



Instituto Superior de Engenharia

Politécnico de Coimbra

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Adjudicação e acompanhamento de empreitadas de instalações AVAC

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

Especialização em Projeto, Instalação e Manutenção de Sistemas
Térmicos

Autor

José Miguel Gomes Fernandes Costa

Orientador

Prof. João Manuel Nogueira Malça de Matos Ferreira

Supervisor na empresa Climacer, S.A.

Eng.º Paulo Alexandre Mateus Festas



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, janeiro de 2024

AGRADECIMENTOS

Ao longo da realização deste estágio estive rodeado por pessoas e instituições que direta ou indiretamente me ajudaram a concluir esta primeira etapa de iniciação no mercado de trabalho e que por isso mesmo merecem umas palavras de apreço.

A toda a minha família, em especial aos meus pais e irmão, pois graças ao suporte, estabilidade e oportunidade que me proporcionaram, foi possível chegar até aqui.

À Climacer, S.A., por me ter dado a oportunidade de realizar o estágio curricular dentro dos quadros de uma grande empresa já com mais do que provas dadas do seu valor e que me fez ganhar ainda mais vontade de aprender acerca da área do Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC). Como grande empresa que é, só poderia estar rodeada de uma grande equipa, a essa agradeço o facto de ter sido sempre recebido de braços abertos desde o primeiro dia e em pouco tempo ter-me feito sentir parte da família. Aos que foram destacados para me guiar durante esta jornada, agradeço a disponibilidade, o apoio e a experiência científica e profissional transmitida ao longo desta jornada que foi fundamental para chegar até aqui.

Ao Eng.º Paulo Festas, COO (*Chief Operating Officer*) da Climacer, S.A., pela disponibilidade e pelo conhecimento e ferramentas transmitidas que foram essenciais tanto para o meu crescimento profissional como pessoal.

Ao Prof. João Malça, pela colaboração e os conselhos que me foram transmitidos durante todo este processo.

Por último, mas não menos importante, queria agradecer à cidade de Coimbra e a todos os amigos que fiz durante o meu percurso académico.

A todos um obrigado.

RESUMO

Este relatório descreve aquilo que foi o trabalho realizado durante o estágio curricular do Mestrado em Engenharia Mecânica (MEM) da especialização em Projeto, Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos (PIMST) do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC), realizado na empresa Climacer, S.A. entre os meses de outubro de 2022 e junho de 2023.

Sendo a área do AVAC a atividade que está na génese da empresa, os assuntos abordados neste documento têm como foco as instalações e sistemas de AVAC.

Este estágio começou com uma progressiva e rápida integração no corpo de trabalho da empresa e, posteriormente, de acordo com as necessidades da empresa acolhedora, foram percorridos diversos departamentos, desde o Departamento de Orçamentação e Compras ao Departamento de Produção, onde foram transmitidos conhecimentos e onde foram desempenhadas diversas tarefas e funções.

Numa primeira fase foram realizados orçamentos e compras durante a passagem pelo Departamento de Orçamentação e Compras, posteriormente foi explorado um novo software de desenho (Autodesk Revit) associado à realização de telas finais de uma obra da Climacer, S.A., já no Departamento de Métodos e Preparação.

Na última fase foi integrada uma equipa de Direção de Obra onde, no papel de Diretor de Obra Adjunto, foram acompanhados todos os processos de execução de uma empreitada.

Com a realização do presente estágio, foram aplicados conhecimentos teóricos adquiridos ao longo de todo o percurso académico enquanto aluno do ISEC.

Palavras-Chave: AVAC, Orçamentação, Mapa de Quantidades, Projeto e Direção de Obra

ABSTRACT

This report describes the work carried out during the curricular internship of the Master's in Mechanical Engineering (MEM) with a specialization in Project, Installation and Maintenance of Thermal Systems (PIMTS) at the Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC). The internship took place at Climacer, S.A. from October 2022 to June 2023.

Given that HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) is the core of the company activity, the topics covered in this document focus on HVAC installations and systems.

The internship began with a gradual and rapid integration into the company's workforce and, subsequently, based on the needs of the host company, various departments were covered, ranging from the Budgeting and Procurement Department to the Production Department, where they were transmitted knowledge and where various tasks and functions were performed.

In the initial phase, budgeting and purchasing tasks were performed while in the Budgeting and Purchasing Department, subsequently a new drawing software (Autodesk Revit) was explored associated with the creation of final screens for a project at Climacer, S. A., now in the Methods and Preparation Department.

In the final phase, I joined a Construction Management team where, in the role of Assistant Construction Manager, I supervised all stages of project execution.

This internship provided an opportunity to apply the theoretical knowledge accumulated throughout my academic journey at ISEC and to develop practical experience in a professional setting.

Keywords: HVAC, Budgeting, Bill of Materials, Project and Management.

ÍNDICE

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract.....	iii
Índice.....	iv
Índice de figuras.....	vi
Índice de tabelas	ix
Lista de abreviaturas.....	x
1 Introdução	1
1.1 Enquadramento e objetivo do estágio.....	1
1.2 Estrutura do relatório.....	1
1.3 Planeamento.....	2
1.4 Apresentação da empresa.....	2
2 Instalações AVAC	5
2.1 Conceito de AVAC	5
2.2 Sistemas em função da área a climatizar.....	6
2.2.1 Sistema centralizado.....	6
2.2.2 Sistema individual.....	6
2.3 Sistemas e equipamentos de climatização	7
2.3.1 Sistemas split e multi-split	7
2.3.2 Sistema VRV	7
2.3.3 Unidade de Tratamento de Ar.....	8
2.3.4 Recuperador de Calor	9
3 Tarefas de adjudicação e fecho de obra	11
3.1 Orçamentação.....	11
3.2 Procedimento de compras.....	18
3.3 Elaboração de telas finais em Autodesk Revit.....	18
3.3.1 AutoCAD vs Autodesk Revit	19
3.3.2 Descrição da empreitada objeto de estudo	19
3.3.3 Adaptação ao software.....	22
3.3.4 Fase de execução	23
3.4 Análise de erros e omissões.....	27

Adjudicação e acompanhamento de empreitadas de instalações AVAC

4	Direção de obra.....	29
4.1	Medições.....	31
4.2	Mapa comparativo.....	32
4.3	Aprovação de material.....	32
4.4	Aprovisionamento de material.....	33
4.4.1	Equipamento <i>standard</i>	34
4.4.2	Equipamento personalizado.....	34
4.5	Pedido de esclarecimento.....	35
4.6	Preparações.....	37
4.7	Trabalhos a mais.....	37
4.8	Autos de medição.....	38
4.9	Problemas e soluções.....	38
4.9.1	Edifício Staff.....	39
4.9.2	Unidade de alojamento (Villas).....	42
5	Conclusão.....	49
6	Referências.....	50
	Anexos.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Fachada da sede da empresa.	3
Figura 1.2 – Logótipo da empresa (Climacer, 2023).	4
Figura 2.1 – Exemplo de uma zona técnica de um sistema centralizado (Climacer, 2023).	6
Figura 2.2 – Exemplo de um sistema split do tipo mural (Daikin, 2023).	7
Figura 2.3 – Exemplo de um sistema multi-split (Daikin, 2023).	7
Figura 2.4 – Exemplo de um esquema de um sistema VRV a 2 tubos.	8
Figura 2.5 – Exemplo de uma UTA (Arfit, 2023).	9
Figura 2.6 - Exemplo de um recuperador de calor (Toshiba, 2023).	9
Figura 2.7 - Esquema ilustrativo do cruzamento de fluxos num recuperador de calor (Contracting Business, 2020).	10
Figura 3.1 – Exemplo de um índice de caderno de encargos.	12
Figura 3.2 – Exemplo de mapa de quantidades.	13
Figura 3.3 – Exemplo de peças desenhadas.	13
Figura 3.4 – Exemplo de <i>checklist</i>	14
Figura 3.5 – Folha de cálculo interna ARCON.	15
Figura 3.6 – Exemplo de Proposta Comercial.	16
Figura 3.7 – Exemplo de Proposta Técnica.	17
Figura 3.8 – Edifício dos Correios, Telégrafos e Telefones, em Coimbra, alvo de requalificação.	19
Figura 3.9 – Edifício TUMO: planta do Piso 1.	20
Figura 3.10 – Edifício TUMO: planta do Piso 2.	21
Figura 3.11 – Edifício TUMO: planta da Cobertura.	21
Figura 3.12 – Exemplo de preparação feita em fase de adaptação ao software Autodesk Revit.	22
Figura 3.13 – Versão final da arquitetura em Revit.	23
Figura 3.14 – Corte da arquitetura.	24
Figura 3.15 – Rede aerólica do edifício TUMO modelada em Autodesk Revit.	25
Figura 3.16 – Pormenor da rede de fluido frigorigénio na cobertura do edifício TUMO modelada em Autodesk Revit.	25
Figura 3.17 - Pormenor de ligações ao recuperador de calor.	26

Figura 3.18 – Pormenor de ligações às unidades terminais.....	26
Figura 3.19 – Excerto de uma folha de erros e omissões.....	27
Figura 4.1 – Implantação geral do empreendimento Sublime Comporta Villas.	30
Figura 4.2 - Medição da rede de cobre no empreendimento Sublime Comporta Villas.....	32
Figura 4.3 – Exemplo de FAM preenchida.....	33
Figura 4.4 – Exemplo de folha resumo de FAM's.....	33
Figura 4.5 – Exemplo de encomenda de ventiladores.....	34
Figura 4.8 – Exemplo de entrega de encomenda de plenos persolanizados em obra.	35
Figura 4.9 – Exemplo de pedido de esclarecimento.	36
Figura 4.10 – Exemplo de resposta com pormenor da sanca.....	36
Figura 4.11 – Preparação de compatibilização de especialidades do edifício Staff.	37
Figura 4.12 – Alterações de secções de condutas para compatibilização de passagem.	39
Figura 4.13 – Transição de secção transversal de conduta circular (diâmetro 160) para retangular (200x100).....	40
Figura 4.14 – Preparação que ilustra a incompatibilização da localização das unidades exteriores.....	40
Figura 4.15 – Preparação ilustrando a realocização das unidades exteriores ao nível do pavimento.	41
Figura 4.16 – Revisão do projeto de implantação das unidades exteriores.....	41
Figura 4.17 – Preparação efetuada para a sala das Villas.....	42
Figura 4.18 - Corte da preparação da sala das Villas.....	43
Figura 4.19 – Simulação em vista 3D do escoamento de ar na insuflação (difusor previsto).....	43
Figura 4.20 - Simulação em corte da velocidade [m/s] do ar insuflado (difusor previsto).....	44
Figura 4.21 - Simulação em corte da temperatura do ar [°C] insuflado (difusor previsto).....	44
Figura 4.22 – Simulação em vista 3D do escoamento de ar na insuflação (novo difusor proposto).....	45
Figura 4.23 - Simulação em corte da velocidade [m/s] do ar insuflado (novo difusor proposto).....	45

Figura 4.24 - Simulação em corte da temperatura do ar [°C] insuflado (novo difusor proposto).	45
Figura 4.25 – Rede de tubagem de cobre das unidades de alojamento (Villas).	46
Figura 4.26 – Excerto da revisão da implantação geral da obra.	47

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1 – Planeamento do estágio.....	2
Tabela 4.1 – Sistemas de climatização considerados por tipo edifício.....	30

LISTA DE ABREVIATURAS

AQS – Água Quente Sanitária

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

BIM – *Building Information Modeling*

CAD – *Computer Aided Design*

FAM – Ficha de Aprovação de Material

IAPMEI – Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas

ISEC – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

MEM – Mestrado em Engenharia Mecânica

MEP – *Mechanical, Electrical and Plumbing*

PIMST – Projeto, Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos

PME – Pequenas e Médias Empresas

UTA – Unidade de Tratamento de Ar

UTAN – Unidade de Tratamento de Ar Novo

VRV – *Variable Refrigerant Volume*

COO – *Chief Operating Officer*

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento e objetivo do estágio

O presente relatório é elaborado no âmbito do estágio curricular do segundo ano do MEM na área PIMST lecionado pelo ISEC, sendo o último requisito necessário para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica.

Este documento tem como principal objetivo registar o trabalho desenvolvido ao longo do estágio curricular que se desenvolveu na empresa Climacer, S.A., durante o período de 9 meses, compreendido entre os meses de outubro de 2022 e junho de 2023, em regime laboral, com uma carga horária de 40 horas semanais.

Realizaram-se várias tarefas dentro da empresa, desde a orçamentação até à direção de obra, sendo esta última a atividade sobre a qual este relatório se irá debruçar na sua maioria.

O objetivo principal deste estágio curricular passa por aprofundar as competências teóricas e práticas adquiridas ao longo de todo o percurso académico. Além disso tem a vantagem de oferecer uma integração progressiva e gradual do aluno no mercado de trabalho e consequentemente permite também adquirir conhecimento relativo aos processos de funcionamento de uma empresa.

1.2 Estrutura do relatório

No presente capítulo descrevem-se as fases passadas durante o estágio curricular e apresenta-se a empresa acolhedora.

No capítulo 2 apresentam-se alguns conceitos teóricos.

O capítulo 3 aborda algumas das funções desempenhadas no Departamento de Orçamentação e Compras e no Departamento de Métodos e Preparações, descrevendo um pouco dos processos de atuação.

No capítulo 4 apresentam-se os métodos e funções desempenhadas no Departamento de Produção, mais concretamente no papel de Diretor de Obra Adjunto na obra em execução do empreendimento Sublime Comporta Villas, na zona da Comporta. Além disso, abordam-se os problemas enfrentados e as respetivas soluções apresentadas.

Por último, no capítulo de conclusão, procura-se fazer um balanço geral do estágio curricular.

1.3 Planeamento

De acordo com as necessidades da empresa de acolhimento o estágio foi repartido nas seguintes fases:

Fase 0: Integração no espaço de trabalho e no corpo de colaboradores da empresa;

Fase 1: Realização de orçamentos e encomendas durante a passagem pelo Departamento de Orçamentação e Compras;

Fase 2: Acompanhamento de obras em simultâneo com a realização de preparações e telas finais durante a passagem pelo Departamento de Métodos e Preparações;

Fase 3: Integração numa Direção de Obra num processo de execução de um empreendimento durante a passagem pelo Departamento de Produção.

A Tabela 1.1 demonstra cronologicamente cada uma das fases do estágio.

Tabela 1.1 – Planeamento do estágio.

Ano	2022			2023					
Mês	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.
Fase 0	x								
Fase 1	x	x	x	x					
Fase 2				x	x	x			
Fase 3						x	x	x	x

1.4 Apresentação da empresa

A Climacer, S.A. foi fundada a 12 de fevereiro de 1990, apostando na conceção e instalação de sistemas de AVAC.

Numa fase inicial, com umas pequenas instalações, a empresa estava sediada na Rua Saragoça, em Coimbra, limitando-se apenas a obras de reduzida dimensão.

No ano de 1993 foi desenvolvida a vertente de Projeto que permitiu alargar o leque de serviços prestados e, com isso, também continuou o seu crescimento e consolidação de estratégias. Ainda durante esse mesmo ano muda as suas instalações para a Zona Industrial da Pedrulha, em Coimbra, duplicando a sua área e dá início ao fabrico de condutas e acessórios para ventilação e ar condicionado com o objetivo de satisfazer autonomamente as necessidades pontuais das empreitadas.

Ao longo dos anos seguintes atingiu o estatuto de PME (Pequenas e Médias Empresas) de Excelência pelo IAPMEI (Instituto de Apoio às Pequenas e Médias

Empresas), obteve a certificação da norma NP EN ISO 9001:2000 e foi distinguida como PME Líder pelo IAPMEI, no seguimento do programa FINCRESCCE, conferindo assim à empresa notoriedade e criando condições para que esta se pudesse continuar a desenvolver.

Fruto do seu rápido crescimento, no ano de 2006 foi feita uma nova mudança de instalações para Trouxemil (Figura 1.1), mas desta vez para um edifício contruído de raiz à medida das necessidades e já olhando para o futuro. É neste edifício que se mantém, contando com uma área de 1000 m^2 e uma área de 350 m^2 reservada à área fabril.



Figura 1.1 - Fachada da sede da empresa.

Em 2015 dá-se início a um novo ciclo em consequência da entrada na firma de novos sócios, nova gerência e injeção de capital. Nesta fase, com a ambição aliada ao rigor, foi possível a sustentação do forte posicionamento no mercado e a estabilização da solidez financeira.

Ao dia de hoje a Climacer, S.A. é uma empresa especializada em instalações especiais MEP (*Mechanical, Electrical and Plumbing*) abrangendo a conceção, instalação e assistência pós-venda, atuando nas áreas de AVAC, instalações elétricas e águas e esgotos. Dispõe de vários serviços nas áreas da Manutenção e do Comissionamento, e mais recentemente presta serviços nas áreas da Sustentabilidade (sistemas fotovoltaicos e eficiência energética) e do *Facility Management*.

A Climacer, S.A. tem como objetivo principal reduzir o impacto ambiental na sua atividade, reforçando a utilização de fontes de energia renováveis e assegurando o conforto térmico e o controlo da qualidade do ar no interior das instalações com máxima eficiência.

A empresa tem já no seu portefólio um conjunto de grandes obras públicas e privadas nos diversos setores (hospitalar, farmacêutico, industrial, residencial, hoteleiro, desportivo, etc.), destacando-se as seguintes:

- i. CUF Tejo – Lisboa;

- ii. Hotel Intercontinental – Estoril;
- iii. Bluepharma SMB – Coimbra;
- iv. Faculdade de Medicina da Universidade Católica – Sintra;
- v. Martinhal Residence – Lisboa;
- vi. Livensa Living Coimbra Rio – Coimbra;
- vii. Teatro Aveirense – Aveiro;
- viii. AGEAS Seguros – Lisboa.

A Climacer, S.A., cujo logótipo é apresentado na Figura 1.2, apresenta uma estrutura organizacional bem definida de acordo com o organigrama apresentado no anexo I.



Figura 1.2 – Logótipo da empresa (Climacer, 2023).

2 INSTALAÇÕES AVAC

No seguimento da apresentação anteriormente feita da empresa acolhedora, podemos concluir que desde a sua fundação até aos dias de hoje se soube reinventar e apostar em várias especialidades. Este capítulo aborda essencialmente a área que acompanha a Climacer desde a sua génese que é a área do AVAC, sendo especificados alguns dos conceitos teóricos transmitidos tanto no decorrer do estágio curricular como no meu percurso académico.

2.1 Conceito de AVAC

O termo corrente AVAC é a abreviatura de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado. Assim, um sistema AVAC é composto por um conjunto de equipamentos cujo objetivo passa por satisfazer o conforto térmico dos utilizadores num determinado espaço assim como a qualidade do ar interior.

O principal motivo da procura do homem por condições de conforto térmico é a satisfação humana (Fanger, P. O., 1970). Isto leva-nos a seguir a ideia de que o conforto térmico é uma condição mental que expressa a satisfação do indivíduo com o ambiente térmico que o rodeia (International Organisation for Standardisation, 2005).

Porém, é impossível idealizar um ambiente que satisfaça todas as pessoas, haverá sempre ocupantes insatisfeitos pelo facto de haver componentes subjetivas que variam de pessoa para pessoa (Fanger, P.O. 1970).

Sendo o ar um elemento essencial à vida, é também a qualidade do mesmo algo bastante importante e a ter em conta. Aqui entra a importância da ventilação que está intimamente associada à circulação de ar no interior das instalações e trocas de ar com o exterior. Em espaços mal ventilados o ar torna-se “pesado” devido à subida da concentração de dióxido de carbono, que conseqüentemente se traduz numa diminuição do rendimento e aumento da fadiga dos ocupantes desse mesmo espaço.

Segundo Fanger, P. O. (1970), grande parte da população passa a maior parte do dia num ambiente fechado, seja no trabalho, transportes ou nas suas próprias habitações, o que só vem reforçar a extrema importância de uma correta climatização e circulação do ar dentro dos espaços fechados.

Os sistemas AVAC contribuem para se atingir o conforto dos ocupantes e podem ser classificados de diversas formas, dependendo de vários critérios, tal como a área a climatizar, que passo a abordar de seguida.

2.2 Sistemas em função da área a climatizar

Tendo definida a área que irá ser alvo de um processo de climatização assim como o local onde o ar irá ser aquecido ou arrefecido, os sistemas podem ser classificados como centralizados ou individuais.

2.2.1 Sistema centralizado

Neste tipo de sistema, o componente principal (unidade produtora de energia) encontra-se localizado num único ponto central (zona técnica) e a climatização é feita através do uso de um fluido térmico que circula no sistema secundário. Este tipo de sistema é projetado para servir várias áreas ou zonas de um edifício a partir de um local comum e distinto da área a climatizar.

Um sistema de climatização centralizado designa um sistema em que o equipamento necessário para a produção de frio ou de calor (e para a filtragem, a humidificação e a desumidificação, caso existam) se situa concentrado numa instalação e num local distinto dos espaços a climatizar, sendo o frio ou calor (e humidade), no todo ou em parte, transportado por um fluido térmico aos diferentes locais a climatizar (RSECE, 2006). A Figura 2.1 exemplifica a zona técnica de um sistema centralizado. Este tipo de sistemas facilitam a monitorização e ajuste das condições do ambiente em todo o edifício a partir de um único ponto.



Figura 2.1 – Exemplo de uma zona técnica de um sistema centralizado (Climacer, 2023).

2.2.2 Sistema individual

Ao contrário de um sistema centralizado, onde um conjunto de equipamentos serve todo um edifício, um sistema individual é composto por um equipamento ou conjunto deles que servem apenas um espaço limitado. Um exemplo frequente de um sistema individual é uma instalação do tipo split, em que a unidade interior se encontra na divisão a climatizar e a unidade exterior instalada num local relativamente próximo da mesma. São equipamentos bastante mais compactos e que se baseiam no princípio básico da expansão direta de um fluido refrigerante.

2.3 Sistemas e equipamentos de climatização

Existem diversos sistemas e equipamentos de climatização. Nesta secção apresentam-se, de forma sucinta, alguns dos mais utilizados numa instalação AVAC e que estão presentes na obra abordada na secção 4.

2.3.1 Sistemas split e multi-split

São sistemas de expansão direta em que o fluido refrigerante circulante é responsável por absorver a carga térmica no evaporador e dissipá-la no condensador.

No caso dos sistemas split, a instalação é composta por uma unidade exterior e uma unidade interior, ficando a unidade interior instalada dentro do espaço a climatizar e podendo ser do tipo mural, cassette, teto, chão ou conduta (Figura 2.2).



Figura 2.2 – Exemplo de um sistema split do tipo mural (Daikin, 2023).

No caso dos sistemas multi-split, uma única unidade exterior permite que vários espaços sejam climatizados, sendo que no interior de cada divisão a climatizar deverá existir uma unidade interior (Figura 2.3).



Figura 2.3 – Exemplo de um sistema multi-split (Daikin, 2023).

2.3.2 Sistema VRV

Assemelhando-se não só fisicamente como funcionalmente aos sistemas multi-split, os sistemas VRV (*Variable Refrigerant Volume*) são compostos por uma unidade exterior e várias unidades interiores. No entanto os sistemas VRV permitem a ligação

de um maior número de unidade interiores a uma só unidade exterior e, além disso, este tipo de sistema faz o ajuste automático do caudal de fluido frigorígeno para cada unidade interior dependendo das necessidades (Rocha, 2023). Os sistemas VRV a 3 tubos são uma variação do sistema VRV convencional a 2 tubos (Figura 2.4), que tem a capacidade de aquecimento e arrefecimento em simultâneo.

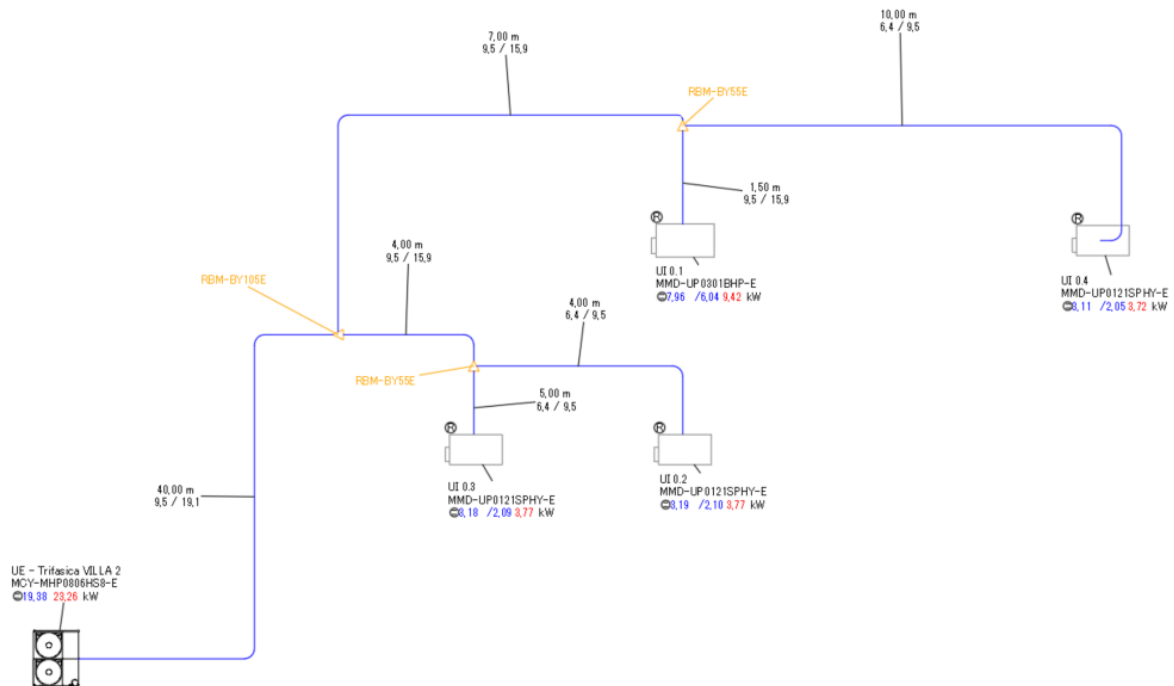


Figura 2.4 – Exemplo de um esquema de um sistema VRV a 2 tubos.

2.3.3 Unidade de Tratamento de Ar

Uma Unidade de Tratamento de Ar (UTA) destina-se a tratar o ar de forma a cumprir os requisitos exigidos pela aplicação em questão. Esse tratamento é feito através da renovação, aquecimento e arrefecimento do ar, humedificação e desumidificação do ar, controlo de caudais e filtração do ar (Figura 2.5). Nesse sentido as UTA's são compostas por módulos de ventilação, módulos de filtragem, baterias de aquecimento e de arrefecimento (a água, expansão direta ou elétricas) e módulo de mistura.

Uma UTA insufla ar num determinado espaço, podendo este ar ser composto por uma mistura de ar novo e de ar recirculado. O ar novo é normalmente utilizado para satisfazer as exigências de ventilação, enquanto a recirculação de ar é feita com o objetivo de obter um aproveitamento energético. Depois de tratada, a mistura é insuflada nas várias áreas do edifício através de grelhas ou de difusores (Carpinteiro, 2021).

Tratando-se de uma Unidade de Tratamento de Ar Novo (UTAN) o ar insuflado tem origem 100% no exterior, enquanto as UTA's utilizam ar novo e ar recuperado do interior do edifício. No primeiro caso (UTAN), o módulo de mistura não se aplica

porque o ar é apenas de uma origem. Estas unidades são normalmente instaladas nas coberturas dos edifícios devido às suas grandes dimensões.



Figura 2.5 – Exemplo de uma UTA (Arfit, 2023).

2.3.4 Recuperador de Calor

Para reduzir o consumo associado às grandes quantidades de energia térmica necessária para a climatização do ambiente, é possível recuperar o calor contido no ar extraído (Marques, 2005). Os recuperadores de calor são equipamentos utilizados com o objetivo de aproveitar a carga térmica do ar a rejeitar fazendo a permuta entre o ar novo a insuflar e o ar viciado. Desta forma, melhoram a eficiência energética do sistema (chegando a valores superiores a 90%) e, conseqüentemente, reduzem custos associados ao consumo de energia (Figura 2.6).

São constituídos por dois ventiladores responsáveis, respetivamente, pela insuflação e extração do ar, por dois filtros e por um permutador de calor que permite a recuperação e transferência do calor para o ar novo insuflado.



Figura 2.6 - Exemplo de um recuperador de calor (Toshiba, 2023).

Existem alguns tipos de recuperadores de calor, nomeadamente o recuperador de calor de fluxos cruzados abordado na secção 3.3.2 no qual os fluxos de ar passam num permutador de calor em direções opostas e perpendicularmente (Figura 2.7).

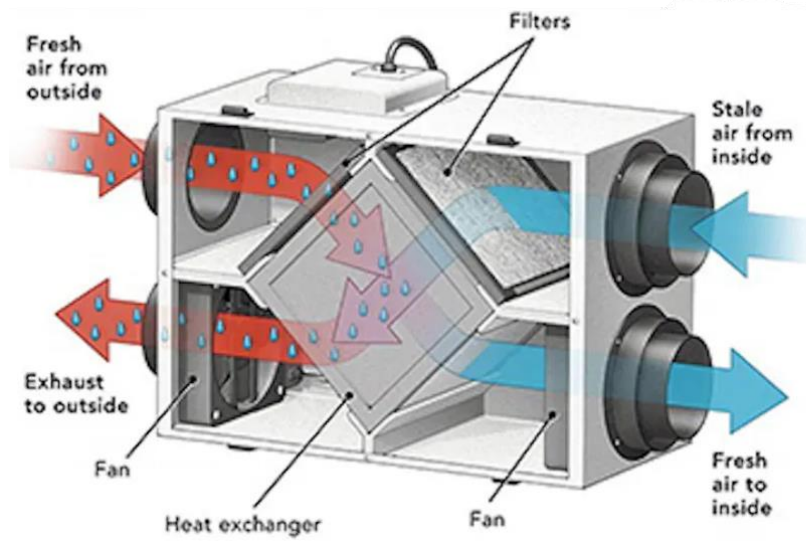


Figura 2.7 - Esquema ilustrativo do cruzamento de fluxos num recuperador de calor (*Contracting Business*, 2020).

3 TAREFAS DE ADJUDICAÇÃO E FECHO DE OBRA

No primeiro dia de estágio foi feita uma integração na empresa, no qual foram dadas a conhecer as instalações da empresa, a forma como a mesma estava estruturada e o papel dos vários departamentos.

De acordo com as necessidades da empresa, foi desenvolvido trabalho em três departamentos ao longo de todo o estágio. Numa primeira fase, no Departamento de Orçamentação e Compras, posteriormente no Departamento de Métodos e Preparações e, por fim, no Departamento de Produção, no qual se inclui a Direção de Obra.

3.1 Orçamentação

Durante o período de integração no Departamento de Orçamentação e Compras foi dado a conhecer todo o processo de elaboração de um orçamento. O mesmo é de uma extrema importância para a saúde financeira de uma empresa, já que é a partir dele que se conseguem ganhar adjudicações de obras. Além disso, do ponto de vista de um aluno a dar os primeiros passos no mercado de trabalho, foi um processo que ajudou bastante a ganhar a percepção dos vários sistemas e equipamentos utilizados.

Um orçamento não pode ser visto como algo menor no processo de uma empreitada e deve ser elaborado com o rigor que lhe é devido uma vez que, no caso de haver erros por excesso, o valor final do orçamento pode ser demasiado elevado e consequentemente a obra poderia não ser adjudicada à empresa. Por outro lado, um orçamento demasiado ambicioso irá afetar a margem de lucro da empreitada, podendo mesmo pôr em causa a situação financeira da empresa.

A organização e a definição de métodos dentro de uma empresa são outro ponto essencial. São inúmeros os pedidos de orçamentação que chegam a este departamento, por isso, existe todo um procedimento de execução bem delineado, de forma a qualquer pessoa que pegue num processo a meio consiga dar-lhe continuação e finalizá-lo.

Todos os pedidos de orçamentação passam por sete fases (1. Tomada de decisão; 2. Abertura do processo; 3. Análise do processo; 4. Pedidos de cotação; 5. Elaboração do orçamento; 6. Elaboração da proposta; 7. Negociação.), a seguir descritas:

1. Tomada de decisão

O primeiro aspeto a verificar é se o cliente forneceu todos os documentos necessários ao estudo e do orçamento, como é o caso do mapa de quantidades, o caderno de encargos, a lista de pontos, e as peças desenhadas. Caso não tenha fornecido estes elementos, é necessário solicitá-los ao cliente.

Todos os pedidos passam em primeira instância pelo Diretor de Produção, que faz uma análise sucinta e rápida do processo tendo em conta alguns fatores como o

prazo de resposta, o volume de trabalho no momento, a relação de confiança com o cliente, o tipo de projeto, entre outros. Em caso de decisão de elaboração de orçamento, é selecionado o orçamentista que irá tratar do processo.

2. Abertura do processo

O primeiro passo a ser tomado pelo orçamentista é a abertura do processo numa plataforma de trabalho interna que faz o registo de um novo orçamento numerado no mapa de orçamentação. Neste mapa são inseridos os elementos mais indicativos do novo processo, tais como, o nome do cliente, as datas de pedido/envio, o orçamentista responsável pelo mesmo, o nome da obra e localização, valores, descrição de principais equipamentos e fornecedores, ou seja, os elementos necessários a uma consulta rápida e de teor mais comercial. Por último, é criada uma pasta em formato digital onde vão ser armazenadas todas as informações relativas ao processo e que irá estar associada ao orçamento aberto anteriormente no mapa.

3. Análise do processo

Nesta etapa é feita a análise dos elementos fornecidos pelo cliente de forma a, numa primeira fase, ficarmos familiarizados com a dimensão da empreitada e a tipologia do edifício em questão. Numa segunda fase, é feito o estudo das instalações de climatização presentes de acordo com o mapa de quantidades, o caderno de encargos e as peças desenhadas. O caderno de encargos é essencial num projeto porque é através dele que vamos obter toda a informação detalhada das características dos equipamentos e materiais a utilizar (Figura 3.1).

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 projecto	2
1.5. Normas e Legislação	2
2. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	6
2.1. Bomba de Calor de Alta Temperatura	6
2.2. Equipamento de Tratamento de Água	9
2.3. Tubagem e Acessórios	10
2.3.1. Distribuição de Água Quente	10
2.3.2. Drenagem de Condensados	12
2.3.3. Colectores de Distribuição	12
2.4. Pintura	13
2.5. Suportes	13
2.6. Isolamentos Térmicos	14
2.7. Válvulas e Acessórios Diversos	15
2.7.1. Válvulas de Seccionamento	15
2.7.2. Válvulas de Globo	15
2.7.3. Válvulas de Retenção	15
2.7.4. Válvulas Redutoras de Pressão	15
2.7.5. Filtros	16
2.7.6. Juntas Anti-Vibráteis	16
2.7.7. Separadores de Ar e Partículas	16
2.7.8. Purgadores de Ar	16
2.7.9. Aparelhagem de Medida	16

Figura 3.1 – Exemplo de um índice de caderno de encargos.

No mapa de quantidades encontramos uma lista em Excel com todos os equipamentos e material necessário, assim como as suas quantidades (Figura 3.2).

Artº	Descrição	Uni.	Qtd.	Unitário (€)	Total (€)
A	Climatização dos espaços				
	Sistema VRF da marca Systemair				
	Piso 1 - Lounge				
	Fornecimento e instalação de unidade exterior da marca Systemair, versão bomba de calor, a 2 tubos nos seguintes modelos:				
A.1					
A.1.1	SYSVRF2 M560 AIR EVO HP R	un	1		
	Fornecimento e instalação de unidade interior do tipo VRF, do tipo mural, nos seguintes modelos:				
A.1.2					
A.1.2.1	SYSVRF2 WALL 45Q	un	1		
	Fornecimento e instalação de unidade interior do tipo VRF, do tipo cassete de 4 vias, nos seguintes modelos:				
A.1.3					
A.1.3.1	SYSVRF2 CASSETTE 56Q	un	9		
A.1.3.2	SYSVRF2 CASSETTE 71Q	un	1		

Figura 3.2 – Exemplo de mapa de quantidades.

As peças desenhadas servem para serem visualizadas as localizações dos equipamentos e conseguir-se ter uma perceção mais real, comprovando isso mesmo na figura Figura 3.3.

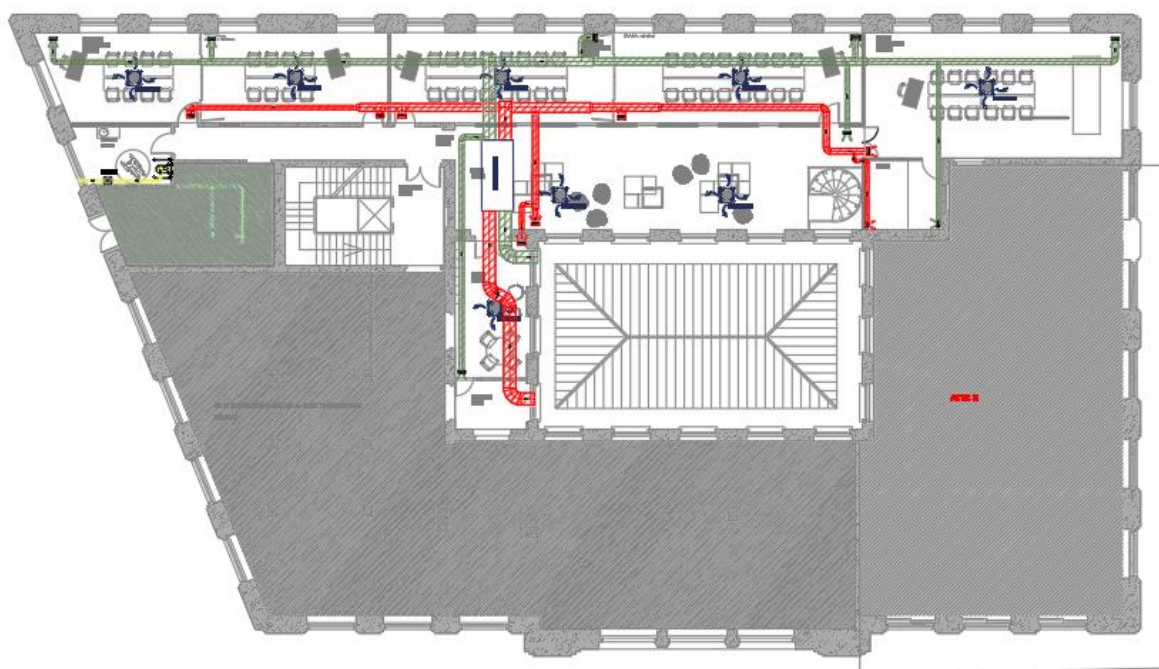


Figura 3.3 – Exemplo de peças desenhadas.

Durante o estudo é preenchida a *checklist* de orçamentação (Figura 3.4) com os equipamentos contemplados no projeto, as suas respetivas marcas, quando enunciadas, e as marcas que poderemos apresentar como alternativa.

Checklist Orçamentação		Obra:	Gab. Projeto:
C.E.		Alternativas	Observações
Chiller	x	Climaveneta (Mitsubishi)	
Caldeira	x	Viessman (Termomat)	
Chaminé			
Tratamento Águas	x	x	Petrolusa / Aquaquímica
UTA's	x	Systemair	
Rooftop			
Ventiladores	x	Systemair FranceAir	
VRV			
Recup. de calor			
Split	x	Daikin	
Ventilo-convectores	x	Systemair Jaga (Termomat)	
Radiadores	x	BAXI (Macolis)	
Piso Radiante	x	Giacomini (Canalcentro)	
Sistema Solar	x	BAXI (Macolis)	Vulcano
Depósitos	x	BAXI (Macolis)	

Figura 3.4 – Exemplo de *checklist*.

Numa fase inicial o orçamento segue com as marcas prescritas em caderno de encargos desde que nos deem cotação no tempo útil. Caso não nos deem cotação, somos obrigados a avançar com uma alternativa. Além disso, as marcas alternativas também servem para a eventualidade de nos ser pedido uma proposta com marcas alternativas de forma a reduzir o custo.

4. Pedidos de cotação


A *checklist* tem a finalidade de auxiliar de forma rápida o orçamentista, pois deste modo tem num só documento as marcas que irá ter de contactar para pedir cotação. Assim, tendo este documento totalmente finalizado, passa-se para o pedido formal de cotações aos vários fornecedores.

5. Elaboração do orçamento

Nesta fase já é possível começar a orçamentar, mesmo ainda sem qualquer cotação recebida, pelo facto de existirem valores internos tabelados para as tubagens, isolamentos, condutas, válvulas, etc. Após descarregar o mapa de quantidades na folha de cálculo interna (folha de cálculo ARCON, Figura 3.5) pode iniciar-se a elaboração do orçamento.



(Figura 3.6). Além disso, é ainda elaborada uma proposta técnica onde são detalhados todos os preços correspondentes a cada um dos artigos e suas respectivas quantidades (Figura 3.7).

Conceção · Produção · Service · Comissionamento · Sustentabilidade



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

Tel. +351 239 497 690
E-mail climacer@climacer.com

Proposta

Para: _____
A/C.: _____
C.C.: _____
Email: _____
Data: 2023.02.16

De: José Costa
Tel. nº: 239 497 690
Email: Jose.Costa@climacer.com
Pág.(s): 1 de 3

Assunto: Proposta 23.028.00
Proposta de fornecimento e instalação mecânica de AVAC

Ex.mo(s) Sr.(s)

Os nossos melhores cumprimentos.

No seguimento da consulta efectuada por V.ª Ex.ª à nossa empresa, que nos apraz, relativamente ao assunto supramencionado, somos a submeter à V.ª 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)
▪ BOILIBAS DE CIRCULAÇÃO	_____	Wilo
▪ CHILLER	_____	Trane
▪ DESENFUMAGEM	_____	Energilac
▪ DIFUSÃO	_____	Koolair
▪ UTAS	_____	Systemair
▪ VENTILADORES	_____	Systemair
▪ VENILO-CONVECTORES	_____	Systemair

Figura 3.6 – Exemplo de Proposta Comercial.


climacer 		Proposta		23.032.00	
		DATA	16/02/2023		
Obra:					
		Total 342 453,97 €			
Art*	Descrição	Uni.	Qtd.	Unitário (€)	Total (€)
19	AVAC				
19.1	VENTILAÇÃO				
19.1.1	Ventiladores de fluxo misto de baixo perfil, alimentação monofásica 230V ± 15% / 50-60Hz, IP44, proteção contra sobrecarga térmica. Equipado com um sensor de fluxo de ar variável que permite a criação de um sistema plug & play de volume de ar constante (CAV). Ponto de ajuste do fluxo de ar ajustável na caixa de terminais. Entrada analógica para controlar o ventilador com um sinal externo 0-10V. Preparado para trabalhar de -20 a + 40°C, ou equivalente.	UN	1	614,84€	614,84€
19.1.2	Conduta circular de parede simples helicoidal de aço galvanizado, de 100 mm de diâmetro e 0,5 mm de espessura, fornecida em tramos de 3 ou 5 m, para instalações de ventilação e climatização. Inclusive acessórios de montagem e elementos de fixação.	ml	115	21,58€	2 482,13€
19.1.3	Conduta circular de parede simples helicoidal de aço galvanizado, de 125 mm de diâmetro e 0,5 mm de espessura, fornecida em tramos de 3 ou 5 m, para instalações de ventilação e climatização. Inclusive acessórios de montagem e elementos de fixação.	ml	63,5	23,52€	1 493,52€

Figura 3.7 – Exemplo de Proposta Técnica.

7. Negociação

A partir do momento em que o cliente tem na sua posse a proposta, seguem-se as negociações e ajustes no orçamento inicial de forma a ir ao encontro das duas partes interessadas.

No anexo II, inclui-se um fluxograma interno que ilustra este procedimento.

Entre os vários orçamentos realizados autonomamente ao longo do estágio, uns mais complexos do que outros, destacam-se os seguintes:

- i. Anantara Hotel - Vila Viçosa;
- ii. Remodelação das Urgências do Centro Hospital Universidade de Coimbra – Coimbra;
- iii. Edifício Rua Formosa – Porto;
- iv. NOMAD BAY – Carvoeiro;
- v. One Health Research Center – Almada;
- vi. Alojamento Estudantil – Anadia;
- vii. Hospital Lusíadas – Vilamoura;

- viii. Hotel Olissipo Lapa Palace – Lisboa;
- ix. Praia Verde Boutique Hotel – Castro Marim;
- x. Remodelação do Piso 6 do Hospital da Cruz Vermelha – Lisboa.

3.2 Procedimento de compras

Durante o período de estágio, houve também a oportunidade de analisar o processo que envolve uma encomenda de material para obra. Este processo acarreta uma grande agilidade mental, pelo facto de se tratar de inúmeras encomendas a serem pedidas por dia para inúmeras obras, sendo que simultaneamente ainda aparecem encomendas urgentes de material que não foi requerido com a devida antecipação.

No caso de se tratar de uma encomenda de equipamentos já negociada entre a direção de obra e o fornecedor e com proposta final apresentada, o pedido de encomenda é feito internamente ao Departamento de Orçamentação e Compras, sendo solicitada a encomenda total ou parcial dos equipamentos, o prazo de entrega em obra (imediato ou a combinar com a direção de obra) e é enviada a proposta trabalhada. A partir desse momento, o departamento carrega os equipamentos, quantidades, preços, descontos e prazo de entrega em obra no programa apropriado que vai lançar a encomenda internamente e devolver o número da encomenda e o documento oficial para envio ao fornecedor.

Caso se trate de uma encomenda de material consumível em obra, a requisição é feita com uma lista de todo o material necessário. O departamento recebe a informação, envia os pedidos de cotação aos vários fornecedores para os diferentes materiais e, após a receção das propostas, faz um comparativo entre as mesmas onde entram fatores como o preço, o stock disponível e a relação comercial. Este comparativo é analisado pela diretora do departamento que toma a decisão e pede para avançar com a encomenda. Daqui em diante, o processo é semelhante ao anterior, sendo a encomenda lançada no programa interno e enviada para o fornecedor.

3.3 Elaboração de telas finais em Autodesk Revit

Numa obra, as telas finais, como o próprio nome indica, incluem as plantas, cortes e alçados da obra em questão. Estas têm a finalidade de ilustrar toda a instalação executada. Por esse motivo, a elaboração de telas finais será a última etapa na execução de uma empreitada.

No Departamento de Métodos e Preparações, um dos maiores desafios lançados durante o estágio foi o desenvolvimento de preparações e telas finais de uma obra da Climacer em Autodesk Revit. O software, embora não seja novo na empresa, tem sido pouco explorado e o objetivo é voltar a introduzi-lo no dia-a-dia da empresa através da execução de preparações e telas finais em Autodesk Revit.

3.3.1 AutoCAD vs Autodesk Revit

Atualmente, tanto o trabalho de preparações de obra como de elaboração de telas finais é na sua grande maioria feito em AutoCAD, apesar de existirem programas mais recentes e com especificações mais completas e desenvolvidas para este tipo de tarefas. Um exemplo destes programas é o Autodesk Revit, que foi criado para ajudar os profissionais de diversas áreas como a arquitetura, o urbanismo e a engenharia. Este software está em ascensão, mas ainda é muito desvalorizado devido à grande dependência dos profissionais de há bastantes anos relativamente ao AutoCAD. Efetivamente, numa primeira fase de adaptação é sempre mais difícil esquecer certos vícios criados ao longo dos anos e que, com a alteração dos softwares, têm de ser eliminados.

O AutoCAD é um software CAD (*Computer Aided Design*) que tem as funcionalidades de criação de desenhos 2D e modelagem 3D, substituindo o desenho manual, sendo muito usado em desenhos técnicos pormenorizados e específicos. Já o Autodesk Revit é um software BIM (*Building Information Modeling*) que tem por base uma funcionalidade multidisciplinar de forma a conciliar e integrar os diversos sistemas presentes numa obra como é o caso da parte aerólica, parte hidráulica, parte estrutural e parte elétrica. Este programa possibilita assim a análise global de uma obra de uma forma mais realista e facilita bastante a perceção de possíveis problemas que possam existir na compatibilização das várias subempreitadas.

3.3.2 Descrição da empreitada objeto de estudo

A obra incumbida de acompanhar foi a requalificação do centenário e icónico edifício dos Correios, Telégrafos e Telefones de Coimbra (Figura 3.8), situado no Largo do Mercado Municipal D. Pedro V, que iria receber o primeiro centro TUMO em Portugal.



Figura 3.8 – Edifício dos Correios, Telégrafos e Telefones, em Coimbra, alvo de requalificação.

O TUMO Coimbra é um projeto educativo inovador desenvolvido por uma associação de natureza privada sem fins lucrativos, complementar à escola tradicional, que oferece a 1500 jovens com idades compreendidas entre os 12 e os 18 anos a oportunidade de adquirirem conhecimentos em 8 áreas na interseção da tecnologia com a criatividade: Fotografia, Animação, Desenvolvimento de Jogos, Programação, Música, Design Gráfico, Cinema e Robótica. Por curiosidade, o projeto TUMO teve início em 2011 na Arménia e ao longo do tempo tem vindo a expandir-se com grande sucesso em todo o mundo.

Analisando as plantas gerais finais e a estruturação dos espaços do edifício, observa-se na Figura 3.9 que no piso 1 está presente a receção, *lounge*, uma *kitchenette*, instalações sanitárias, um auditório, um estúdio de gravação, salas de aulas e gabinetes. O piso 2 (Figura 3.10) aglomera as seguintes divisões: um lounge, um gabinete, uma *Server Room*, instalações sanitárias e salas de aulas.



Figura 3.9 – Edifício TUMO: planta do Piso 1.

Finalmente, de acordo com a Figura 3.11, a cobertura tem: uma sala de formações, arrumos e um terraço.

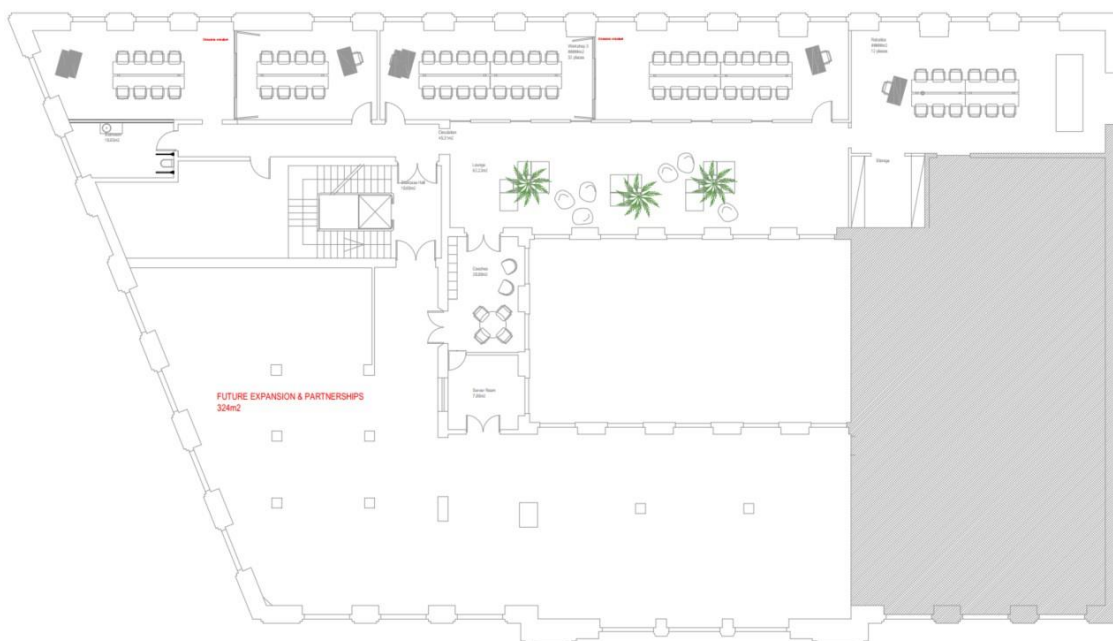


Figura 3.10 – Edifício TUMO: planta do Piso 2.

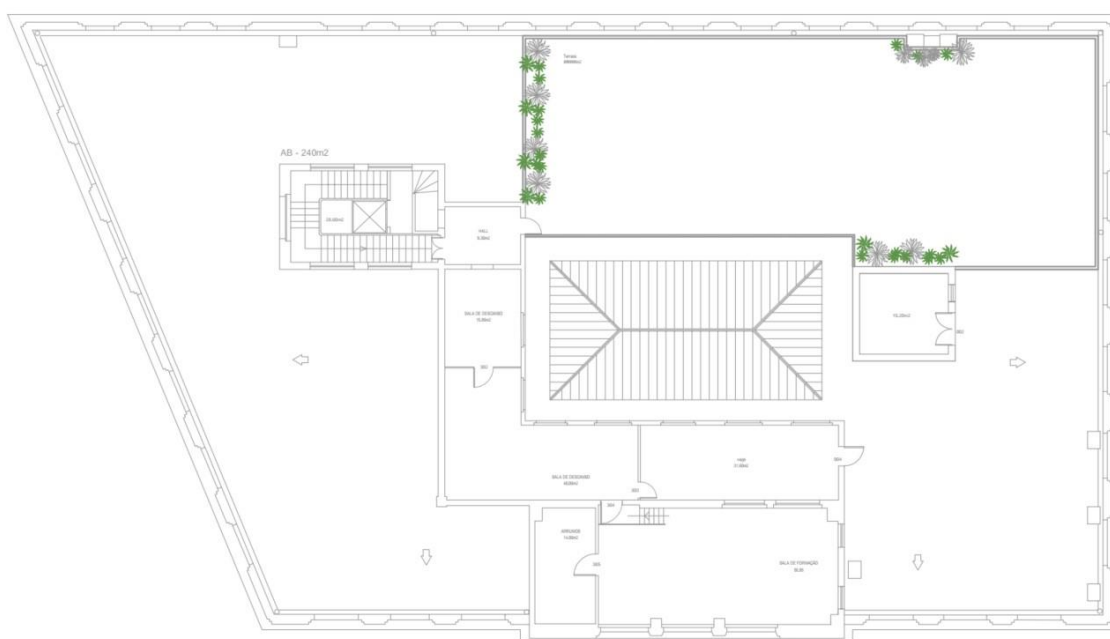


Figura 3.11 – Edifício TUMO: planta da Cobertura.

Nesta empreitada foram adjudicados à empresa Climacer os trabalhos das especialidades de AVAC, águas e esgotos e iluminação. A intervenção contempla parte do piso 1, parte do piso 2 e cobertura onde são aplicadas as unidades produtoras de energia (unidades exteriores). Relativamente à componente AVAC, no primeiro piso a climatização é efetuada através de dois sistemas do tipo VRV associados a unidades interiores do tipo cassetes e murais. O ar novo é garantido por dois recuperadores de calor de fluxos cruzados.

O segundo piso apenas foi alvo de uma pré-instalação de cobre, com o objetivo de expansão futura através de parcerias. Dado a quantidade de espaços a climatizar ser mais reduzida, apenas é utilizado um VRV, descendo o número de recuperadores de calor de fluxos cruzados para apenas um. Além disso, são incluídos dois sistemas mono-split que são essenciais para a climatização da *Server Room*, a qual alberga os bastidores de rede de todo o edifício e, por esse motivo, obriga a ser um espaço bem climatizado.

Por último, na cobertura foram aplicadas e instaladas as unidades produtoras de energia e foi feito um maciço maior do que o necessário de momento já a contar com a necessidade futura de ampliar a climatização do piso 2.

3.3.3 Adaptação ao software

Ao contrário do AutoCAD do qual são provenientes algumas bases da licenciatura, o Autodesk Revit revelou-se uma total novidade. Neste contexto, foi feita uma pesquisa exaustiva acerca do seu modo de funcionamento, incluindo a visualização de tutoriais, sempre sob a supervisão de um engenheiro da empresa com experiência.

Começou por executar-se a estrutura/arquitetura do edifício já que iria ser necessário fazê-la devido à ausência desse elemento em Autodesk Revit para a empreitada em estudo. Foram visualizados tutoriais e desenvolvidas progressivamente arquiteturas mais complexas e, conseqüentemente mais desafiantes, de que a Figura 3.12 é um exemplo.



Figura 3.12 – Exemplo de preparação feita em fase de adaptação ao software Autodesk Revit.

De um modo geral é um programa bastante intuitivo e o facto de se poder estar a ver a todo o momento uma vista em 3D do trabalho torna tudo mais real e perceptível.

3.3.4 Fase de execução

Numa fase inicial, tinham-se as plantas de arquitetura e das especialidades em AutoCAD, por esse motivo teve de se fazer a separação das plantas dos vários pisos, isolando-as num ficheiro separadamente. Neste processo é necessário garantir que o *base point* escolhido em todos os blocos das plantas é o mesmo para que depois se sobreponham corretamente. Além disso, é importante também verificar se as plantas se encontram todas nas mesmas unidades de medida (milímetros).

Iniciou-se a fase de execução da arquitetura, tanto da estrutura exterior (alçados) como interior (lajes, paredes, vigas, pés-direitos, portas e janelas) recorrendo às imagens que tinha do edifício e, além disso, por ser uma obra em Coimbra facilitou bastante as deslocações e o levantamento de dimensões e localizações desses elementos *in loco* de forma a ficar o mais realista possível. A Figura 3.13 ilustra a versão final do desenho de arquitetura e na Figura 3.14 apresenta-se uma vista em corte.

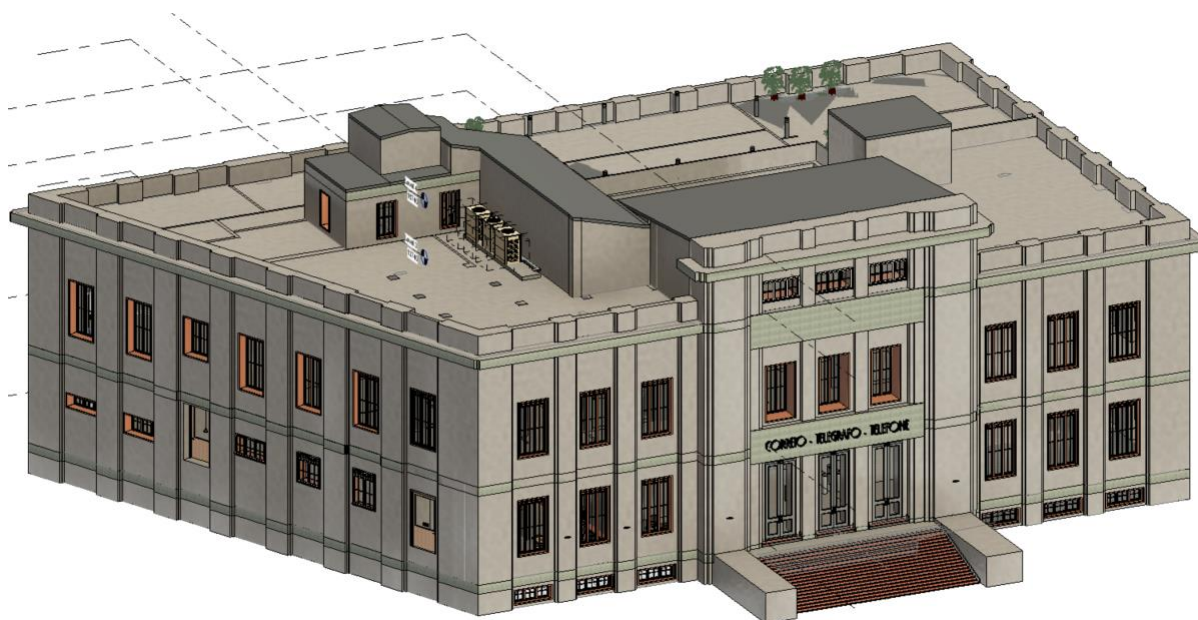


Figura 3.13 – Versão final da arquitetura em Revit.



Figura 3.14 – Corte da arquitetura.

Dado por finalizada a arquitetura iniciou-se a parte dos sistemas AVAC. Começou-se por criar famílias de condutas uma vez que existem condutas de insuflação, de retorno e de extração, sendo que estas ainda se podem subdividir em isoladas ou não isoladas. Além disso, dentro da insuflação ainda podemos ter dois casos distintos, insuflação de ar novo ou de ar climatizado. Bem como no retorno e na extração, pode-se tratar de ar viciado ou ar climatizado. De forma a facilitar o trabalho, foram criadas logo à partida as famílias de condutas de que iria precisar neste caso em concreto.

De seguida, começou-se a desenhar os traçados das redes aerólicas. Com a ajuda da área de visualização 3D identificou-se os locais onde existiam interseções e, em conjunto com os responsáveis pela preparação da obra e direção da mesma, foram feitos os ajustes necessários nas secções em conflito.

Os passos seguintes foram inserir as máquinas necessárias no seu respetivo local, bem como os elementos terminais de ar (grelhas e bocas de extração). Com esta finalidade, foi necessário pesquisar bases de dados que tivessem os equipamentos selecionados para a obra em formato BIM e nas dimensões reais requeridas.

Para ser mais rigoroso na inserção dos equipamentos, foram realizadas deslocações à obra e registadas as alturas de instalação dos elementos terminais de ar e das máquinas. Durante esse levantamento, verificou-se que havia grelhas que tinham sido realocadas relativamente ao que estava previsto em projeto de forma a terem um fim mais estético. Acabou-se por fazer também esse ajuste bem como a inclusão das ligações das condutas aos terminais através de plenos.

Na Figura 3.15, pode observar-se a rede aerólica do edifício TUMO tal como modelada em Autodesk Revit.

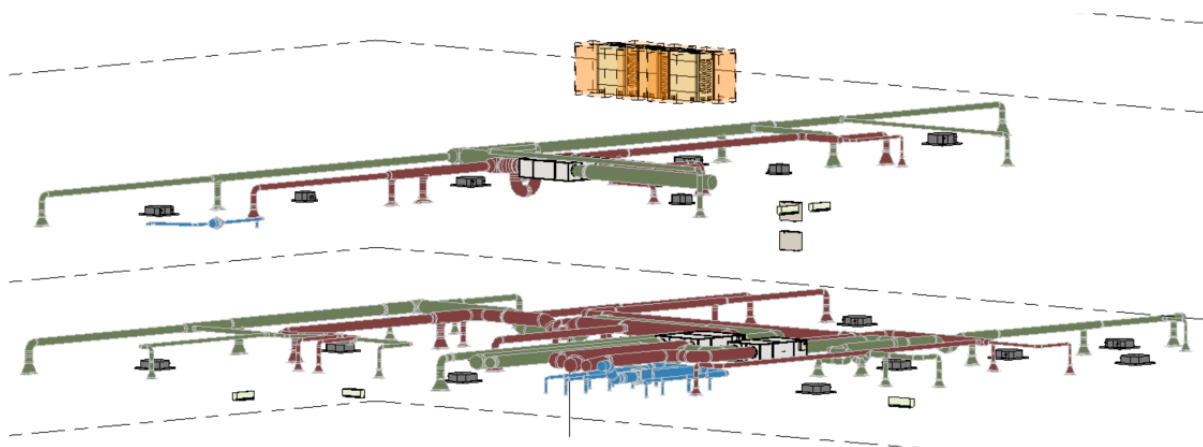


Figura 3.15 – Rede aeróica do edifício TUMO modelada em Autodesk Revit.

O desenho do traçado das tubagens de cobre foi o desafio seguinte, sendo que, como já foi enumerado anteriormente, tinha três sistemas VRV e dois sistemas mono-split. No caso dos sistemas VRV, foram executadas as prumadas dos cobres até à cobertura através de *courettes* que basicamente são aberturas feitas nas lajes para posteriores atravessamentos de instalações mecânicas. Por último, extraiu-se para o software Autodesk Revit uma família de caminhos de cabos necessária para a instalação ao longo de toda a rede de tubagem de cobre.

A Figura 3.16 ilustra o desenvolvimento da rede de tubagem de cobre na cobertura e a sua distribuição pelas respetivas máquinas.

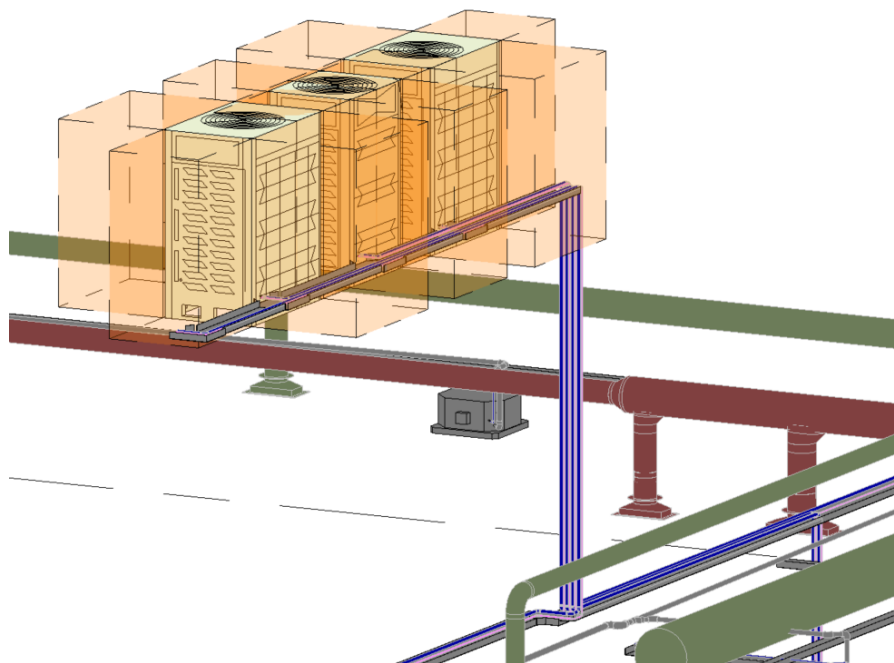


Figura 3.16 – Pormenor da rede de fluido frigorígeno na cobertura do edifício TUMO modelada em Autodesk Revit.

Não fazendo parte do tema principal, foi também executada a rede de abastecimento de água, a rede de esgotos residuais e os circuitos de iluminação.

De uma forma geral, e juntando a arquitetura com as especialidades, pode-se ver nas Figuras Figura 3.17Figura 3.18 alguns pormenores da versão final das telas.

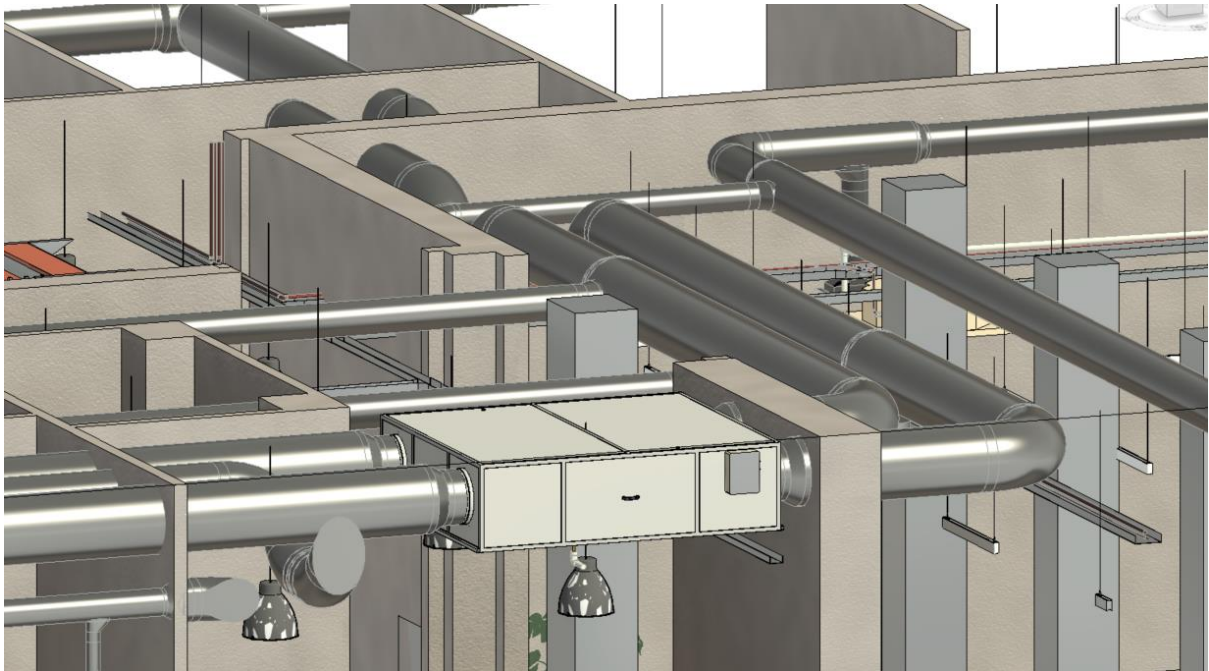


Figura 3.17 - Pormenor de ligações ao recuperador de calor.

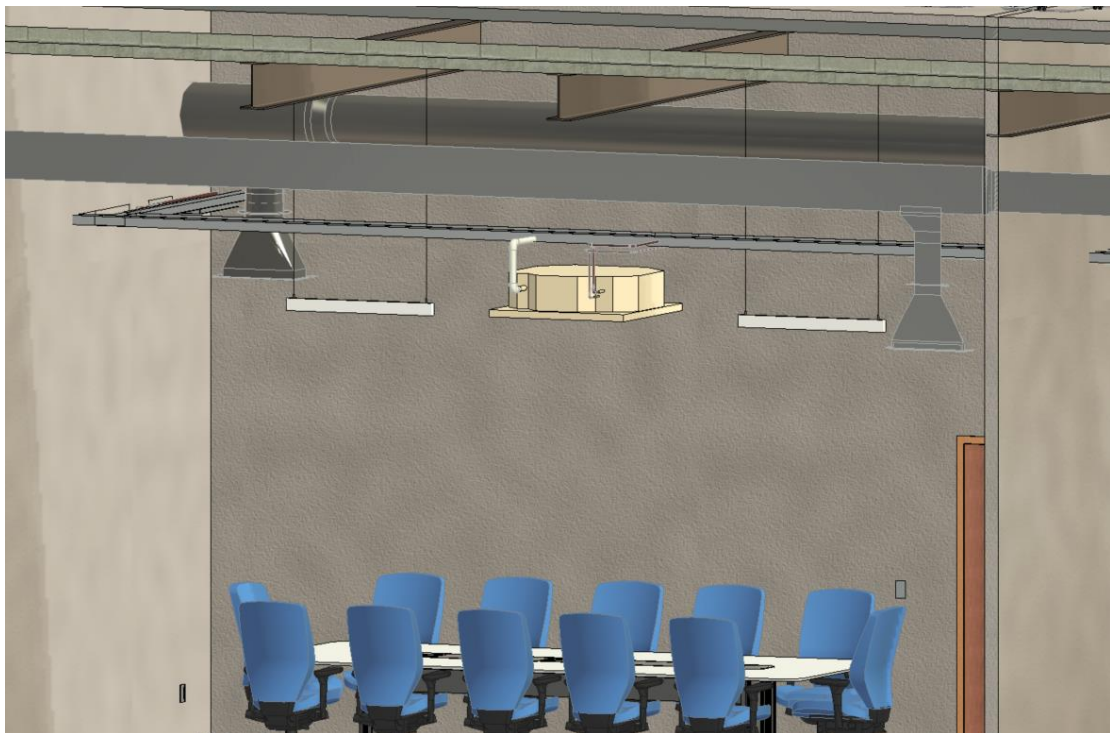


Figura 3.18 – Pormenor de ligações às unidades terminais.

3.4 Análise de erros e omissões

A análise de erros e omissões consiste no confronto entre as quantidades medidas nas peças desenhadas (número de equipamentos, metros de tubo, metros de condutas, entre outros) e as quantidades presentes no mapa de quantidades da empreitada.

É uma análise que, quando feita com o rigor merecido, é bastante demorada e exaustiva, o que leva a que seja apenas executada numa fase já avançada do concurso e já com vista a uma possível adjudicação da empreitada. Na verdade, não é um processo que seja habitualmente feito em todas as empresas e muito menos feito para todas as obras a que uma firma concorre, muitas vezes devido à falta de tempo e de pessoas nos seus quadros direcionadas para esta verificação minuciosa.

Quando o tempo é escasso, as empresas podem introduzir um “coeficiente de segurança” na margem de lucro do orçamento para minimizar os riscos de associados.

Durante o período de estágio foram realizadas colaborações na execução de erros e omissões em dois processos distintos, recorrendo a folhas de cálculo internas como ilustrado na Figura 3.19.

Obra:												
Notas:												
		- Equipamentos referentes à Área Técnica da piscina não foram cotados. Necessário pedir esclarecimentos de modo a perceber se estes equipamentos pertencem à nossa empreitada. - No desenho das moradias geminadas 57 e 58 (Grupo23), a numeração encontra-se trocada sendo que no model a moradia da esquerda é a 57 e não a 58. - Townhouse 63 no desenho é designada tipologia 02.E e no M.Q consideram tipologia 02.A, o mesmo acontece com a 64 que no desenho é tipologia 02.F e aqui 02.B - Townhouse 65 no desenho é designada tipologia 02.F e no M.Q consideram tipologia 02.B, o mesmo acontece com a 66 que no desenho é tipologia 02.H e aqui 02.D - Townhouse 71 no desenho é designada tipologia 02.G e no M.Q consideram tipologia 02.C, o mesmo acontece com a 72 que no desenho é tipologia 02.E e aqui 02.A										
Artº	Descrição	Uni.	Qtd.	Qtd. Total	OK/ NOK	Moradia Semi Detached (geminada)						
						01.A.T2	01.B.T3	01.C.T2	01.D.T3	01.E.T3		
F2.	TUBAGEM		0	0	OK							
	Fornecimento e Montagem de:				0							
F2.1	Tubagem de Fluido Refrigerante, incluindo acessórios de montagem, cabos de alimentação de potência e comando, suporte e fixação.				0							
	F2.1.1 . C/solamento				0							
	- Ø 6.4	ml	2538	1408	NOK	300	728	100	56	224		
	- Ø 9.5	ml	2538	1408	NOK	300	728	100	56	224		
F2.2	Tubagem em PVC para esgoto de condensados com acessórios e fixações (quantidades a confirmar em obra em função dos traçados finais).				0							
	- DN20	ml	745	650	NOK	150	325	50	25	100		
	- DN 25	ml	68	54	NOK		39		3	12		
F3.	CONDUTAS				0							
	Fornecimento e Montagem de:				0							
F3.1	Condutas metálicas rectangulares em chapa galvanizada incluindo portas de visita, acessórios e fixações				0							

Figura 3.19 – Excerto de uma folha de erros e omissões.

Podem-se encontrar dois tipos de erros distintos: relativos à quantidade ou à qualidade. O primeiro tipo é facilmente perceptível quando a quantidade medida não é coerente com a quantidade prevista em mapa de quantidades. Já quanto ao erro relativo à qualidade, existe quando um determinado artigo é descrito e especificado de uma certa forma que depois não é coerente com o estudo feito ao projeto.

As omissões são trabalhos ou equipamentos que estão previstos no projeto, mas que não foram contabilizados no mapa de quantidades. Para encontrar uma omissão é

necessário ter uma maior experiência na análise de projetos e um maior conhecimento prático.

Feita essa verificação, são enviados os erros e omissões para a construtora para que esta fique ciente dos custos não contabilizados inicialmente que a empreitada acarretará, podendo assim questionar o Dono de Obra e o Projetista.

Através do software Autodesk Revit é possível fazer a contabilização total de todos os equipamentos representados numa preparação, o que facilita bastante o processo de detecção de erros e omissões.

4 DIREÇÃO DE OBRA

Aquando da adjudicação da obra, o Diretor de Produção seleciona a equipa que irá ser responsável pela sua execução. Essa equipa é formada, de uma forma hierárquica, pelo Coordenador de Gestão de Obra, Diretor de Obra e Encarregado, de acordo com organograma interno representado no anexo III.

Foi no papel de Diretor de Obra Adjunto que o aluno se manteve durante a parte final do estágio na Climacer. Sob a alçada de uma colega com mais experiência, fui acompanhando todas as tarefas desempenhadas por um Diretor de Obra.

A direção de obra conjuga um leque alargado de funções de extrema importância, que podem ir desde a gestão de recursos (pessoas e bens necessários para execução da empreitada), a gestão de prazos a cumprir, a gestão económica e, naturalmente, implementação de conhecimento técnico.

A obra pela qual foi responsável designa-se Sublime Comporta Villas e situa-se na zona da Comporta, distrito de Setúbal, encontrando-se ainda em fase de execução. À empresa Climacer, S.A. foram adjudicadas duas especialidades: águas e esgotos, e AVAC.

A Figura 4.1 ilustra a implantação do empreendimento, sendo o mesmo composto de:

- 43 Unidades de Alojamento denominadas Villas, com diferentes tipologias;
- um conjunto edificado constituído por:
 - edifício Staff;
 - cavaleriças e picadeiro;
 - complexo desportivo;
 - hortas biológicas;
 - estacionamento.
- edifício Eventos;
- um conjunto edificado constituído por:
 - edifício Praça;
 - edifício *Wellness*.
- Portaria.



Figura 4.1 – Implantação geral do empreendimento Sublime Comporta Villas.

Os trabalhos adjudicados à Climacer, S.A. irão ser executados nas unidades de alojamento (Villas) edifício Staff, edifício Eventos, edifício Praça, edifício *Wellness* e Portaria. Na Tabela 4.1 apresentam-se os sistemas de climatização a utilizar em cada um dos edifícios de acordo com o previsto em projeto.

Tabela 4.1 – Sistemas de climatização considerados por tipo edifício.

Edifícios	Sistemas de Climatização
Villas	VRV Ventilador Pavimento Radiante Elétrico Split
Staff	Ventilador Multi-Split Split
Eventos	VRV UTA UTAN Ventilador

	<p>Recuperador de Calor Multi-Split Split</p>
Praça	<p>VRV UTA UTAN Ventilador Pavimento Radiante Elétrico Recuperador de Calor</p>
<i>Wellness</i>	<p>VRV UTA UTAN Pavimento Radiante Elétrico Ventilador Split</p>
Portaria	<p>Ventilador Split</p>

4.1 Medições

Um dos primeiros passos no início da obra passa pela análise do mapa de quantidades em contraponto com as peças desenhadas. A primeira incoerência detetada foi o facto de existirem sistemas de climatização do tipo split presentes nas peças desenhadas de projeto, embora no mapa de quantidades aparecessem com as quantidades iguais a zero, ou seja, essas máquinas não estavam contratualizadas. Foi levantada a questão se a pré-instalação da tubagem de cobre para fluido frigorígeno que também vai desde o local de implantação da unidade exterior até ao local de instalação do equipamento estaria ou não contratualizada.

Para poder ser esclarecida esta dúvida, foi necessário medir toda a tubagem de cobre do edifício, dividindo a mesma por diâmetros e por sistemas de climatização associados, uma vez que o projeto continha um sistema VRV e duas unidades split que no mapa de quantidades não têm o cobre discriminado. Da informação compilada (Figura 4.2), foi possível concluir que a pré-instalação não estava contemplada nos trabalhos adjudicados à Climacer, S.A..



Villas V4

Nº de UA's: 15

Designação	Uni.	Qtd. Medida VRV	Qtd. Medida Split (Arrumos 01)	Qtd. Medida Split (Arrumos 02)	Total Qtd. Medida s/fator	Qtd. Orçamentada	Diferença
Ø6.4	m	201	621	678	1500	645	-855
Ø9.5	m	897	621	678	2196	1005	-1191
Ø12.7	m	228	0	0	228	285	57
Ø15.9	m	261	0	0	261	165	-96
Ø19.1	m	0	0	0	0	465	465
Ø22.2	m	645	0	0	645	0	-645
Total	m	2232	1242	1356	4830	2565	-2265

Figura 4.2 - Medição da rede de cobre no empreendimento Sublime Comporta Villas.

Desta forma, conseguiu evitar-se um problema, na medida em que se poderiam vir a gastar mais 2 598 metros de tubagem de cobre do que o inicialmente orçamentado.

4.2 Mapa comparativo

Com a obra adjudicada, a empresa passa a ter um poder de negociação superior. Por esse motivo, é sempre solicitada aos possíveis fornecedores uma atualização das suas propostas, com o objetivo de obter propostas otimizadas e poder fazer uma análise financeira, decidindo-se qual o fornecedor que oferece maiores valias.

No mapa comparativo faz-se a comparação entre o custo do material em fase de orçamento (custo seco total) e o custo já com a atualização da proposta (custo atualizado). Além da comparação de custos, também se pode fazer uma comparação de características técnicas de forma a sabermos se o equipamento proposto equivale ao equipamento contemplado em caderno de encargos.

4.3 Aprovação de material

Numa fase posterior à adjudicação, são negociadas e otimizadas as propostas para os vários equipamentos, selecionando-se as mais vantajosas. Desde que o equipamento proposto contenha características nunca inferiores às contempladas no projeto, poderá ser proposto para aprovação por parte da Fiscalização. Essa proposta segue num formato específico próprio de cada empresa, designado de Ficha de Aprovação de Material (FAM), onde é apresentado o equipamento, constando a marca, modelo, catálogo, ficha técnica e certificado de conformidade. Caso se trate de uma alternativa ao previsto em projeto, a FAM deve ser acompanhada por uma análise comparativa entre as características técnicas de ambos.

Adjudicação e acompanhamento de empreitadas de instalações AVAC

A Figura 4.3 exemplifica uma FAM parcialmente preenchida.

APROVAÇÃO DE MATERIAIS/ EQUIPAMENTOS		
IDENTIFICAÇÃO DA EMPREITADA		
DESIGNAÇÃO DO EMPREITADA:		
CLIENTE:		
IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO		
APROVAÇÃO DE MATERIAIS/ EQUIPAMENTOS N.º	034	AVAC AMOSTRA N.º
DESIGNAÇÃO DO PRODUTO: Piso Radiante Elétrico - Villas		
FABRICANTE: WARMUP		
FORNECEDOR: WARMUP		
LOCAL DE APLICAÇÃO:		
OBSERVAÇÕES: Para os itens: 7.2.5 (Villas V2 – tipo 1 / Villas V3 – tipo 2 / Villas V4 – tipo 3) – Warmup Stikymat.		
DOCUMENTAÇÃO DE CONFORMIDADE ANEXA		
<input type="checkbox"/> Declaração de Desempenho	<input checked="" type="checkbox"/> Especificações Técnicas	<input type="checkbox"/> Caracterização Laboratorial
<input checked="" type="checkbox"/> Ficha Técnica do Produto	<input type="checkbox"/> Declaração Conformidade CE	<input type="checkbox"/> Estudo de Composição
<input type="checkbox"/> Certificado do Produto	<input type="checkbox"/> Manual Instalação/ Operação/ Manutenção	<input type="checkbox"/> Ficha de Dados de Segurança
<input type="checkbox"/> Catálogo Técnico	<input type="checkbox"/> Relatório Ensaios	<input checked="" type="checkbox"/> Outros: []
ASSINATURA: José Costa		DATA: 21/09/2023

Figura 4.3 – Exemplo de FAM preenchida.

Só após estas burocracias é que se prossegue com as encomendas de materiais e equipamentos e conseqüente instalação em obra. Por forma a qualquer pessoa internamente conseguir ter uma rápida perceção das FAM's enviadas, aprovadas e por aprovar, faz-se o registo detalhado numa folha de resumo própria conforme a Figura 4.4.

climacer		MAPA RESUMO DOS BOLETINS DE APROVAÇÃO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS						
		LISTA DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS SUJEITOS A APROVAÇÃO						
OBRA:		Sublime Comporta Villas						
ESPECIALIDADE:		INSTALAÇÕES MECÂNICAS DE AVAC						
ESPEC.	PAM N.º REV	Descrição do material/ equipamento proposto	Marca/Modelo Projeto	Marca/Modelo Proposto	DATAS		Decisão	
AVAC	018	- Tubo Spiro inox	NA	Hieta/Spiro Simão / Spiravac	22/06/2023		SUBMETIDO	
AVAC	019	- Bombas de Calor - Villas	Energie		25/07/2023	18/08/2023	APROVADO	
AVAC	020	- Registos de Regulação de Caudal para DN até 200 (inclusive)	Koolair	Koolair	28/07/2023	24/08/2023	APROVADO	
AVAC	021	- Registos de Regulação de Caudal para DN maior de 200	Koolair	Koolair	28/07/2023	24/08/2023	APROVADO	
AVAC	022	- Registos de Regulação de Caudal Motorizados	Koolair	Koolair	28/07/2023	24/08/2023	APROVADO	
AVAC	023	- Registos Carta-Fogo	France-Air	Koolair	28/07/2023		SUBMETIDO	
AVAC	024	- Cartuchos Carta-Fogo	Koolair	Koolair	28/07/2023	09/10/2023	APROVADO	
AVAC	025	- Tubo Conjugado	NA	Macolis / Nicolau e Rosa / Plastubo / Sanitop	01/08/2023	21/08/2023	APROVADO	
AVAC	026	- UFAS - Edif. Praça	Artit	Artit	18/08/2023		SUBMETIDO	
AVAC	027	- UFAS - Edif. Wellness	Artit	Artit	18/08/2023		SUBMETIDO	

Figura 4.4 – Exemplo de folha resumo de FAM's.

4.4 Aprovisionamento de material

Após o envio e conseqüente aprovação por parte da entidade responsável, o material pode ser provisionado. Durante o desempenho de funções como Diretor de Obra Adjunto, efetuaram-se vários pedidos de encomendas de material, estando estes

subdivididos em encomendas de equipamentos *standard* (como por exemplo, ventiladores, splits, etc) e encomendas de equipamentos personalizados (como por exemplo, troços de condutas, plenos, etc).

4.4.1 Equipamento *standard*

Conforme a explicação detalhada dada na secção 3.2 acerca do processo de encomendas, foram efetuados vários pedidos de encomenda de equipamentos já negociados e com proposta otimizada ao Departamento de Orçamentação e Compras, o qual, posteriormente, tratou de todo o processo já descrito até ao envio do documento oficial de encomenda para o fornecedor (Figura 4.5).

Ar Condicionado · Ventilação · Aquecimento · Projectos · Assistência Técnica



Rua das Areias, n.º 29
Troxemil
3025-137 COIMBRA

Tel. + 351 239 497 690 **
** Chamada para a rede fixa nacional
climacer@climacer.com
www.climacer.com



Para SODECA PORTUGAL, LDA **Encomenda:**

C/C: Eng.º Paulo Festas **De:**

Data: _____ **Página:** 1

POR FAVOR CONTACTAR CASO TENHA SIDO MAL RECEBIDO

Assunto:

Ex.mo(s) Sr.(s):

Vimos pelo presente solicitar a V/ Ex.as o envio do(s) seguintes materiais/equipamentos.

Referência	Designação	Quant.	Uni	Pr. Unit.	%D1	%D2	%D3	% IVA	Total Linha
2023002664	Ventilador SVE-250/H 50/60Hz - 720 M3H	1,000	un	386,250	50,0			23,00	193,130
02.00.90001	Interruptor de Segurança INT-20A/3P	1,000	un	31,990	41,0			23,00	18,870
2023002665	Apoio Antivibrático - MGM40-60	4,000	un	4,330	31,0			23,00	11,950

Figura 4.5 – Exemplo de encomenda de ventiladores.

4.4.2 Equipamento personalizado

Para este tipo de encomendas, temos um responsável nos quadros da Climacer que gere a logística da empresa incluindo a produção de condutas e acessórios. Primeiramente é necessário fazer um esboço da peça com as devidas dimensões e com as características necessárias para a mesma. Tendo esse elemento perceptível e a decisão tomada de produzir nas instalações da Climacer, S.A. ou encomendar a um fornecedor, é enviada a encomenda via email para o responsável que posteriormente irá processá-la.

Na Figura 4.6 pode-se ver uma ilustração de uma entrega de uma encomenda de plenos executada nas instalações da Climacer, S.A..



Figura 4.6 – Exemplo de entrega de encomenda de plenos persolanizados em obra.

4.5 Pedido de esclarecimento

Durante a análise e estudo de uma obra surgem inevitavelmente incertezas, incongruências ou faltas de informação que precisam de ser esclarecidas. Com esse intuito, elaboram-se pedidos de esclarecimento que consistem em documentos num formato tipo fornecido pelo cliente, grande parte das vezes, e que são transmitidos à Fiscalização que é a entidade responsável por apresentar uma resposta.

A Figura 4.7 exemplifica uma situação deste tipo, evidenciando-se o pedido de esclarecimento efetuado em boletim-tipo fornecido pela empresa construtora.

CC	OBRA	BPE Nº
	Sublime Comporta Villas	5
Especialidade/Assunto		
Instalações Mecânicas - Villas - Grelhas de Retorno VRV (GR2)		
1. Identificação do Esclarecimento		
<p>No seguimento dos trabalhos que estão a ser executados na rede aerólica das Villas, segue o presente para enviar Pedido de Esclarecimento quanto à grelha de retorno da Unidade Interior 0.1 das Villas V2, V3 e V4.</p>		
<p>De acordo com os projetos de AVAC recebidos na pasta de "Projetos Final de Obra" representados abaixo, parece-nos existir uma sanca para aplicação da grelha de retorno (GR2).</p>		
<p>nos esclareçam se vai mesmo existir aqui uma sanca ou a grelha irá ter de ser colocada à face do teto falso.</p>		<p>Precisamos que</p>
<p>Nota: Consideramos esta solução não será a melhor uma vez que não existirá retorno de ar da zona Climatizada à Unidade Interior (climatiza a sala de estar e jantar), mas sim uma mistura de ar dos lavabos e ar novo proveniente do vão VES 9.4.</p>		
Documentos de Referência		Anexos
<p>Desenho Nº</p>	<p>DES.2020014-P.DA0.IME.AVA.01.001.PRE.02 DES.2020014-P.DB0.IME.AVA.01.001.PRE.03 DES.2020014-P.DC0.IME.AVA.01.001.PRE.03</p>	<p>Sim</p>
<p>Especificações</p>		<p>x Não</p>
<p>Artigo do Contrato</p>		<p>Identificação</p>

Figura 4.7 – Exemplo de pedido de esclarecimento.

Em resposta ao pedido de esclarecimento, foi recebido um pormenor em corte da sanca pretendida esclarecendo assim a dúvida apresentada (Figura 4.8).

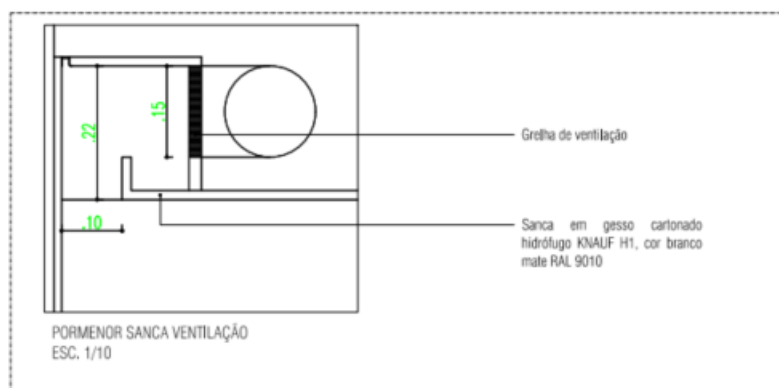


Figura 4.8 – Exemplo de resposta com pormenor da sanca.

4.6 Preparações

Numa fase anterior à execução em obra, é de extrema importância a realização de preparações, de forma a garantir-se uma boa execução em obra. As preparações são feitas habitualmente pelo Departamento de Métodos e Preparações em conjunto com a Direção de Obra. Através delas, conseguimos averiguar a localização dos equipamentos, fazer otimizações de traçados de condutas e tubagens, analisar incompatibilidades entre as especialidades e estudar as zonas técnicas.

À medida que vão sendo executadas, as preparações seguem o mesmo procedimento que as aprovações de material, ou seja, são enviadas para aprovação por parte da Fiscalização que responderá com as observações a ter em conta. Por fim, quando aprovadas, o papel da Direção de Obra é transmitir a informação aos Encarregados e imprimir os desenhos para iniciar os trabalhos de execução em obra. Basicamente servem como um guia, porque muitas vezes em fase de execução ainda são necessários pequenos ajustes que não são contemplados nas preparações, como por exemplo, o local exato de instalação das derivações da tubagem de cobre dos sistemas VRV.

Na Figura 4.9 pode observar-se uma preparação de um dos edifícios da empreitada executada pelo aluno. Trata-se de uma edificação denominada Staff, com dois pisos (pisos 0 e 1), destinada à habitação dos funcionários do empreendimento. Houve a necessidade de executar uma compatibilização no piso 0 entre as duas especialidades em execução por parte da Climacer, visto que ambas são executadas entre o teto falso e a laje do piso 1.

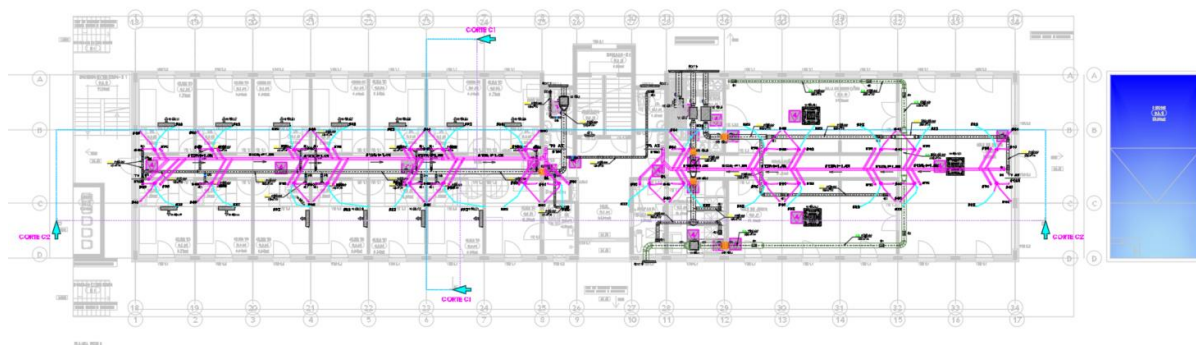


Figura 4.9 – Preparação de compatibilização de especialidades do edifício Staff.

4.7 Trabalhos a mais

Numa empreitada os projetos iniciais nunca correspondem aos projetos finais, quer seja devido a exigências de revisões de projeto por parte do Dono de Obra, quer seja por incompatibilidades de execução. Deste modo, é recorrente que sejam pedidos vários trabalhos a mais devido às alterações de quantidades que as novas soluções acarretam. Caso o valor destes trabalhos seja superior ao contratualizado trata-se de

trabalhos a mais. Nos casos em que sejam trabalhos que não estavam contemplados, mas que o cliente pretenda adicionar, a situação é semelhante.

Como exemplo disso, um dos trabalhos a mais feitos nesta obra faz parte do lote de problemas identificados no projeto e que o aluno aborda mais detalhadamente na secção abaixo. De uma forma abreviada, tratou-se de um erro de projeto relacionado com os difusores das Villas. Ao apresentar uma solução ao cliente, a Climacer, S.A. teve de fazer uma valorização do novo material em relação ao de projeto. Essa valorização orçava cerca de mais dez mil euros, mas solucionaria o problema.

A partir do momento que se expõe a situação ao cliente e se apresenta o trabalho a mais, a decisão está do lado do Dono de Obra, mas sempre com a certeza de que alertámos para eventuais problemas futuros, salvaguardando ao mesmo tempo o bom nome da Climacer.

4.8 Autos de medição

Este é um processo bastante importante e transversal em qualquer empreitada, porque é a partir dos autos de medição que são cobrados, mensalmente, ao cliente os valores resultantes dos trabalhos realizados nesse período.

No fim de cada mês, o diretor de obra tem sempre a responsabilidade de preencher a folha de cálculo de autos de medição fornecida pela construtora, na qual consta o mapa de quantidades adjudicado e a partir do qual se preenche as quantidades já executadas em obra. Feito todo esse procedimento, o cliente fica com o papel de o analisar e posteriormente tomar a decisão de aprovação ou reprovação.

Por vezes também é possível antecipar a faturação dos equipamentos a partir do momento em que os temos rececionados e armazenados em obra e o cliente, contrariamente ao previsto, não cria as condições para a instalação dos mesmos.

Este processo é semelhante no caso dos subempreiteiros, com a diferença que, neste caso, é a Climacer, S.A. a analisar e a tomar a decisão de aprovação ou reprovação.

4.9 Problemas e soluções

Aquando do processo de preparação e execução de uma obra é normal haver problemas que, em conjunto com a construtora, precisam de ser resolvidos, pois é do interesse de todos que os Donos de Obra fiquem satisfeitos com o trabalho executado.

Esta secção vai ser dividida nas duas frentes de obra em execução aquando do fim do estágio curricular: edifício Staff e unidades de alojamento (Villas).

4.9.1 Edifício Staff

Aquando da realização da preparação de compatibilização e execução entre as especialidades de AVAC e de águas e esgotos (conforme a secção 4.6) surgiram alguns desafios que mereceram uma análise mais detalhada.

4.9.1.1 Interseção de condutas

O teto falso estava projetado a uma cota de aproximadamente 2600 milímetros, restando aproximadamente 375 milímetros de altura livre até à laje para fazer passar infraestruturas. Detetou-se um ponto crítico na interseção de duas condutas circulares, uma de 250 milímetros de diâmetro e outra de 160 milímetros de diâmetro, excedendo-se o espaço limite disponível.

Surgiu a necessidade de alterar as secções dos dois troços de forma que se intercetassem sem qualquer tipo de problema, visto que qualquer alteração no traçado não resolvia o problema. A solução passou então por mandar fabricar 4 transformações de secção circular para retangular, também denominadas de OG's (*Original Geometry*), ficando cada secção com 100 milímetros de altura, deixando espaço de sobra para outras especialidades caso seja necessário (Figura 4.10/Figura 4.11).

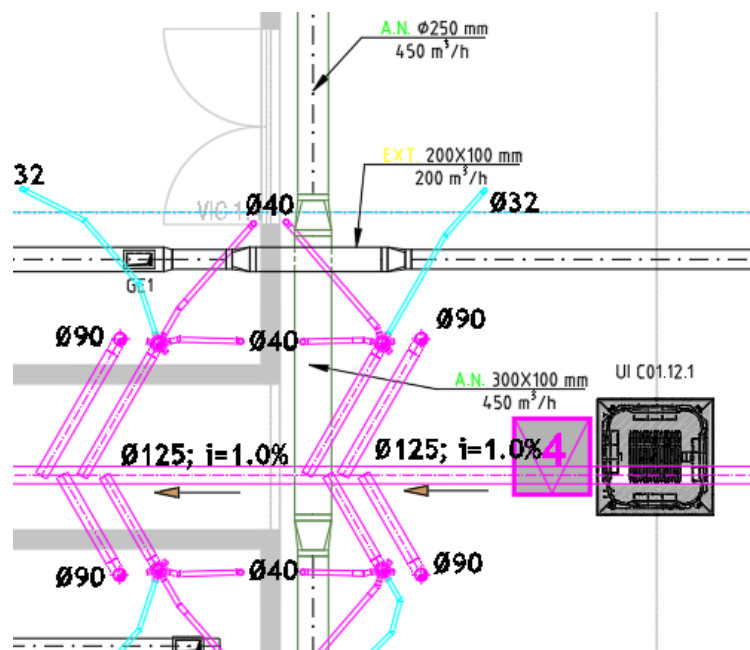


Figura 4.10 – Alterações de secções de condutas para compatibilização de passagem.



Figura 4.11 – Transição de secção transversal de conduta circular (diâmetro 160) para retangular (200x100).

4.9.1.2 Localização das unidades exteriores

A outra incompatibilidade que se detetou no edifício e para a qual se alertou o cliente através de um pedido de esclarecimento foi o facto da localização das unidades exteriores previstas em projeto para as unidades split e multi-split não estar compatibilizada com a arquitetura do alçado. De maneira a visualizar mais facilmente o problema, foi pedida à Climacer uma preparação na qual se evidencia a inviabilidade desta solução (Figura 4.12).

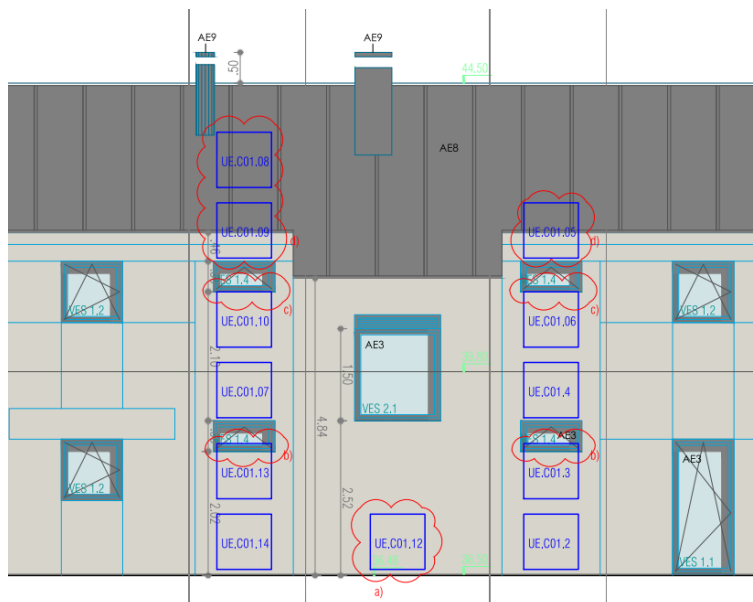


Figura 4.12 – Preparação que ilustra a incompatibilização da localização das unidades exteriores.

Em projeto, estavam previstas máquinas instaladas na vertical, “empilhadas” umas sobre as outras, algumas à frente de grelhas e janelas, comprometendo a

funcionalidade, comprometendo o espaço para manutenção e, nalguns casos, comprometendo também a própria instalação.

Em contrapartida, foi apresentada uma solução que, na perspetiva da Climacer, pareceu a mais adequada tendo em conta diversos fatores, nomeadamente a facilidade de execução, funcionalidade, manutenção e aparência. Foi proposto que se alterasse a localização das unidades para o nível do pavimento, ficando assentes em muros preparados para o efeito (Figura 4.13).

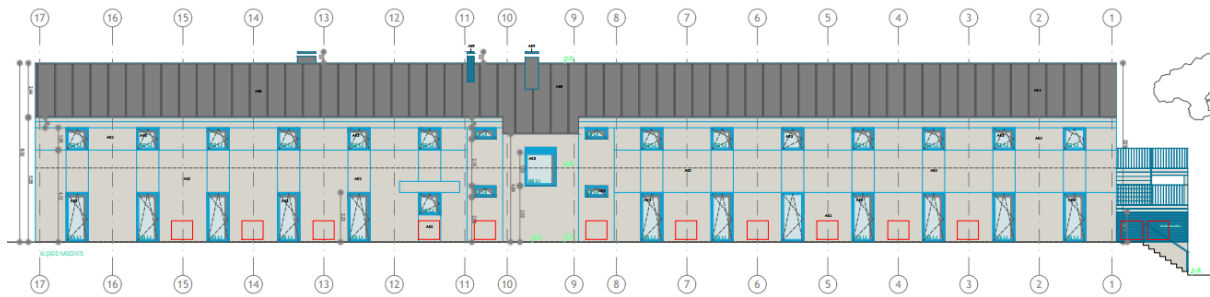


Figura 4.13 – Preparação ilustrando a realocação das unidades exteriores ao nível do pavimento.

A resposta obtida por parte do cliente foi no sentido de a Climacer tentar manter a localização das máquinas o mais próximo possível do previsto em projeto. Com o intuito de resolver a situação, foi executada uma revisão do projeto de implantação das unidades exteriores, colocando oito máquinas nas paredes laterais da caixa de escadas, o que já diminuiu a quantidade de problemas que o projeto inicial acarretava (Figura 4.14).

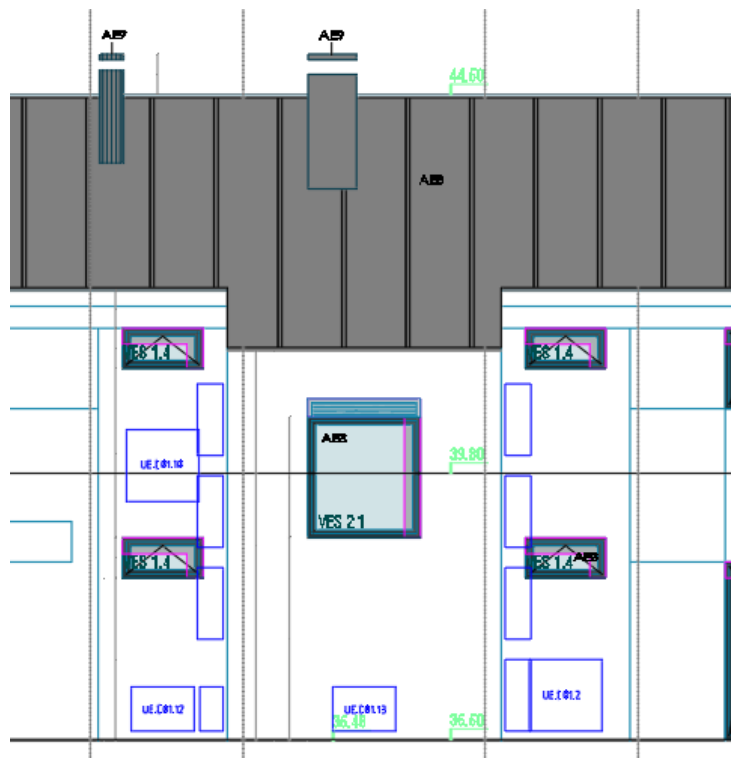


Figura 4.14 – Revisão do projeto de implantação das unidades exteriores.

Após algum debate, adotou-se esta última solução, apesar de na opinião da Climacer a primeira opção ser sempre mais adequada em todos os sentidos.

4.9.2 Unidade de alojamento (Villas)

4.9.2.1 Difusores

Um dos primeiros lapsos observados no projeto teve a ver com a difusão na sala das unidades de alojamento (Villas). No processo de execução da preparação dessa área detetámos que o espaço para a instalação dos difusores é menor do que o contemplado em projeto, ou seja, estavam previstos nove difusores de um metro e no estudo efetuado verificou-se que apenas seria possível a colocação de oito difusores por razões estruturais (inclinação do telhado e existência de uma viga). Nas Figura 4.15 e Figura 4.16 está representada a preparação feita na altura, já com a solução possível e com a chamada de atenção para o problema detetado.

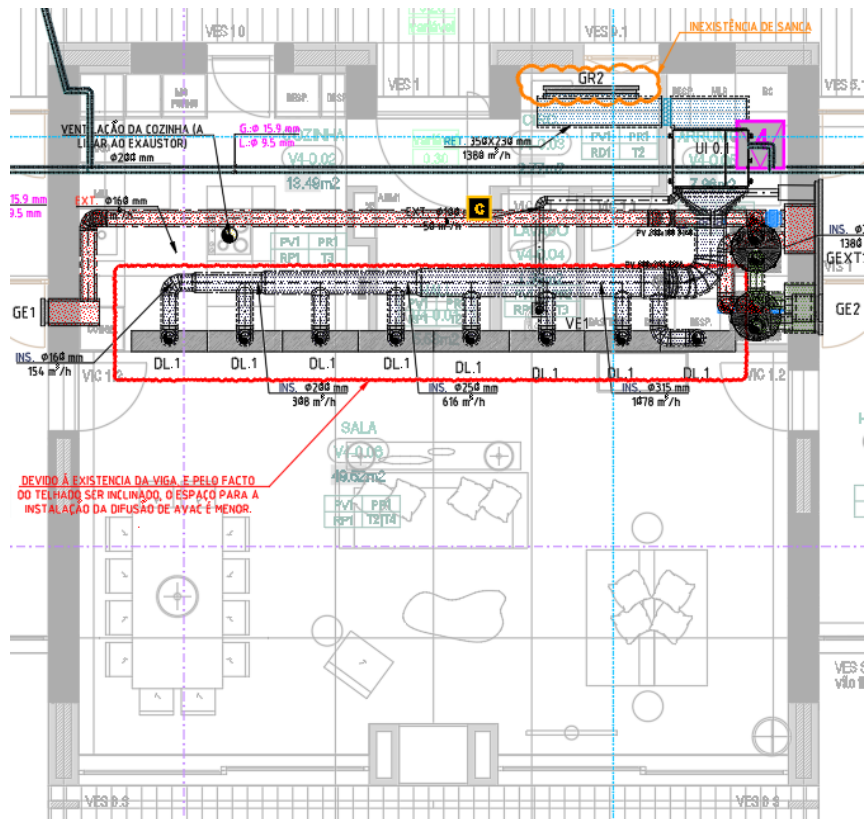


Figura 4.15 – Preparação efetuada para a sala das Villas.

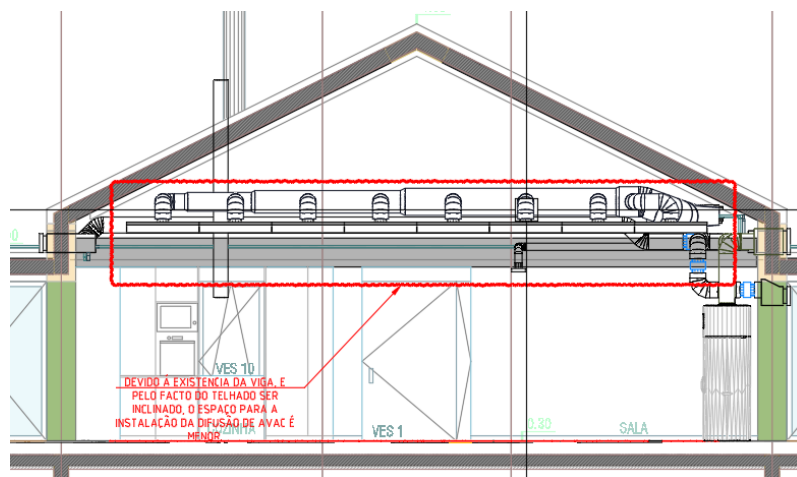


Figura 4.16 - Corte da preparação da sala das Villas.

Adicionalmente, foi feito um estudo conjuntamente com o fornecedor dos equipamentos de como seria o varrimento de ar na sala atendendo ao tipo de difusor previsto (DF-LIT-E-3.0 33 – Anexo IV) e chegou-se à conclusão de que a projeção de ar não atingiria a extremidade oposta da sala (zona totalmente envidraçada). Para o efeito, recorreu-se ao software de simulação Konfortair 3D. A Figura 4.17 e a Figura 4.19 ilustram as simulações efetuadas.

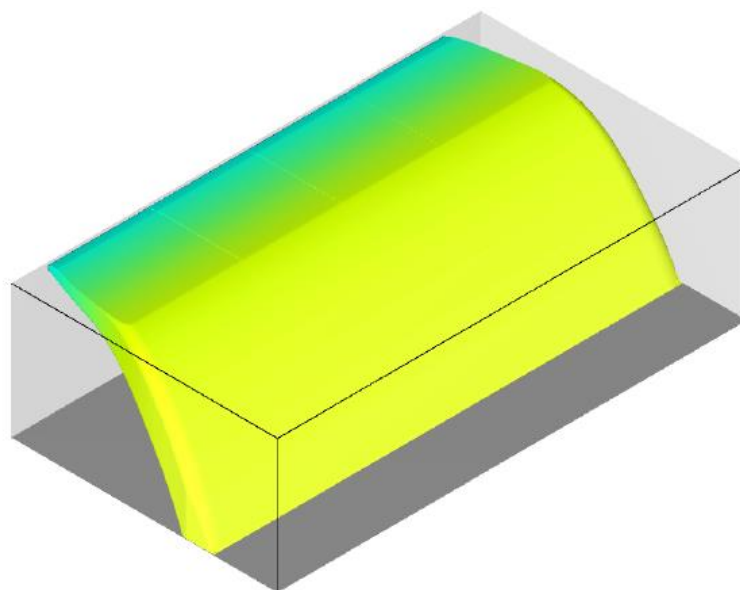


Figura 4.17 – Simulação em vista 3D do escoamento de ar na insuflação (difusor previsto).

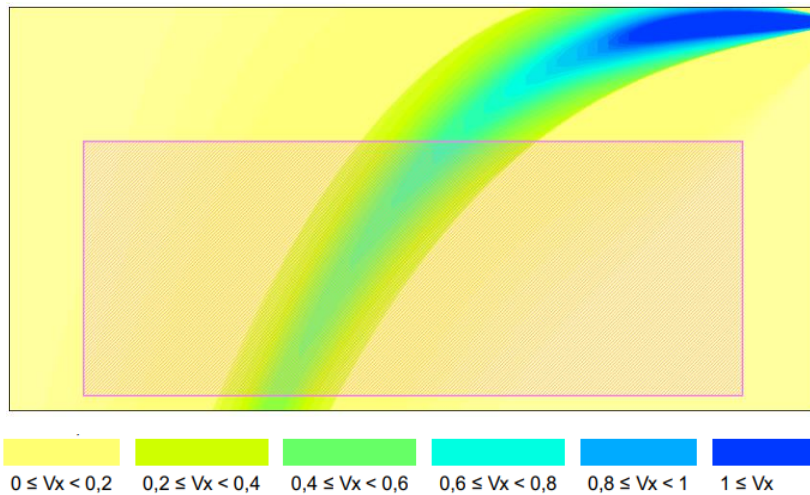


Figura 4.18 - Simulação em corte da velocidade [m/s] do ar insuflado (difusor previsto).

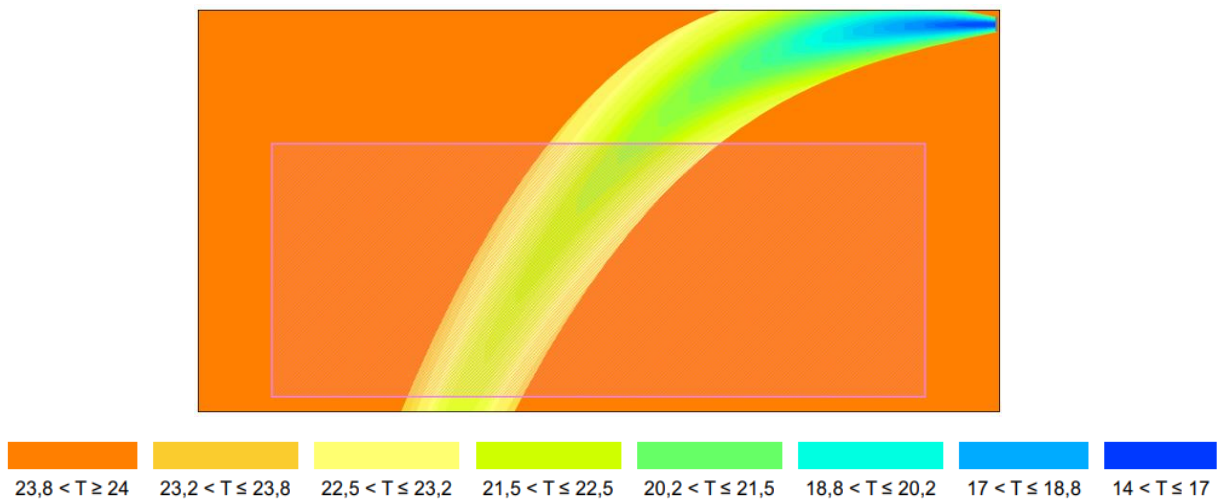


Figura 4.19 - Simulação em corte da temperatura do ar [°C] insuflado (difusor previsto).

Desta forma, não iria ser feito o corte térmico esperado, sendo que a projeção de ar ficaria a aproximadamente um metro e meio do vão envidraçado.

Atendendo ao exposto, juntamente com o fornecedor e no sentido de encontrarmos uma solução viável mantendo a metodologia da instalação (difusor de parede em testa), foi dada a possível alteração para um difusor com o mesmo tipo de acabamento, mas com uma melhor projeção do ar (DF-47-Narrow-20 – Anexo V).

Como se verifica pelas simulações (Figura 4.20 a Figura 4.22), o novo difusor proposto faria a projeção de ar até ao vão envidraçado permitindo assim um corte térmico e proporcionando maior conforto térmico aos ocupantes da sala.

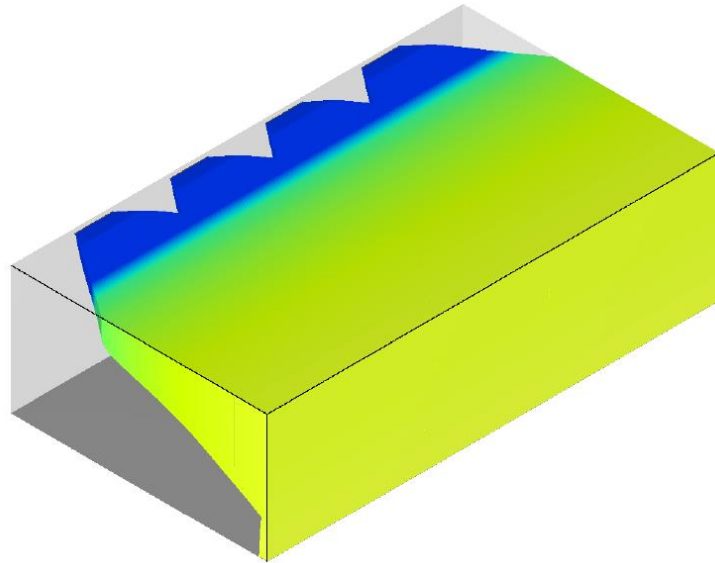


Figura 4.20 – Simulação em vista 3D do escoamento de ar na insuflação (novo difusor proposto).

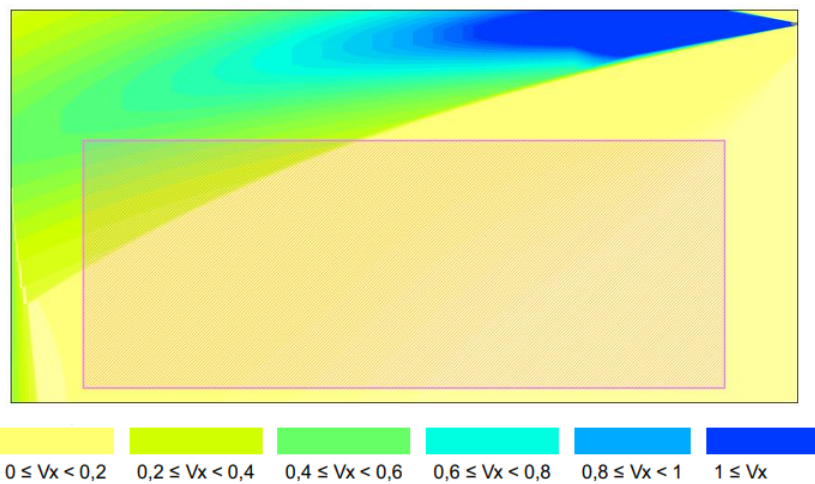


Figura 4.21 - Simulação em corte da velocidade [m/s] do ar insuflado (novo difusor proposto).

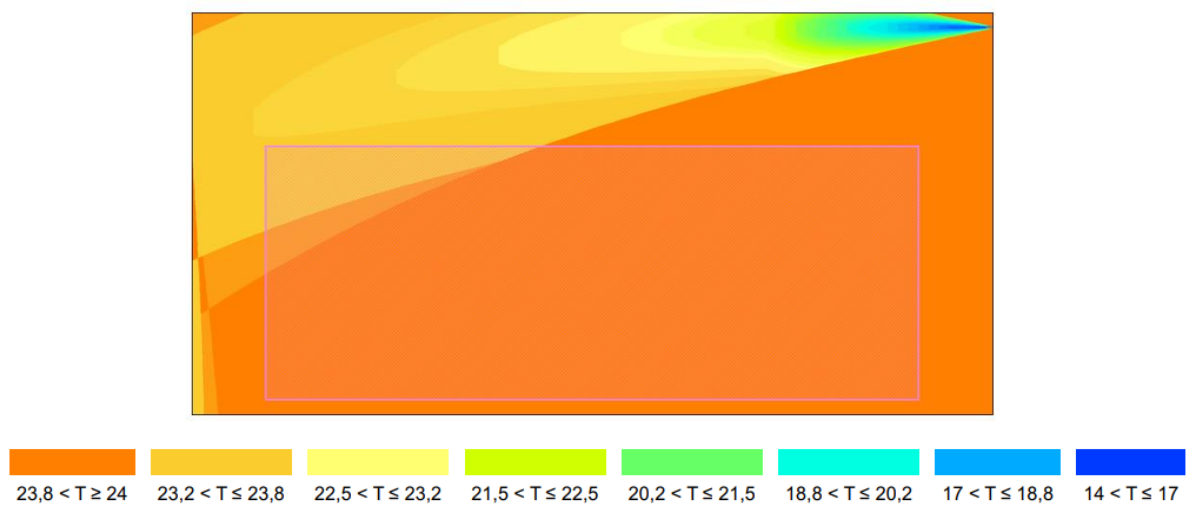


Figura 4.22 - Simulação em corte da temperatura do ar [°C] insuflado (novo difusor proposto).

Após exposto o problema e entregue uma solução com a conseqüente valorização dos trabalhos, a decisão a tomar fica do lado do Dono de Obra. Resta, no entanto, a certeza de que, tendo em conta a simulação feita, o clima da região e a grande incidência solar (unidades de alojamento viradas a sudoeste sem sombreamento), o conforto térmico no espaço não será de todo garantido se se optar pela solução inicial prevista em projeto.

4.9.2.2 Distância entre UI's e UE's

De acordo com os elementos de projeto, o único desenho disponibilizado com a rede de tubagem de cobre foi o que consta da Figura 4.23.

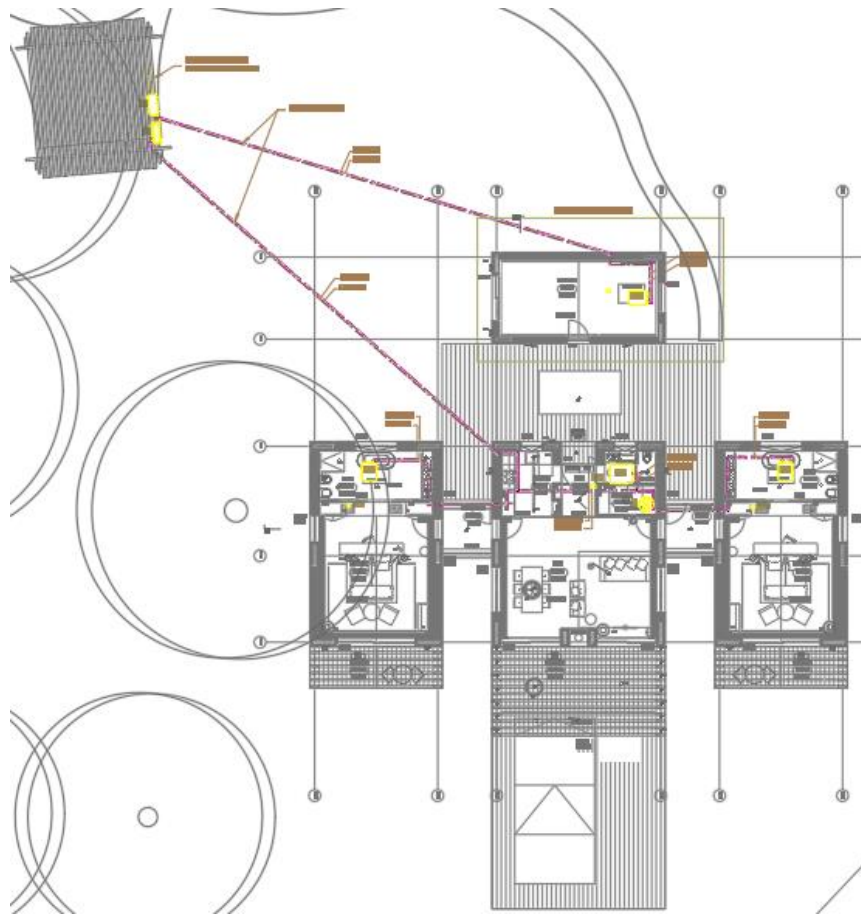


Figura 4.23 – Rede de tubagem de cobre das unidades de alojamento (Villas).

A rede de tubagem que se desenvolve na parte superior da Figura 4.23 diz respeito ao sistema split abordado na secção 4.1. Apesar de a Climacer não ter nenhum trabalho associado ao sistema split, eticamente é responsável por alertar se algo estiver a comprometer a sua futura instalação. A restante rede de tubagem visível na Figura 4.23 é relativa ao sistema de VRV.

O local onde se encontram implantadas as unidades exteriores dos split's é o estacionamento privativo das Villas, o qual será coberto por uma pérgola e que contempla o atravessamento enterrado até à entrada na Villa. Sendo o único elemento fornecido, levou a querer que todas as pérgolas seriam posicionadas à

esquerda das unidades de alojamento (Villas) e com a mesma metodologia. Desta forma, o tubo de cobre que interliga a unidade exterior split à unidade interior mede cerca de 20 metros lineares, com o desenvolvimento da tubagem dentro do arrumo não seriam ultrapassados os 25 metros o que, de acordo com a marca das máquinas, é o limite máximo de comprimento da tubagem em Split.

No seguimento dos trabalhos de preparação para execução das redes exteriores na unidade de alojamento (Villa) modelo, a Climacer reparou que havia uma incongruência relativamente ao comprimento de tubo de cobre. Por esse motivo, tentou-se perceber no desenho de implantação geral da obra se o mesmo se verificava e, ao ser analisado o desenho, a Climacer chegou à conclusão de que existiriam pérgolas situadas à direita das unidades de alojamento (Villas), que estão mais afastadas das mesmas, aumentando o comprimento das tubagens de cobre para valores de cerca de 35 a 45 metros, dependendo dos casos. Assim, a Climacer passou de imediato esta informação ao cliente em formato de pedido de esclarecimento, já que é uma situação que impossibilita o funcionamento futuro de um split que lá seja instalado.

Após essa chamada de atenção, durante uma das reuniões semanais de ponto de situação verificou-se que a implantação geral da obra pela qual a Climacer se tinha orientado já estava desatualizada. Guiando-se pelo elemento atualizado (Figura 4.24) e sem a marcação efetiva das unidades exteriores no mesmo, a Climacer concluiu que as distâncias ainda eram mais desfavoráveis do que imaginava, chegando em alguns casos a pôr até em causa o funcionamento dos sistemas VRV.

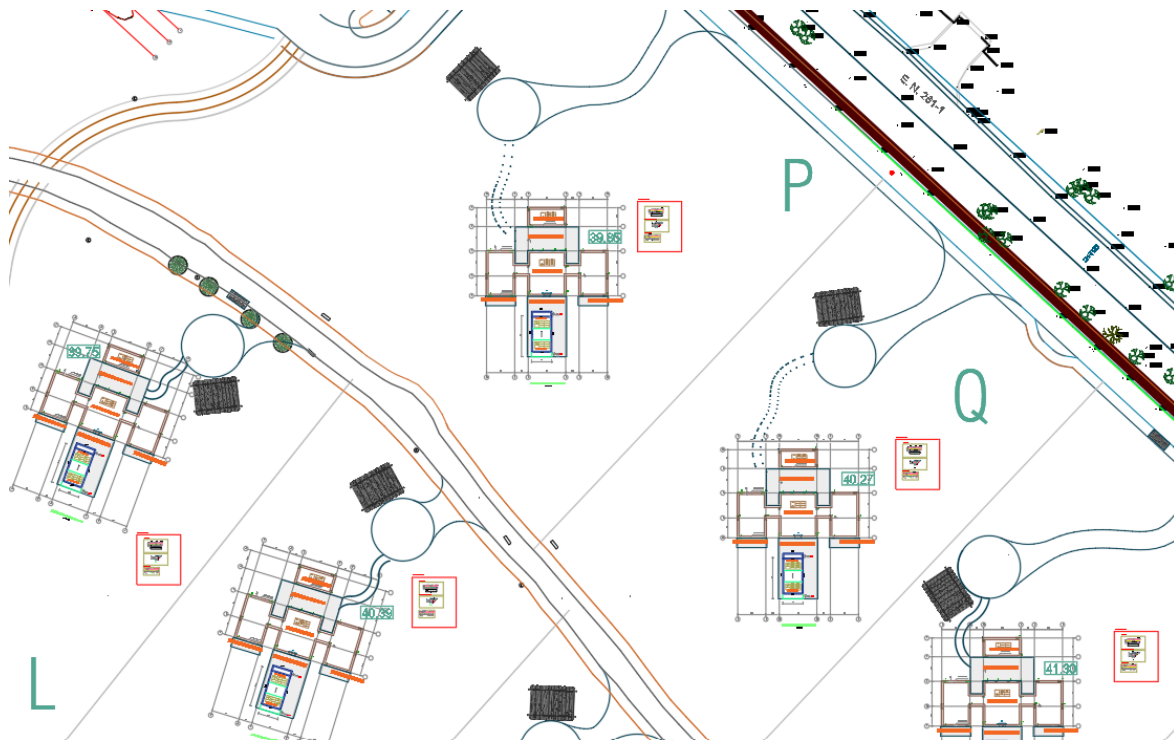


Figura 4.24 – Excerto da revisão da implantação geral da obra.

Com o intuito de perceber a distância máxima sem comprometer o funcionamento da instalação e sem alterar diâmetros das tubagens e características das máquinas, foi contactado o fornecedor que indicou uma distância máxima de 65 metros de tubagem de cobre entre a unidade exterior e a primeira derivação (já dentro da unidade de alojamento), conforme indicado nas fichas técnicas do equipamento.

Expondo a situação ao cliente e explicando que a melhor solução tendo em conta os custos passaria por aproximar as pérgulas até uma distância máxima de 65 metros, foi pedido um Trabalho a Mais para a quantidade adicional de tubagem de cobre e de cabo de comunicação a instalar.

Apesar do problema do sistema VRV ficar resolvido com essa garantia, o problema do sistema split perdura em várias unidades de alojamento (Villas). Optando o Dono de Obra por avançar para esta solução, irá ter de gastar uma quantidade mais avultada pois só se conseguem vencer distâncias destas com máquinas de potências superiores que depois trazem problemas de ruído.

Por se tratar de uma obra recente e que sofreu algumas revisões de projeto, nenhum dos edifícios/unidades de alojamento (Villas) se encontra finalizado. Deste modo não foi possível visualizar nenhum tipo de ensaio aos sistemas AVAC instalados, bem como eventuais problemas nos edifícios maiores.

5 CONCLUSÃO

Após finalizado o período de estágio curricular, conclui-se que os objetivos traçados aquando do início do estágio foram atingidos, desempenhando-se sempre todas as tarefas com o máximo rigor e empenho.

A orçamentação, sendo uma tarefa de extrema responsabilidade e que numa fase inicial teria sempre de ter supervisão tornou-se num trabalho autónomo, o que demonstra que o trabalho executado foi bastante bem-sucedido. Foi uma tarefa que proporcionou o contacto com diferentes projetos e deu uma bagagem enorme no que diz respeito ao conhecimento de diversas marcas, fornecedores de equipamentos de AVAC e preços praticados.

O estudo e desenvolvimento de preparações e telas finais em Autodesk Revit também foi algo bastante importante visto que aos dias de hoje a empresa acolhedora continuou a executar preparações neste software.

Ao dia de hoje o aluno consegue olhar para todo o percurso e etapas pelas quais passou até chegar à Direção de Obra e ter a plena consciência de que foram fulcrais para a sua formação integral. Um exemplo disso são os Trabalhos a Mais que, de uma forma prática, acabam por ser orçamentos de trabalhos que não estão previstos contratualmente. Além disso, mesmo do ponto de vista prático de poder ajudar a empresa a evoluir e agilizar internamente os seus processos, há que conhecer um pouco de todos os departamentos e os seus procedimentos.

Obviamente que esta última fase, mais concretamente no papel de Diretor de Obra Adjunto, foi a mais determinante e que requereu uma maior exigência. Foi capaz de perceber a importância e funcionamento de uma preparação e execução numa obra de grandes dimensões, assim como todo o trabalho que está por detrás de uma empreitada.

Adquiriu-se um maior sentido de priorização de problemas, uma maior capacidade crítica quanto às soluções disponíveis para os ultrapassar e um maior sentido de antecipação de dificuldades.

Desenvolveu-se a capacidade de comunicação com os colaboradores porque ao fim ao cabo é um cargo no qual se acaba por ter de lidar e gerir várias personalidades diferentes tendo todos um objetivo comum, o de executar o trabalho da forma mais eficiente, enaltecendo e valorizando o nome da empresa que representamos.


No âmbito geral, conclui-se este estágio curricular com a certeza de que foi a opção mais acertada, acabando por ficar nos quadros da empresa acolhedora, o que demonstra sem sombra de dúvidas o trabalho desenvolvido ao longo dos 9 meses.

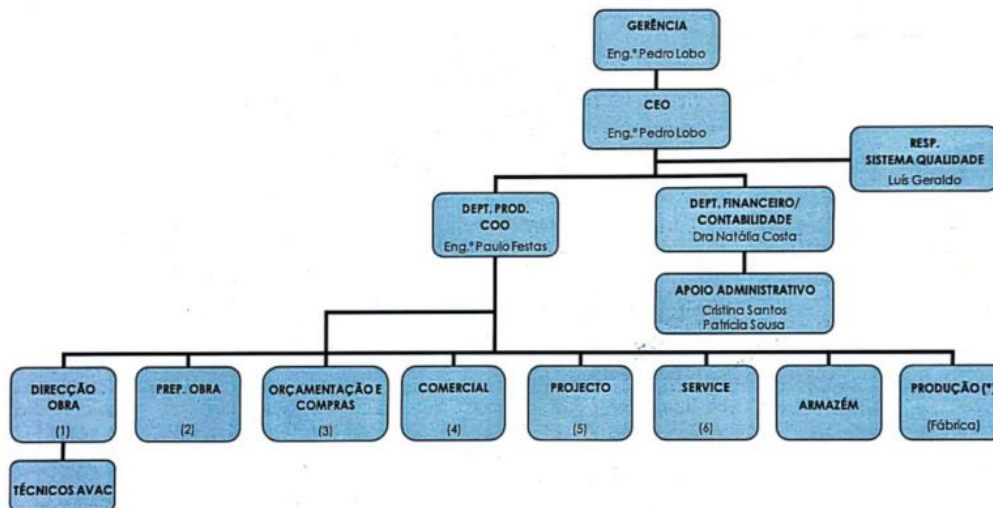
6 REFERÊNCIAS

- Arfit. (2023). *Arfit*. <https://www.arfit.pt/>
- Climacer. (2023). *Portefólio da Climacer*. <https://www.climacer.com/>
- Contracting Business. (2020). Contracting Business, 2020. *Panasonic Releases Next Generation ERV*. <https://www.contractingbusiness.com/residential-hvac/article/21142384/panasonic-introduces-intelli-balance-100-energy-recovery-ventilator>
- Daghigh, R. (2015). Assessing the thermal comfort and ventilation in Malaysia and the surrounding regions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 48, 681–691. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.017>
- Daikin. (2023). *Daikin*. https://www.daikin.pt/pt_pt/particular.html
- Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE), 2006. Decreto-Lei nº79/2006, de 4 de abril.
- Fanger, P. O. (1970). Fanger, 1970. In *Thermal Comfort: Analysis and Applications in Environmental*. Danish Technical Press.
- International Organisation for Standardisation. (2005). ISO 7730. In *Moderate thermal environments - Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort*.
- Carpinteiro. (2021). *Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado* (3ª edição).Verlag Dashofer.
- Marques. (2005). *Manutenção de uma instalação de AVAC das áreas limpas de uma indústria farmacêutica [Dissertação de Mestrado]*. Universidade do Porto.
- Koolair. (2023). *Koolair*. <https://www.koolair.com/pt-pt/>
- Rocha. (2023). *Análise energética e económica de sistemas de AVAC para um edifício de serviços? Caso de estudo: unidade de saúde familiar [Dissertação de Mestrado]*. Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- Noh, K.-C., Jang, J.-S., & Oh, M.-D. (2007). Thermal comfort and indoor air quality in the lecture room with 4-way cassette air-conditioner and mixing ventilation system. *Building and Environment*, 42(2), 689–698. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.10.033>
- Toshiba. (2023). *Toshiba*. <https://www.toshiba.pt/>

ANEXOS

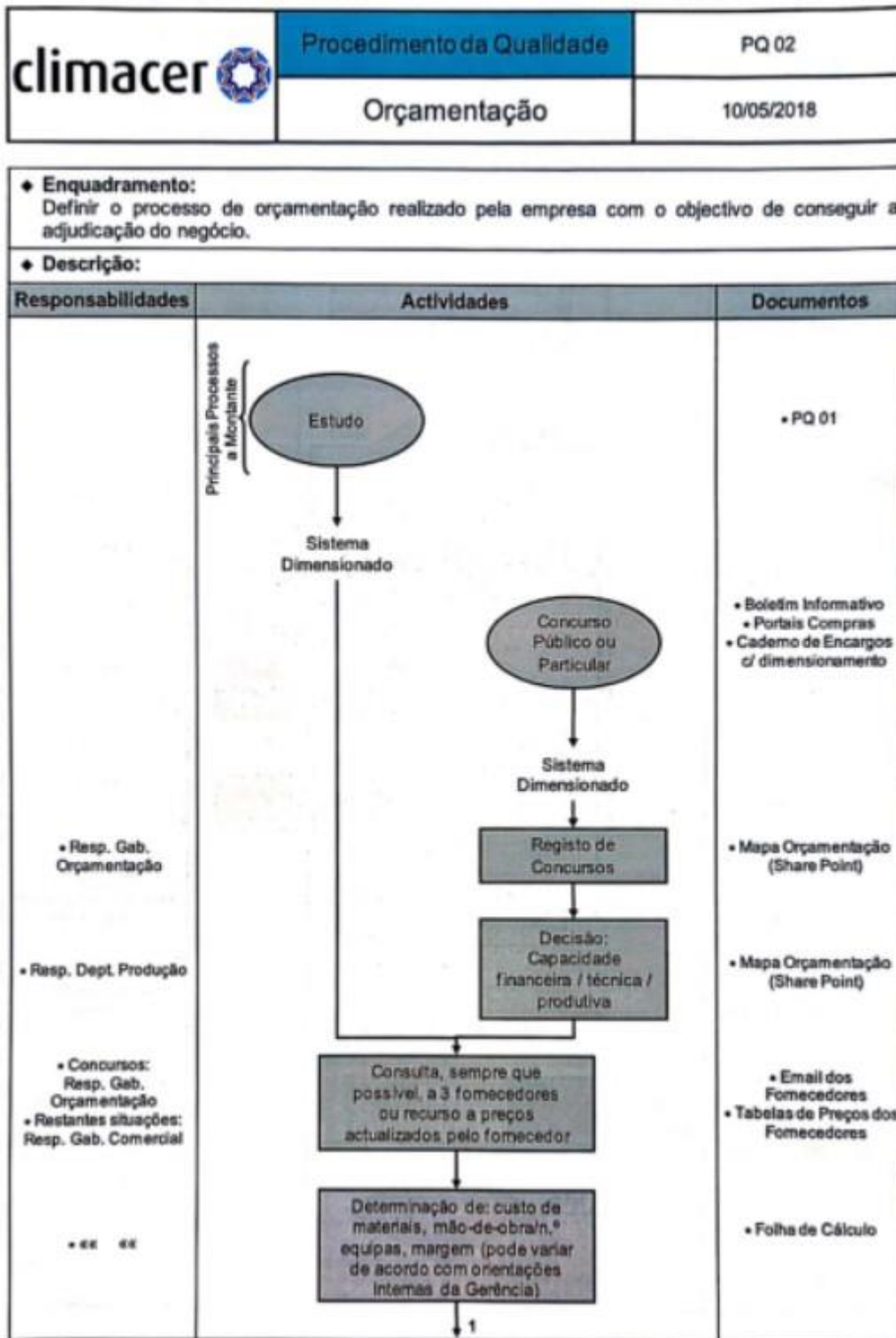
Anexo I – Organograma da empresa Climacer, S.A..


	MANUAL DA QUALIDADE ANEXO I - ORGANOGAMA	Página 1 de 2
---	--	---------------

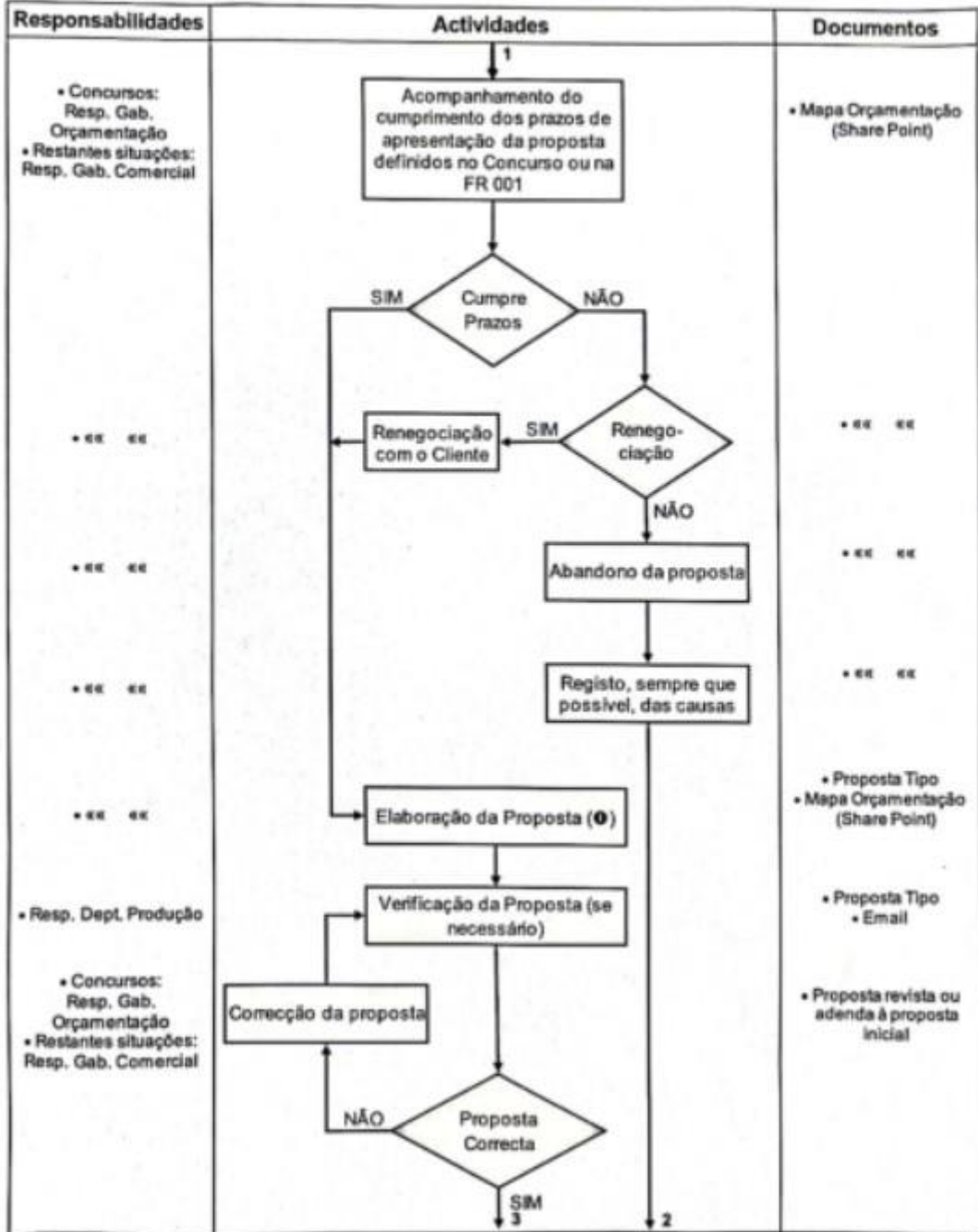



(*) Não incluída no âmbito da certificação de SGQ da empresa

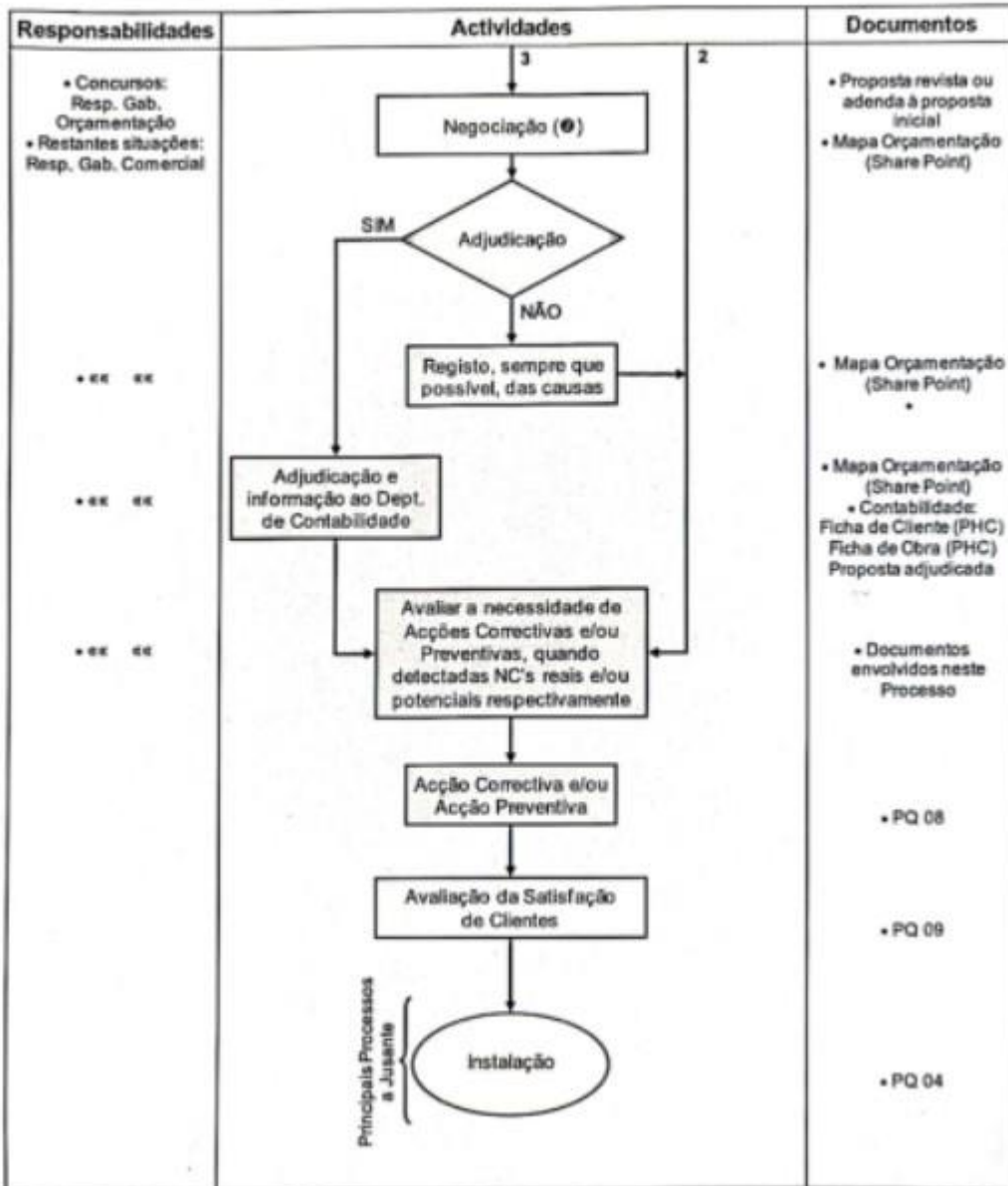
Anexo II – Fluxograma do processo de orçamentação da empresa Climacer, S.A..



	Procedimento da Qualidade	PQ 02
	Orçamentação	10/05/2018



	Procedimento da Qualidade	PQ 02
	Orçamentação	10/05/2018

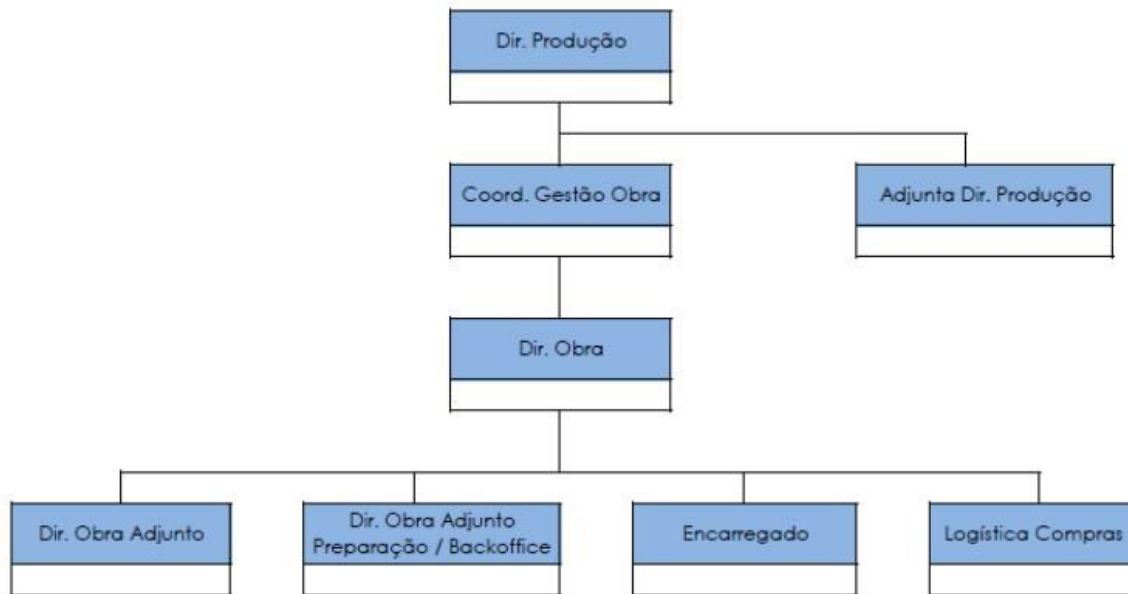


(●) – Código da Proposta: Ano.N.º Sequencial.00 (Proposta Inicial).

(●) – Propostas revistas ou adendas são identificadas com o mesmo código, acrescido do número de revisão seguinte (dois últimos dígitos).

Adjudicação e acompanhamento de empreitadas de instalações AVAC

Anexo III – Organograma do Departamento de Produção da empresa Climacer, S.A..



Anexo IV – Ilustração de instalação de um difusor DF-LIT-E-3.0 33 (Koolair, 2023).



Anexo V - Ilustração de instalação de um difusor DF-47-Narrow-20 (Koolair, 2023).





**Instituto Superior
de Engenharia**

Politécnico de Coimbra