equipamentos e soluções implementados nas instalações de AVAC, contribuindo significativamente para consolidar conteúdos teórico, tornando-os mais concretos e relevantes para a prática profissional.

4 INSTALAÇÃO ESTUDADA

4.1 Descrição do edifício estudado

Durante a permanência no departamento de Métodos e Preparação, foi solicitado o estudo e preparação de um projeto de AVAC de uma zona da empreitada do complexo turístico “Sublime Comporta II” situado no concelho de Grândola, distrito de Setúbal (Figura 4.1). Este complexo turístico é composto de zonas habitacionais, denominadas “Villas” e zonas comuns como a zona de eventos, de *wellness* e uma zona denominada Praça, que engloba 5 edifícios. Esta Praça será objeto de análise detalhada no presente capítulo.

A zona Praça é composta por cinco edifícios separados, cada um com dois pisos: o edifício administrativo com receção e escritórios, um edifício com lojas, a biblioteca, o restaurante e um edifício de entretenimento infantil (*Kids club*) (Figura 4.2).



Figura 4.1 - Vista completa do complexo turístico “Sublime Comporta II” assinalando-se a zona da praça

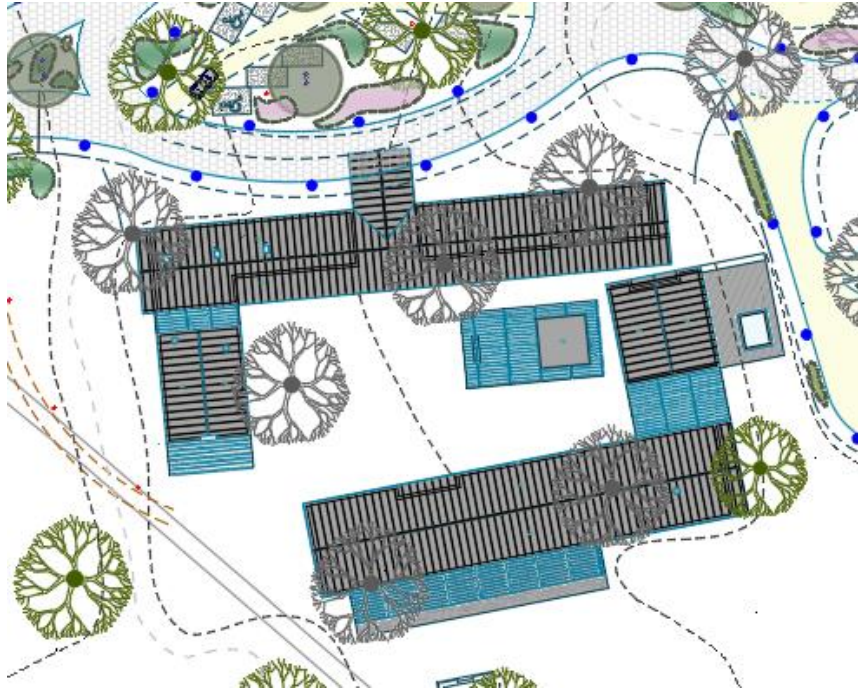


Figura 4.2 - Vista em planta da zona da Praça

4.2 Considerações iniciais de projeto

Na fase de projeto, foi tido em consideração, para o dimensionamento do sistema de AVAC, as condições reais do edifício tais como os materiais construtivos e o tipo de ocupação e os fatores ambientais tais como os dados climáticos da região, a localização do edifício em relação a edifícios próximos, a orientação em relação ao Sol e obstáculos tais como árvores já existentes.

A quantidade de ocupantes de cada edifício está apresentada na Tabela 4.1 onde foi considerado o tipo de edifício e a sua respetiva área:

Tabela 4.1 - N° de ocupantes por edifício

Zona do edifício	N° de ocupantes
Administrativo	22
Lojas	30
Biblioteca	62
Restaurante	163
<i>Kids Club</i>	24

4.3 Descrição do sistema a implementar

Para a climatização e a ventilação destes espaços foi projetado um sistema descentralizado por edifício, de UTAs e URC a renovar e ventilar o espaço com o apoio de VRV/VRF para climatização de cada espaço dos edifícios, com uma rede de condutas a interligar os equipamentos e o espaço a climatizar onde os elementos terminais como grelhas e difusores insuflam o ar, do pavimento radiante hidráulico nas zonas comuns e nas zonas de confeção das cozinhas, um sistema de ventilação centrado na UTAN para insuflação de ar novo; para extração do ar viciado um sistema centralizados nas hottes e num sistema composto por módulos de filtragem e ventiladores de extração e, se em caso de desenfumagem, extração do fumo e para extração de ar.

À rede aerólica foram ligados registos de caudal para equilibrar o caudal de ar por todas as grelhas e registos corta-fogo para compartimentação das zonas de cada edifício, para caso haver um incêndio numa zona diminuir as possibilidades de propagação.

Face à dispersão dos espaços a climatizar, a solução foi descentralizar as áreas técnicas dividindo os equipamentos por várias áreas associadas a cada zona.

Relativamente às instalações sanitárias em todas as zonas, para ventilação das instalações sanitárias de apoio foi previsto um sistema de ventilação dedicado interligando o ventilador às bocas de extração através de uma rede de condutas não isoladas.

Para a produção e distribuição de água quente sanitária, foram previstos depósitos de AQS com o apoio de uma Hidrobox ligada ao sistema de climatização e de uma resistência elétrica de reserva que permite aquecer a água a uma temperatura de 60°C que, periodicamente e de forma automática, efetua ciclos anti-legionela aumentando a temperatura até aos 70°C.

À rede hidráulica foram inseridas eletrobombas circuladoras no circuito de AQS, inúmeras válvulas, nomeadamente, de seccionamento do tipo macho esférico, válvulas de regulação de caudal, válvulas anti-retorno de disco com mola para retenção da água evitando o retorno ao equipamento, filtros para reter as impurezas do circuito, juntas anti-vibrática para reduzir as vibrações que a água causa na tubagem na sua passagem e não danificar os equipamentos, purgadores de ar para retirar quaisquer bolhas de ar na tubagem, termómetros e manómetros.

4.4 Preparação do edifício em AutoCad MEP

O objetivo principal de realizar uma preparação de obra é resolver conflitos entre o projeto de AVAC e as outras especialidades, bem como possíveis lapsos no projeto de AVAC.

Inicialmente é criado o modelo em 2D de toda a rede de condutas e tubagem e são criados os blocos de todos os equipamentos necessários para que a preparação seja o mais realista possível seguindo o traçado indicado pelo projeto de AVAC.

Na Figura 4.3 e Figura 4.4 estão representados recortes do projeto do piso 0 e 1 da zona administrativa, respetivamente.

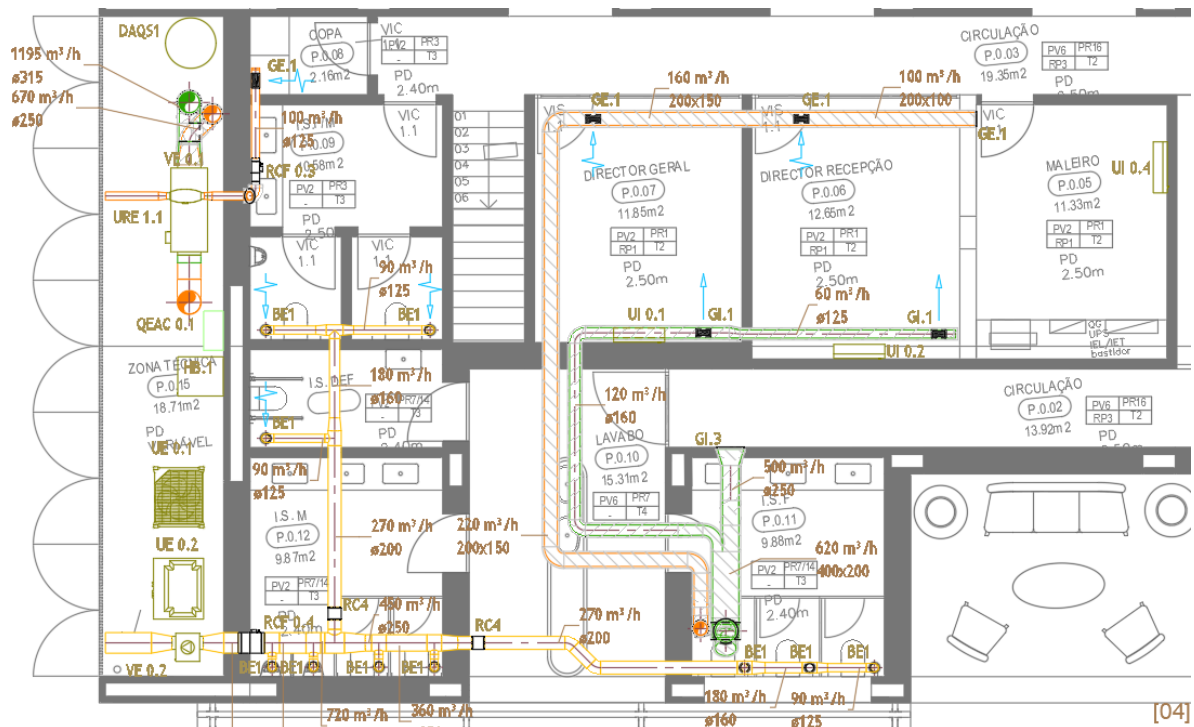


Figura 4.3 - Projeto do piso 0 da zona administrativa

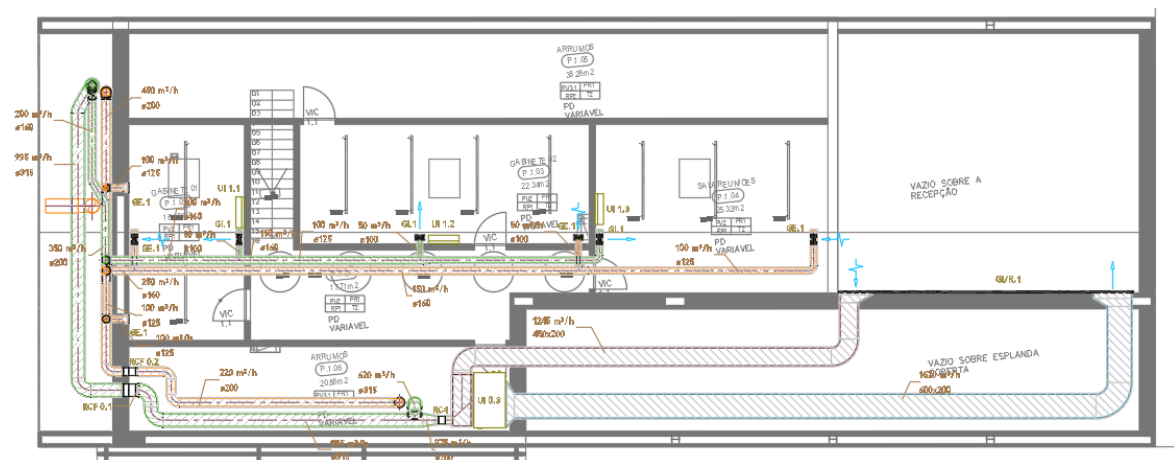


Figura 4.4 - Projeto do piso 1 da zona administrativa

Na Figura 4.5 e Figura 4.6 estão representadas, respetivamente, imagens da preparação do piso 0 e do piso 1 da zona administrativa.

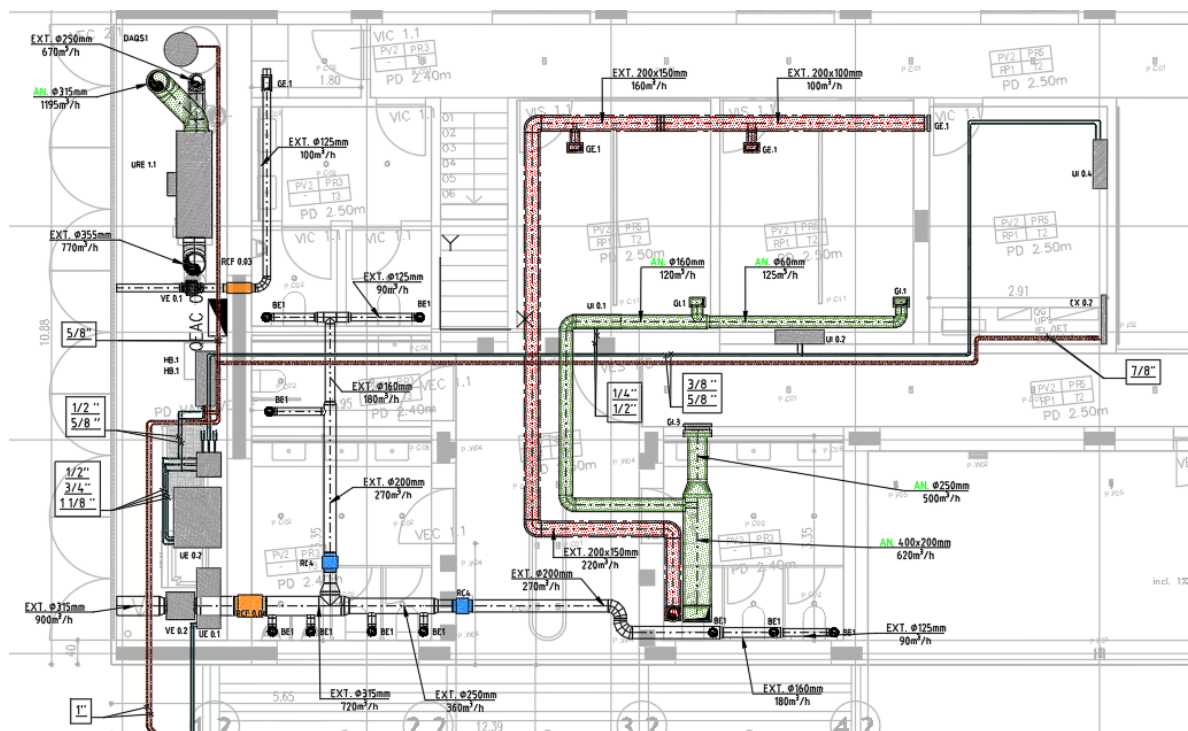


Figura 4.5 - Preparação do piso 0 da zona administrativa

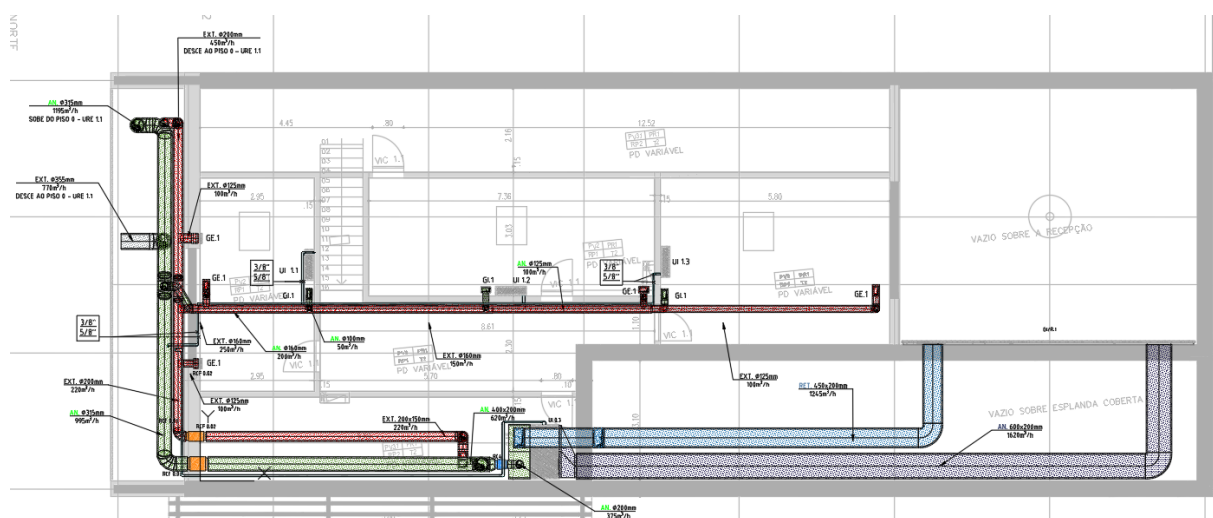


Figura 4.6 - Preparação do piso 1 da zona administrativa

Comparando o projeto e a preparação da zona administrativa da praça, verifica-se que foram realizadas inúmeras alterações nomeadamente a colocação da caixa distribuidora de fluido frigorígeno na área técnica e consequente relocalização dos equipamentos nessa área, as picagens das condutas principais para as grelhas executadas lateralmente e a entrada da conduta de retorno da unidade UI-0.3 executada pela zona superior, facilitando o acesso à zona de arrumos que estava impossibilitado de acordo com projeto original. Estas alterações tiveram o objetivo

de aproximar a preparação do que vai ser realmente executado em obra aumentando o rendimento das equipas de produção e reduzindo os custos de execução da obra.

É também nesta fase que são aplicadas melhorias relativamente ao estipulado pela equipa projetista, benéficas para o sistema. Estas melhorias consistiram na realocação de equipamentos, como unidades exteriores do tipo split ou VRV - VRF e UTAs do piso 1 da zona do restaurante, medição do comprimento da rede hidráulica de tubagem de cobre para não ultrapassar o comprimento máximo admissível e mudança do traçado da rede de condutas e tubagem de cobre para obter um traçado menos dispendioso e mais favorável, simplificando o circuito e minimizando o número de curvas e subidas ou descidas.

Após serem aplicadas estas melhorias e pelo número de difusores e grelhas nestes edifícios, foi realizado pelo fornecedor um estudo relativo ao nível de ruído emitido por cada elemento. Foram registados o caudal de passagem de ar e as dimensões de cada difusor e grelha, para determinação do nível ruído recorrendo ao software do fabricante. O nível máximo de ruído indicado pelo fabricante foi de 30 dB, pois a partir deste valor o ouvido humano deteta este ruído. Como o valor admissível não foi ultrapassado em nenhum elemento, não foi necessária qualquer alteração em termos de caudais de passagem de ar ou de dimensões dos difusores e grelhas.

Um ponto bastante importante quando se realiza uma preparação de obra é a verificação da velocidade do ar nas condutas. A velocidade de passagem de ar numa conduta de um ramal principal é de 2 a 5 m/s e para ramais secundários é de 2 a 3 m/s podendo haver algumas variações dependendo i) do tipo de conduta, ii) se a conduta pertence ao ramal de insuflação, extração ou de desenfumagem e iii) localização. Com o valor do caudal de ar e a área de secção transversal de passagem é possível calcular a velocidade do ar na conduta.

Com o apoio de uma folha de cálculo, em formato MS Excel, foi possível calcular a velocidade de ar nas condutas de cada edifício. As condutas que apresentavam uma velocidade superior ao recomendado encontravam-se no piso 1 da zona do restaurante. Com o aumento de diâmetro das condutas e a realocação dos ventiladores, foi possível diminuir a velocidade de circulação do ar para valores mais próximos do recomendado. Apesar de não cumprir os valores recomendados, a situação não é crítica, pois as estas condutas encontram-se numa área técnica apenas visitável para manutenção dos equipamentos.

A realocação das UTAs da área técnica interior do piso 1 do restaurante foi necessária para otimizar a rede aerólica diminuindo as perdas de cargas em curvas e derivações e, principalmente, para facilitar o acesso aos equipamentos para futura manutenção e possível substituição de peças, pois a solução de projeto impossibilitava qualquer ação junto dos equipamentos. A solução encontrada foi afastar as UTAs e, por consequência, ajustar também os ventiladores que se encontravam junto das UTAs de forma a criar espaço livre junto das mesmas.

A Figura 4.7 demonstra como o acesso às UTAs não era possível, pois existiam equipamentos como ventiladores e módulos de filtragem, bem como passagem de

condutas entre equipamentos no espaço de acesso necessário para manutenção das UTAs.

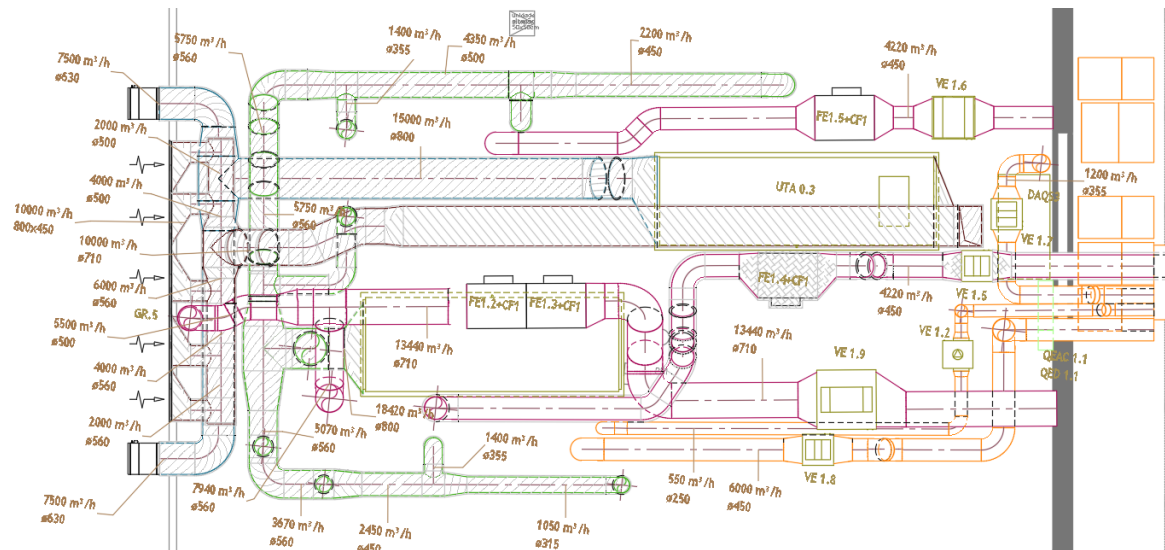


Figura 4.7 Projeto da área técnica interior do piso 1 do restaurante

A Figura 4.8 é da preparação da área técnica do piso 1 do restaurante onde já é possível ter acesso às UTAs e onde a rede de condutas já se encontra ajustada para facilitar a passagem e acesso a equipamentos.

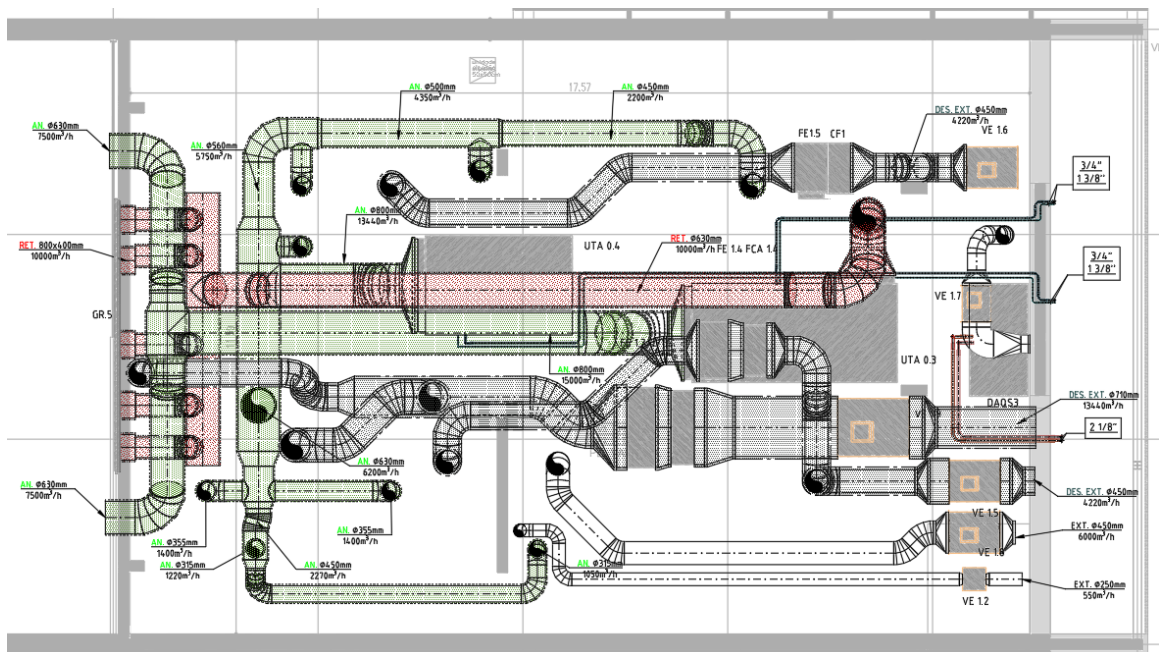


Figura 4.8 - Preparação da área técnica interior do piso 1 do restaurante

Em relação aos comprimentos da rede hidráulica de tubagem de cobre, durante a preparação foi feita a medição do comprimento total de cada ramal e de cada ligação aos equipamentos terminais e solicitado ao fornecedor dos equipamentos que validasse os calibres das tubagens de cobre, os comprimentos entre a unidade exterior e interiores e entre as forquilha e os equipamentos. Com base nas medições

de obra, o fornecedor introduz no software de simulação, a instalação em estudo, indicando as distâncias entre equipamentos, as dimensões das tubagens e as distâncias entre as forquilhas e os equipamentos, recebendo em retorno a indicação se o sistema se encontra bem dimensionado e, caso necessário, as alterações a realizar ao projeto. Neste caso, como os equipamentos a instalar foram de uma marca alternativa à de projeto, a rede hidráulica de tubagem de cobre foi projetada pelo fornecedor com base nos modelos de projeto e nas medições fornecidas. A partir da indicação do fornecedor e de acordo com os manuais de instalação dos equipamentos, foi possível modelar a rede hidráulica.

Por vezes, no processo de modelação, a equipa projetista não utiliza blocos de equipamentos com as dimensões exteriores corretas, o que pode gerar um erro grave em obra, pois os equipamentos poderão não ter espaço suficiente nos locais que lhes estão destinados. Com uma preparação bem realizada, estes erros são minimizados, pois são criados e inseridos blocos realistas dos equipamentos, de acordo com as fichas técnicas dos fornecedores.

Um dos casos, ilustrado na Figura 4.9, envolveu unidades exteriores VRF da zona técnica exterior do piso 0 do restaurante que estavam representadas ocupando a totalidade da zona técnica, quanto na realidade ocupavam menos espaço, deixando espaço disponível para outros equipamentos.

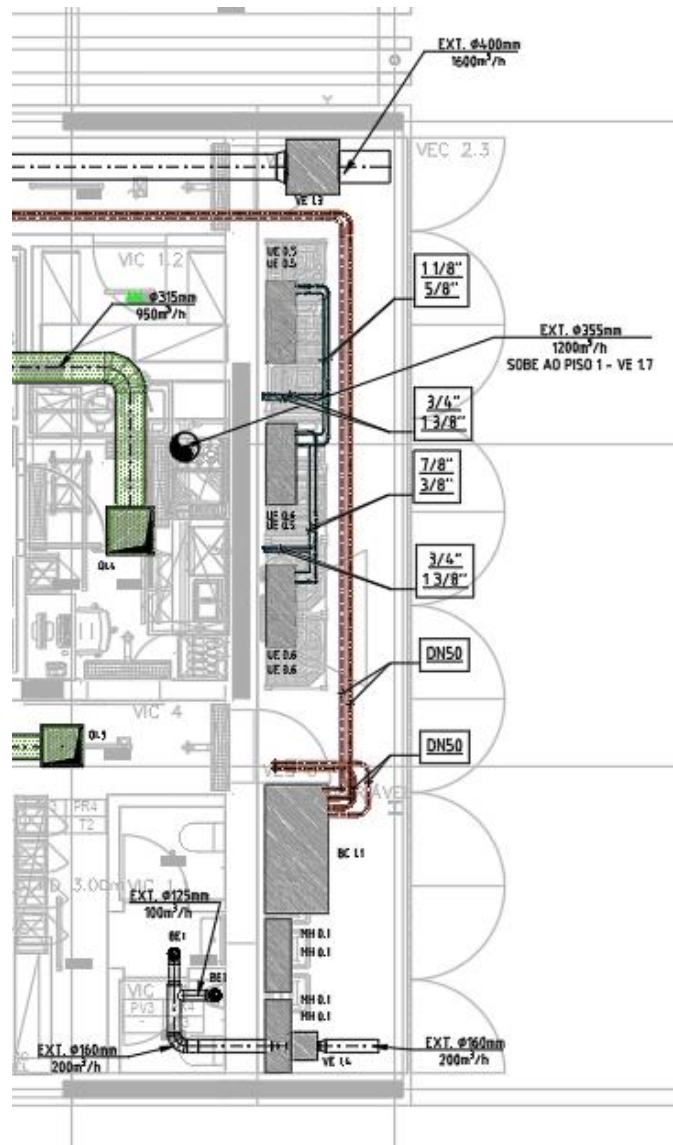


Figura 4.9 - Preparação da área técnica exterior do piso 0 do restaurante

Com o apoio de cortes do projeto de arquitetura, representados na Figura 4.10, foi possível ajustar as alturas da rede aerólica, da rede hidráulica e dos equipamentos.

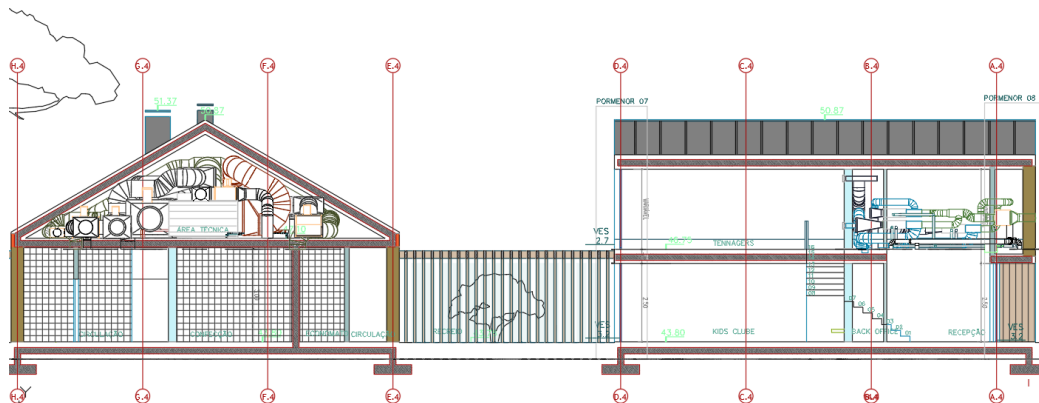


Figura 4.10 - Corte das áreas técnicas interiores do piso 1 da zona do restaurante e do *Kids club*

Após os ajustes necessários relativamente às alturas de todos os elementos, com o apoio das funcionalidades 3D do software AutoCad MEP, é realizada uma modelação tridimensional para resolver possíveis sobreposições entre os diversos elementos da preparação. A funcionalidade 3D do AutoCad MEP ajuda na realização da preparação, facilitando a visualização de como o sistema irá ser instalado (Figura 4.11 e Figura 4.12).

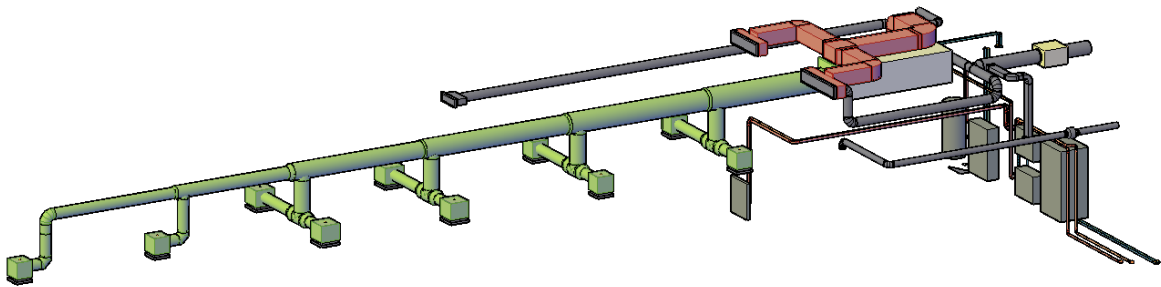


Figura 4.11 - Preparação 3D do piso 0 e piso 1 da zona das lojas

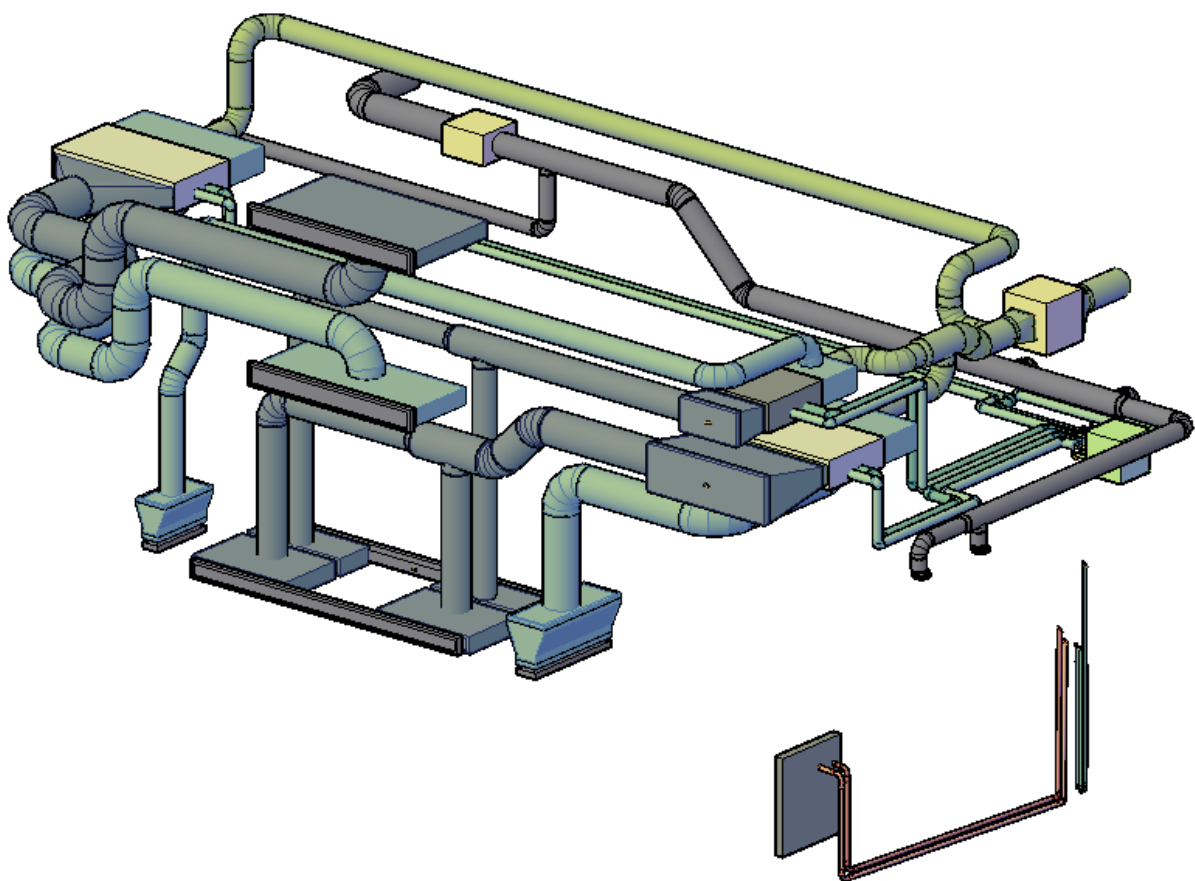


Figura 4.12 – Preparação 3D do piso 0 e piso 1 do *Kids club*

Por fim, é criado um documento com o layout da folha a imprimir no futuro para a obra, com a legenda e as tabelas anexas relevantes à obra. Nesta folha, estão incluídos a preparação em 2D, os cortes relevantes para simplificar a análise pela equipa de fiscalização e, posteriormente, pela equipa em obra, as tabelas com as fontes de projeto, a legenda de condutas e outras indicações, como nome da preparação, data e técnicos encarregados. A Figura 4.13 exemplifica o layout com toda a informação para a correta localização e instalação dos equipamentos do sistema de AVAC.

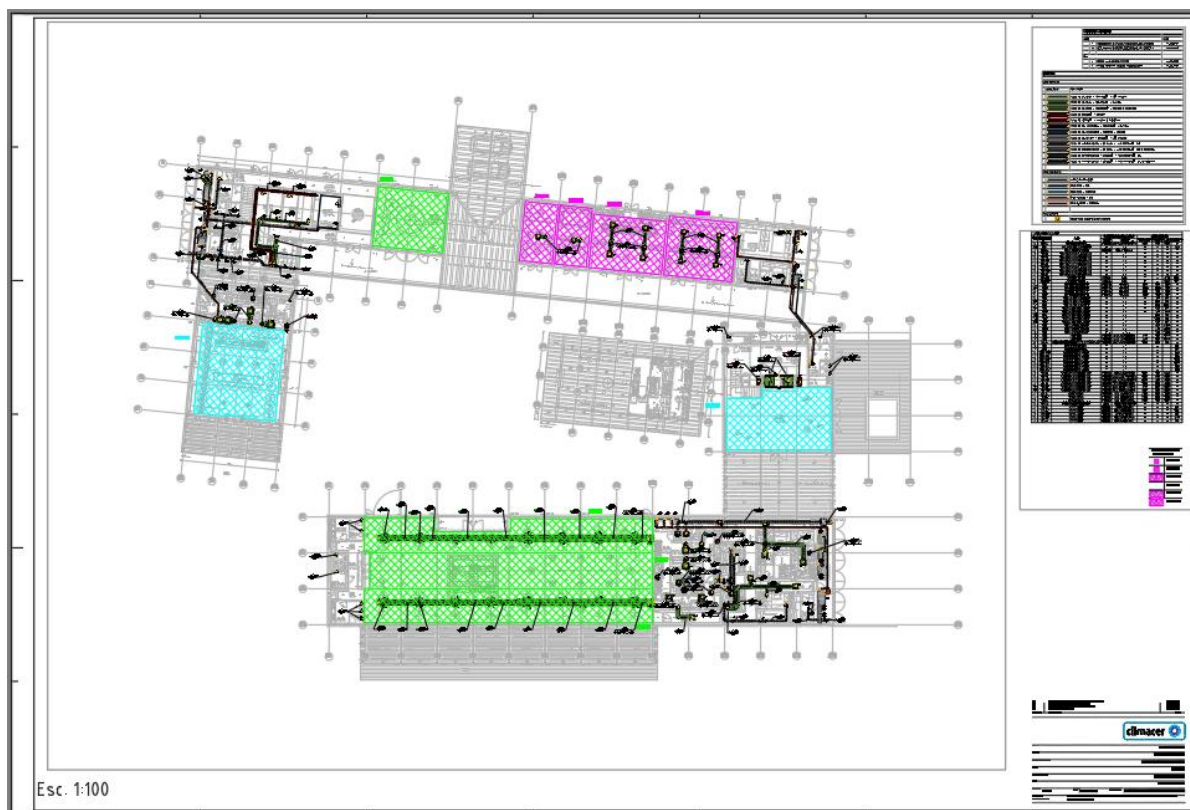


Figura 4.13 - Layout da preparação do piso 0 da Praça

Com a preparação finalizada de acordo com o pretendido pela equipa projetista, incluindo as devidas otimizações e a resolução de possíveis conflitos, a preparação é enviada para a equipa de produção para posterior análise em obra. Esta análise implica avaliar a viabilidade da preparação e resolver os conflitos identificados na fase de preparação.

Ao avaliar a viabilidade da preparação, foram detetados diversos conflitos que em fase de preparação não seriam possíveis de identificar:

- Existência de negativos na laje do piso 1 da zona do restaurante para passagem de condutas que não estavam de acordo com as versões atualizadas dos projetos de AVAC e de Arquitetura nos quais a preparação se tinha baseado. A partir de um levantamento dos negativos existentes no local, a solução encontrada passou por relocar a passagem das condutas do piso 0 para o piso 1, o que implicou relocar os ventiladores do piso 1 e, por consequência alterar os troços da rede aerólica para se ajustar à nova localização dos ventiladores. Uma das zonas em que

se verificaram estes conflitos foi nas instalações sanitárias da zona do restaurante. Conforme Figura 4.14 e Figura 4.15, os negativos existentes na laje não eram os negativos que seriam necessários, o que poderia inviabilizar o acesso e manutenção aos equipamentos;



Figura 4.14 - Conflito entre instalação da rede aerólica e os negativos na laje da zona do restaurante

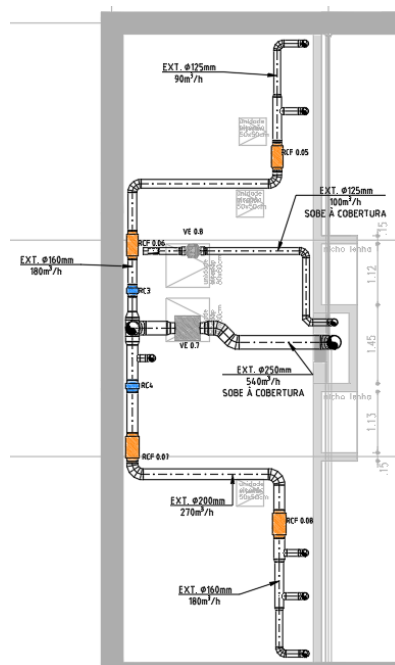


Figura 4.15 - Preparação das instalações sanitárias do restaurante

- O pé direito disponível para passagem de condutas era insuficiente devido a conflitos com outras especialidades, nomeadamente instalações elétricas. Alterando as dimensões das condutas e o formato de circular para retangular, mantendo,

contudo, os pressupostos de projeto em termos de caudal de ar na conduta, foi possível resolver estes conflitos;

- O espaço disponível para instalação das unidades interiores do VRF na zona da área técnica da zona do *Kids club* era insuficiente, pois não tinha sido previsto em projeto espaço para a estrutura de suporte. Com o apoio da equipa de produção, foi possível encontrar solução para este conflito alterando a localização de uma das unidades interiores VRV e ajustando a rede aerólica, sendo assim possível a criação da estrutura de suporte para as unidades interiores. Na Figura 4.16 vê-se a solução encontrada para a instalação das unidades interiores VRF. A Figura 4.17, ilustra o corte da zona em questão, sendo possível observar como serão instalados os equipamentos;

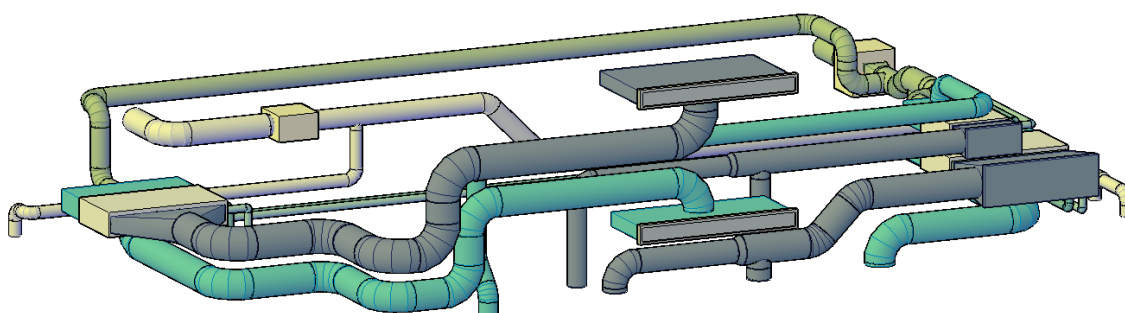


Figura 4.16 - Preparação 3D da área técnica do piso 1 do *Kids club*

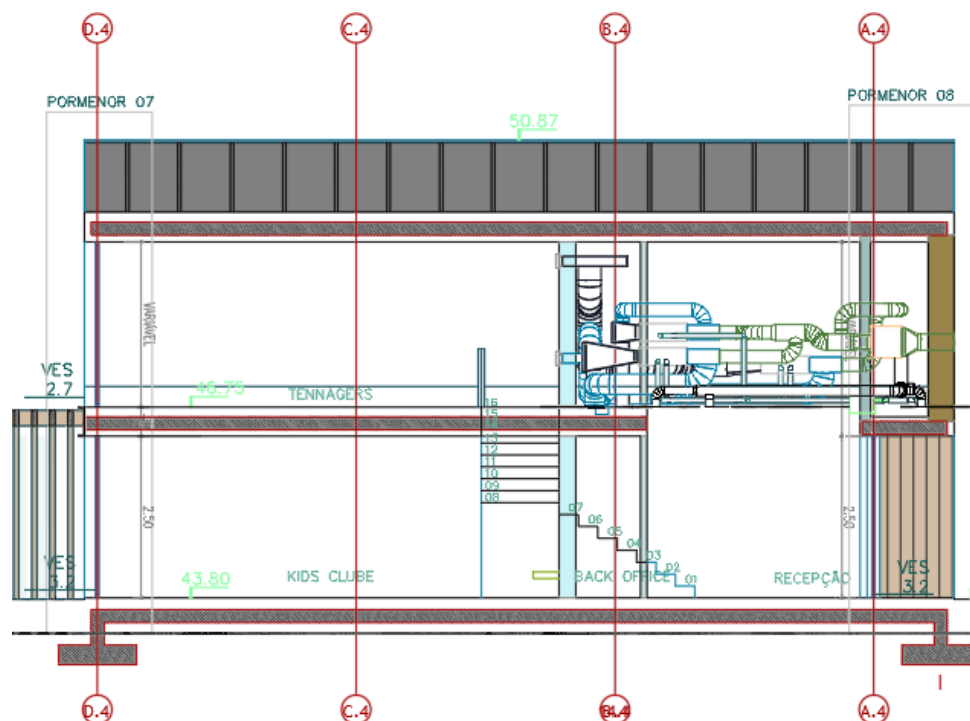


Figura 4.17 - Preparação com cortes da área técnica do piso 1 do *Kids club*

A difusão do piso 1 do *Kids club* sofreu uma alteração não prevista no projeto de AVAC, motivada pela existência de paredes de betão de suporte do telhado no local

onde seriam instalados os plenos dos difusores. As paredes de betão, de acordo com a imagem recolhida no local (Figura 4.18), encontravam-se no local onde seriam instalados os difusores. Foi necessário o apoio da equipa projetista para se encontrar uma solução, pois seria necessário alterar o projeto. Após indicação da equipa projetista, foi adaptada a rede aerólica com a insuflação e o retorno a estarem a níveis diferentes, ao invés de estarem ao mesmo nível como estava previsto no projeto de AVAC inicial (Figura 4.19);



Figura 4.18 – Paredes de betão do piso 1 do *Kids club* onde serão instalados os difusores lineares

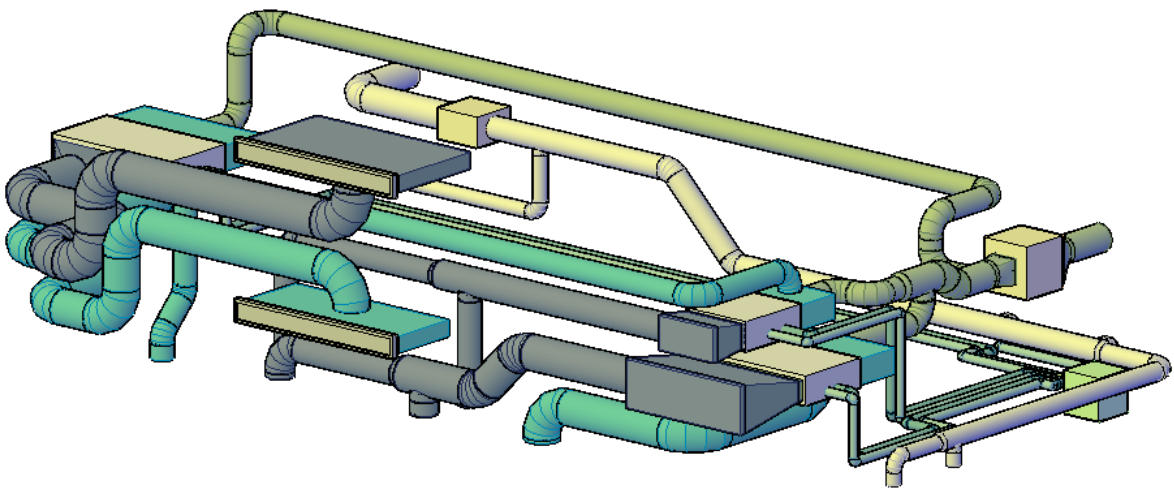


Figura 4.19 - Preparação 3D da área técnica do piso 1 do *Kids club* com a rede de difusores que será instalada

- O acesso à zona técnica do restaurante era efetuado através de alçapões de dimensões reduzidas e a sua localização não era suficiente para dar acesso a todos os equipamentos, conforme ilustrado na Figura 4.20 e Figura 4.21, as quais mostram

que, apesar de ainda não estar instalada a rede de condutas o espaço disponível é reduzido. Após indicação da equipa de fiscalização da obra, foi necessária a criação de portas de acesso da área técnica exterior para a interior, facilitando o acesso a esta área técnica;



Figura 4.20 - Área técnica interior do piso 1 do restaurante



Figura 4.21 - Área técnica interior do piso 1 do restaurante

- A existência de quadros elétricos da especialidade de instalações elétricas nas zonas técnicas obrigou a relocalizar os equipamentos de AVAC.

Após análise da preparação pela equipa de produção e resolução dos conflitos detetados, a preparação é enviada para a equipa de fiscalização da obra que avalia a preparação, compatibiliza as várias especialidades e analisa a viabilidade das otimizações.

Depois da receção da preparação revista pela fiscalização, houve necessidade de instalar registos corta-fogo nos locais de passagem de condutas entre zonas corta-fogo presentes no projeto de Segurança Contra Incêndios em Edifícios (SCIE). O projeto de SCIE define as medidas e sistemas necessários para prevenir e combater incêndios, garantindo a segurança das pessoas e do edifício. É um projeto obrigatório para edifícios de risco médio e alto, que inclui a caracterização do edifício, condições exteriores de segurança, comportamento ao fogo, medidas de evacuação e equipamentos de segurança.

Posteriormente à aprovação da preparação pela equipa de fiscalização da obra, procede-se ao pedido de condutas a fornecedores. Este processo baseia-se em isolar a rede aerólica da preparação e retirar as ligações das condutas a equipamentos e a grelhas, pois estas ligações têm de ser pedidas posteriormente com os equipamentos já montados, por serem peças feitas à medida e de maior custo. Com este procedimento, interessa deixar na preparação apenas os troços principais e ramais secundários de rede aerólica.

Finalmente, é enviada a nova preparação para os fornecedores. Após produção, as condutas são entregues em obra na data a indicar pela equipa de produção, de acordo com as suas necessidades.

4.5 Instalação de condutas

A instalação de condutas pode ser feita de diversas formas, dependendo do tipo de fixação, nomeadamente, vertical, horizontal, em suspenso, etc.

Na Figura 4.22, as condutas estão instaladas na vertical com a fixação da conduta a ser feita nas lajes através de parafusos que são aplicados ao suporte das condutas garantindo uma fixação segura, estável e evitando vibrações.



Figura 4.22 - Conduta instalada na vertical na courette entre diferentes pisos

Na Figura 4.23, as condutas são suportadas no teto inclinado da área técnica acompanhando a inclinação do telhado. Este ajuste, permite que as condutas se direcionem corretamente até à zona de refeição do restaurante.



Figura 4.23 - Conduta instalada com a inclinação do telhado à saída da área técnica interior do piso 1 do restaurante

Na Figura 4.24, a conduta encontra-se suspensa, estando apoiada apenas pelos suportes da cobertura e, lateralmente, por suportes para não haver movimentos com a passagem de ar, o que poderia desgastar o suporte e criar ruído.



Figura 4.24 - Conduta apoiada nos suportes da cobertura do restaurante na zona de refeição

4.6 Instalação de piso radiante

Após instalação das condutas, procedeu-se à instalação do piso radiante na zona das lojas e da biblioteca. Para a correta instalação de todo o sistema de piso radiante, contactou-se o fornecedor, que enviou os respetivos manuais de instalação. A Figura 4.25 representa esquematicamente os componentes da instalação de piso radiante.

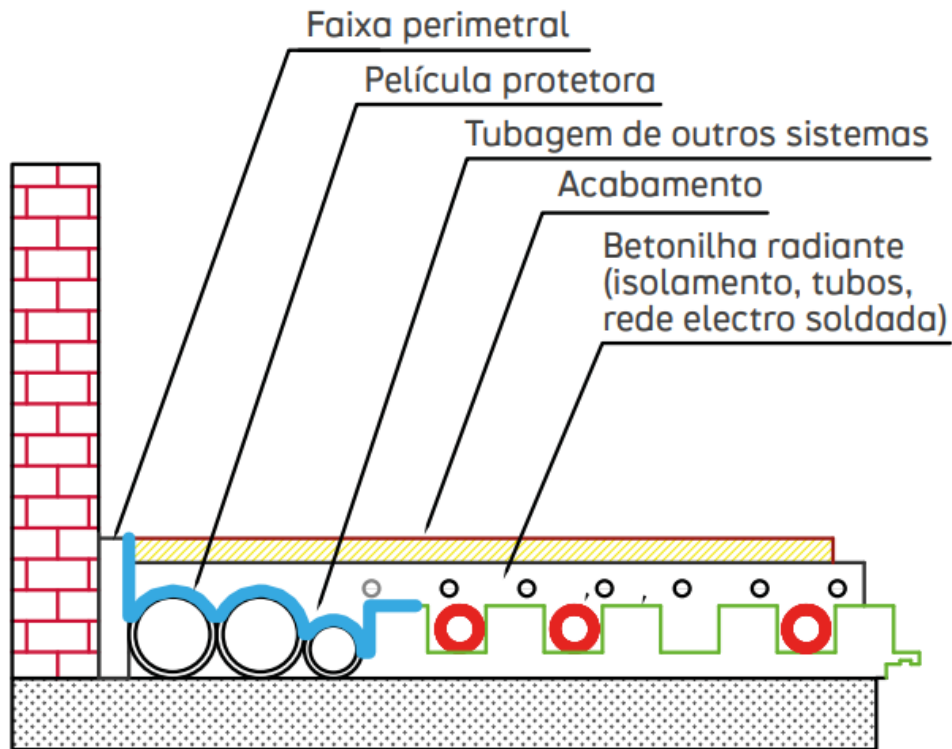


Figura 4.25 – Esquema de instalação de piso radiante (Giacomini, 2025)

Os circuitos do sistema podem ter um layout em forma de espiral ou de serpentina. O *layout* em forma de espiral é o mais recomendado, pois oferece uma distribuição mais uniforme da temperatura da superfície, enquanto o *layout* em forma de serpentina provoca uma redução gradual da temperatura da superfície desde o ponto de entrada do tubo na divisão a ser aquecida. A Figura 4.26 e Figura 4.27 são exemplos da instalação de piso radiante seguindo o *layout* em espiral.

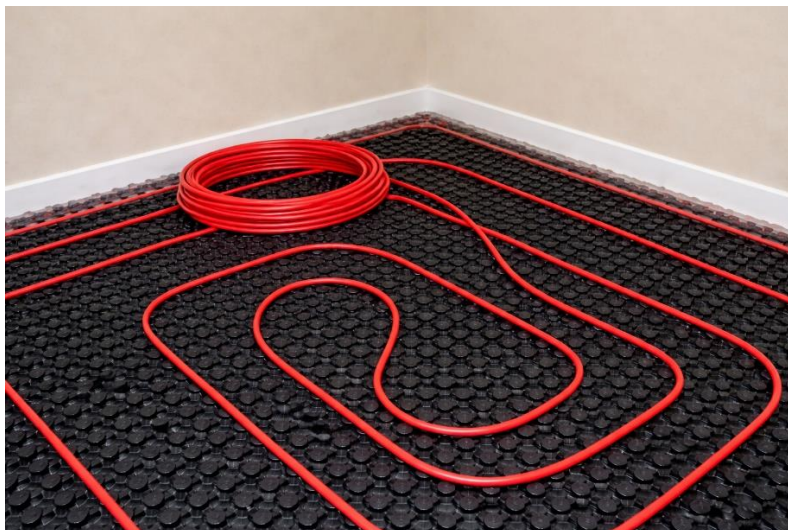


Figura 4.26 – Exemplo da colocação de tubo para piso radiante seguindo o *layout* em forma de espiral (Giacomini, 2025)

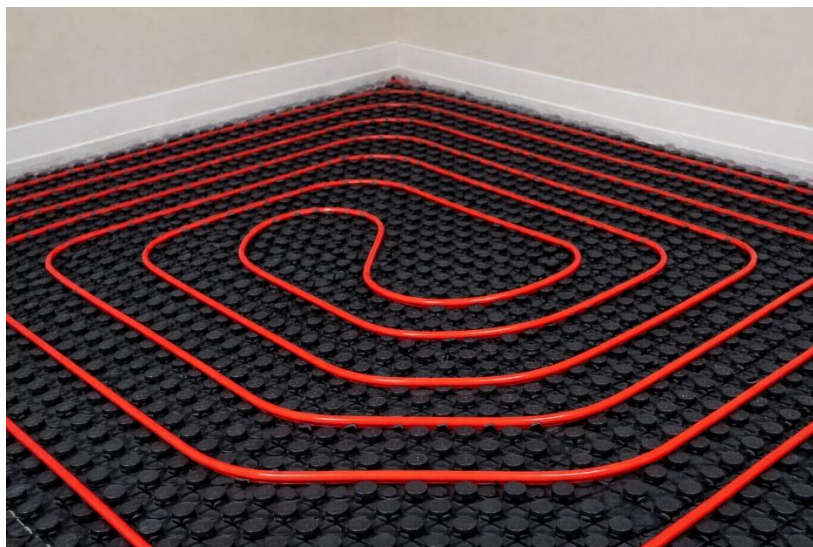


Figura 4.27 – Instalação de um sistema de piso radiante em forma de espiral (Giacomini, 2025)

O tubo deverá ser montado na placa de isolamento passando entre os suportes, seguindo o raio de curvatura de cada tipo de tubo, evitando assim vincos que reduzam a secção do tubo (Figura 4.28 e Figura 4.29).

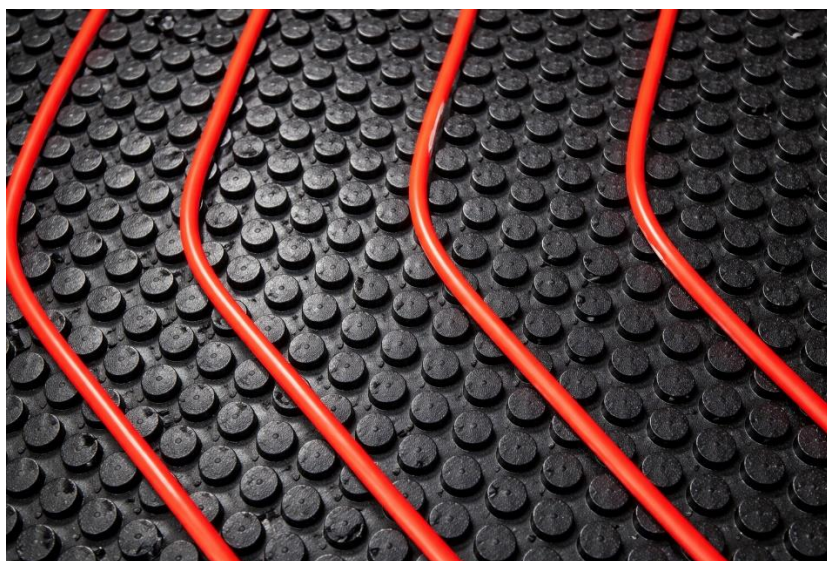


Figura 4.28 – Pormenor de curvatura do tubo de um sistema de piso radiante (Giacomini, 2025)

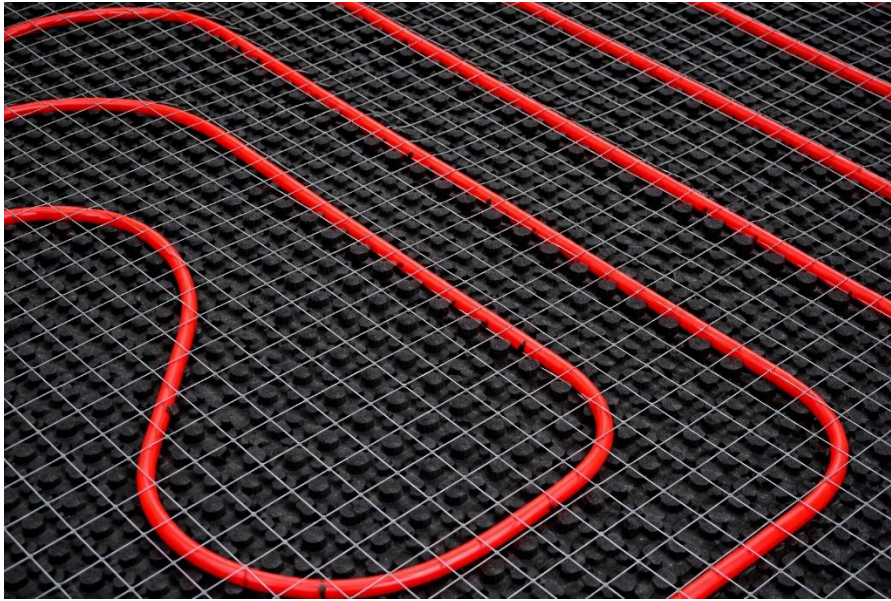


Figura 4.29 – Pormenor de curvatura de tubo de um sistema de piso radiante em forma de espiral (Giacomini, 2025)

Em coordenação com a equipa de construção civil do cliente procedeu-se à colocação da placa de isolamento do piso radiante nas zonas assinaladas, garantindo, assim, o correto isolamento térmico. Inicialmente foram colocadas as placas de isolamento na zona das lojas (Figura 4.30), e posteriormente nas restantes zonas.



Figura 4.30 - Placas de isolamento para o piso radiante na zona das lojas

De seguida, procedeu-se à instalação da tubagem do piso radiante, respeitando o espaçamento indicado pelo projeto e pelas recomendações do fabricante. Desta forma garante-se a correta transmissão de calor assegurando uma distribuição

homogénea e eficaz do aquecimento por toda a superfície do piso radiante (Figura 4.31 e Figura 4.32).

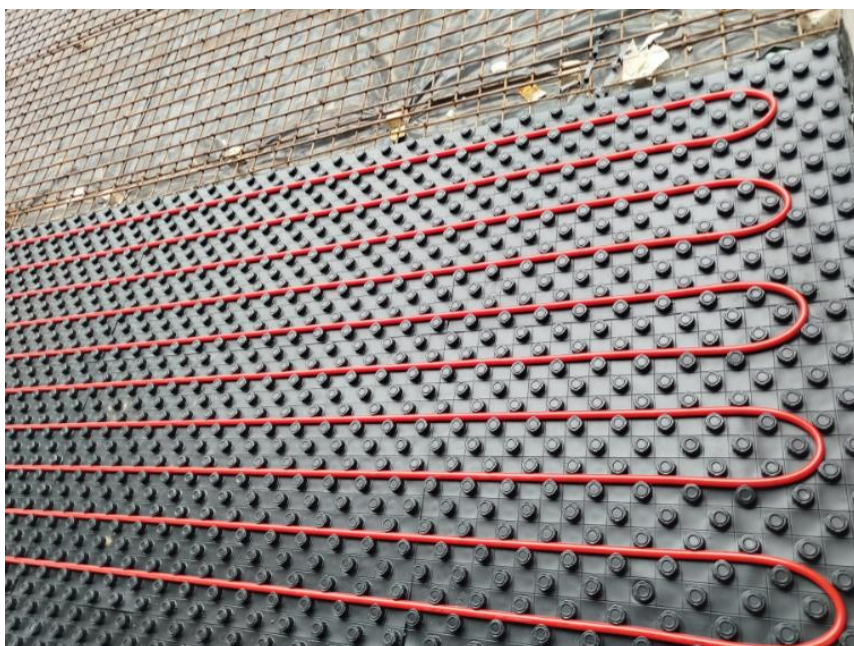


Figura 4.31 - Pormenor de instalação de placa de isolamento e tubagem para piso radiante



Figura 4.32 - Instalação de piso radiante na zona da biblioteca

5 CONCLUSÃO

Após realização do período de estágio curricular, pode concluir-se que os objetivos traçados no início do estágio foram atingidos e que as tarefas foram sempre desempenhadas com empenho e sucesso, permitindo, simultaneamente aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos.

Iniciar o estágio no departamento de Orçamentação foi crucial para a integração no ambiente profissional. A realização de numerosos orçamentos contribuiu para a familiarização com os diversos equipamentos e materiais utilizados na área de AVAC e o seu custo de aquisição e instalação.

A breve passagem pela direção de obra complementou o conhecimento adquirido no departamento de Orçamentação. Esta experiência foi muito importante para tomar conhecimento com a realidade da fase de obra, analisando o projeto de AVAC e realizar o preenchimento de fichas de aprovação de material para instalação de equipamentos.

Por fim, no departamento de Métodos e Preparação, analisou-se o funcionamento e instalação de equipamentos, preparando-se a sua instalação, prevendo-se possíveis conflitos, nomeadamente entre especialidades, e resolvendo-os atempadamente, facilitando assim a posterior instalação no local. Foi neste departamento que se desenvolveu a tarefa com maior grau de exigência, ao realizar-se a preparação da zona da Praça da Obra “Sublime Comporta”. Foi possível perceber a importância e o princípio de funcionamento dos equipamentos a instalar, detetar conflitos oriundos da fase de projeto e apresentar soluções que visam simplificar o sistema e reduzir os custos de instalação, desenvolvendo o sentido crítico em relação às soluções a ser instaladas e compreendendo a importância da capacidade de comunicação entre equipas.

A decisão de realizar estágio curricular foi a mais acertada para a finalização do curso de mestrado, pois possibilitou complementar os conhecimentos teóricos com a componente prática de forma gradual, permitindo uma melhor perceção do mercado de trabalho e a importância de uma boa formação técnica.

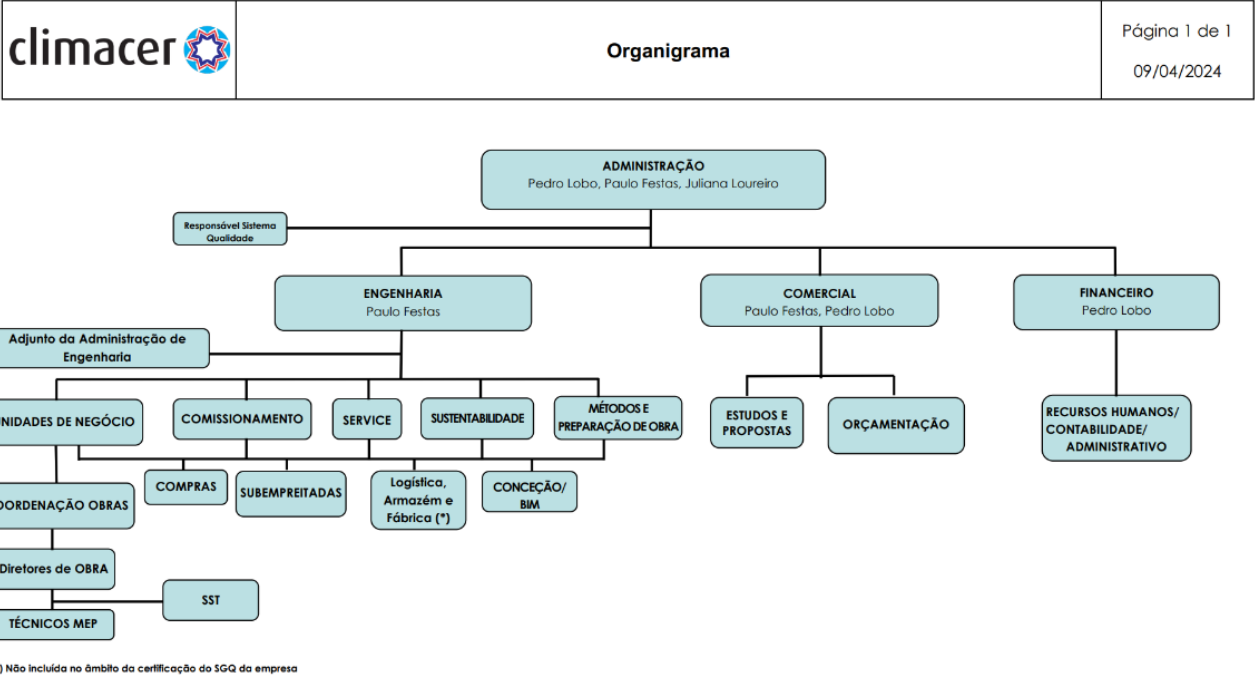
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. (2020). ASHRAE Handbook – HVAC Systems and Equipment. ASHRAE.
- Baxi. (2024). Baxi. <https://www.baxi.pt/>
- Caleffi. (2024). Caleffi. <https://www.caleffi.com/pt-pt>
- Climacer. (2024). Climacer. <https://www.climacer.com/>
- Daikin Industries Ltd. (2026). Product Catalog – Daikin Air Handling Solutions. Daikin Industries. https://catalogues.daikin.eu/flipbooks/EN/General_catalogue/01intro/index.html
- Diário da República. (2021). Portaria n° 138/2021
- DGEG. (2020). Guia SCE – Conceitos e Definições (RECS). https://www.sce.pt/wp-content/uploads/2020/04/5.1-Guia-SCE-Conceitos-e-Defini%C3%A7%C3%B5es-RECS_V1-1.pdf
- DGEG, & Adene. (2021). Manual SCE – Manual Técnico para a Avaliação do Desempenho Energético dos Edifícios.
- European Committee for Standardization. (2007). EN 13779 – Ventilation for non-residential buildings – Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems.
- European Committee for Standardization. (2019). EN 1822-1:2019 – High efficiency air filters (EPA, HEPA and ULPA) – Part 1: Classification, performance testing, marking.
- France Air. (2024). France Air. <https://www.france-air.pt/>
- Giacomini. (2025). Giacomini. <https://pt.giacomini.com>
- ISO. (2016). ISO 16890-1:2016 – Technical specifications, requirements and classification system based upon particulate matter efficiency (ePM)
- Mitsubishi Electric. (2024). Mitsubishi Electric. Air Conditioning Solutions. <https://pt.mitsubishielectric.com/en/products-solutions/air-conditioning/>
- Os Netos do Simão. (2025). Os Netos do Simão. <https://osnetosdosimao.com/>
- Rui Cavaca Marcos. (2023). Ventilação Mecânica – Teoria e Aplicações no Conforto Humano, na Indústria e Serviços. Engebook.
- Soler & Palau. (2024). Soler & Palau. <https://www.solerpalau.com/pt-pt/>
- Systemair. (2024). Systemair. <https://www.systemair.com/pt-pt>
- Trane. (2025). Trane. <https://trane.eu/pt/>
- Tria. (2025). Tria. <https://www.tria.pt/pt/>
- Videira. (2024). Videira. <https://videira.pt/>

Warmup. (2025). Warmup. <https://www.warmup.co.uk/>

ANEXOS

Anexo I – Organigrama da Climacer S.A.





**Instituto Superior
de Engenharia**

Politécnico de Coimbra