



Instituto Superior de Engenharia

Politécnico de Coimbra

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Instalação de Sistemas de AVAC – Acompanhamento de Obras

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

Especialização em Projeto, Instalação e Manutenção de
Sistemas Térmicos

Autor

Pedro Manuel Agostinho Gonçalves

Orientador

Doutora Raquel Almeida de Azevedo Faria

Supervisor na empresa NorinstelNor, Instalações Especiais,
Lda

Eng.º Nuno Miguel Pereira Caetano

Coimbra, fevereiro de 2024



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

RESUMO

Este relatório consiste num documento descritivo sobre as atividades desenvolvidas no contexto do estágio curricular pelo qual o aluno optou no segundo ano do Mestrado em Engenharia Mecânica na área de especialização Projeto, Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos.

A empresa acolhedora foca grande parte do seu trabalho na área de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC), sendo bastante reconhecida e elogiada no ramo.

O início do estágio contemplou o conhecimento da empresa, as instalações, as obras em curso, assim como o conhecimento dos colaboradores e as áreas em que cada um se insere.

Posteriormente, foi atribuído o departamento de orçamentação e direção de obra para período de estágio, de acordo com a área de formação do aluno.

A fase de orçamentação foi muito importante devido ao elevado número de orçamentos realizados, quer concursos públicos, quer privados. Esta fase desenvolveu o espírito crítico no que toca ao projeto e também no que toca à direção de obra.

A realização deste estágio foi uma grande oportunidade de cimentar e aprofundar conceitos adquiridos ao longo da formação académica, contribuindo, especialmente, para um alargamento da visão em contexto prático das competências adquiridas em contexto académico, promovendo para uma melhor integração no mercado do trabalho.

Palavras-chave: Aquecimento, Ventilação, Ar Condicionado, Orçamentação, Obras

ABSTRACT

This report consists of a descriptive document about the activities developed in the context of the curricular internship that the student opted for in the second year of the Master's Degree in Mechanical Engineering in the area of specialization Design, Installation and Maintenance of Thermal Systems.

The host company focuses much of its work on the area of Heating, Ventilation and Air Conditioning (HVAC), and is well known and praised in the industry.

The beginning of the internship included getting to know of the company, the facilities, the works in progress, as well as the knowledge of the employees and the areas in which each one operates.

Subsequently, the budgeting and construction management department was assigned for the internship period, according to the student's area of training.

The budgeting phase was very important due to the high number of budgets carried out, both public and private tenders. This phase developed a critical spirit when it comes to the project and also when it comes to the direction of the work.

This internship was a great opportunity to cement and deepen concepts acquired throughout academic training, contributing, especially, to a broadening of the vision in a practical context of the skills acquired in an academic context, promoting better integration into the job market.

Keywords: Heating, Ventilation, Air Conditioning, Budgeting, Construction Works

AGRADECIMENTOS

Não poderia terminar esta etapa sem antes mostrar o meu apreço a todas as pessoas que me ajudaram e ensinaram ao longo deste trabalho.

Começo por me dirigir à instituição que me acolheu, a empresa Norinstelnor, Instalações Especiais, Lda, cuja equipa técnica e todos os colaboradores constituem sem dúvida um exemplo de boas práticas para quem pretende enveredar por uma profissão na área do AVAC. A todos, pelo apoio, receção, tempo dispensado, pela ajuda e facilidades concedidas durante a realização do estágio, em especial ao Engenheiro Hugo Parente pela orientação em grande parte das tarefas e ao Engenheiro Nuno Caetano pelos muitos conhecimentos técnicos que me tentou transmitir.

À professora Raquel Faria, por todos os conselhos dados durante o tempo de estágio e escrita deste relatório, pela disponibilidade, pela motivação e pelas críticas sempre construtivas.

À minha família, pelo apoio, paciência e compreensão.

Por último, mas não menos importante a todos os meus amigos, companheiros e colegas.

A todos um sincero obrigado.

Lista de Siglas e Acrónimos

AQS	Águas Quentes Sanitárias
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
AVAC	Aquecimento Ventilação Ar-Condicionado
COP	<i>Coefficient of Performance</i>
GTC	Gestão Técnica Centralizada
IS	Instalações Sanitárias
ISO	<i>International Organization for Standardization.</i>
UTA	Unidade Tratamento de Ar
UTAN	Unidade Tratamento de Ar Novo
VRV	<i>Variable Refrigerant Flow</i>
VRV	<i>Variable Refrigerant Volume</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Área de seção da conduta [m ²]
Q	Caudal [m ³ s ⁻¹]
<i>v</i>	Velocidade média do ar [m s ⁻¹]

ÍNDICE DE TEXTO

Resumo	i
Abstract.....	ii
Agradecimentos	iii
Lista de símbolos	v
Índice de Texto.....	vi
Índice de figuras.....	viii
1 Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos do estágio.....	1
1.3 Estrutura do relatório.....	2
1.4 Apresentação da empresa.....	2
2 AVAC.....	4
2.1 Conceito de AVAC	4
2.2 Aquecimento.....	4
2.2.1 Sistema produtor	5
2.2.2 Meios de distribuição	8
2.2.3 Equipamentos terminais.....	9
2.3 Ventilação.....	13
2.3.1 Equipamentos.....	14
2.3.2 Dispositivos de extração e insuflação	17
2.3.3 Meios de distribuição	17
2.4 Ar Condicionado	18
3 Tarefas desempenhadas	21
3.1 Orçamentação.....	21
3.1.1 Abertura do processo.....	21
3.1.2 Análise cuidada do caderno de encargos, condições técnicas especiais e mapa de quantidades	21
3.1.3 Elaboração de erros e omissões.....	24
3.1.4 Elaboração dos pedidos de cotação às marcas mencionadas no caderno de encargos	24

Instalação de Sistemas de AVAC – Acompanhamento de Obras

3.1.5	Elaboração do orçamento	24
3.1.6	Elaboração da proposta ao cliente	25
3.1.7	Negociação da proposta	26
3.1.8	Orçamentos realizados	26
3.2	Acompanhamento de obras	27
4	Construção do novo centro tecnológico coficab.....	35
4.1	Orçamentação.....	35
4.2	Descrição do edifício	35
4.3	Descrição dos equipamentos	36
4.3.1	Tratamento de cargas térmicas	36
4.3.2	Renovação de ar	37
4.3.3	Produção de água quente sanitária (AQS).....	38
4.3.4	Outros equipamentos	38
4.4	Análise do projeto	41
4.5	Fase de execução	41
4.5.1	Acompanhamento dos trabalhos.....	41
4.6	Ensaio.....	44
5	Conclusão	46
	Referências bibliográficas	47
	Anexos	49
	Anexo 1 – Despacho nº 15793-G/2013.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Logotipo da empresa.....	2
Figura 2.1 - Exemplo aquecimento central (Galp, 2022).....	5
Figura 2.2 - Caldeira pellets (Hiperclima, s.d.)	6
Figura 2.3 - Esquema de funcionamento de uma bomba de calor (Ramos, 2014) ...	7
Figura 2.4 - Variação da eficiência dos vários tipos de caldeiras (CIBSE, 2005).....	8
Figura 2.5 - Usos mais adequados de diferentes tubagens (Oliveira, 2022)	8
Figura 2.6 - Esquema sistema monotubo (STH, 2022)	10
Figura 2.7 - Tipos de retorno (Uponor, 2010)	10
Figura 2.8 - Ligação dos radiadores com o circuito (Uponor, 2010)	11
Figura 2.9 - Exemplo ventiloconvector de chão (Daikin, 2012)	11
Figura 2.10 - Exemplo comparativo piso radiante (Reis, 2019)	12
Figura 2.11 - Esquema de ventilação fluxo simples (Ramos, 2014)	13
Figura 2.12 - Esquema de fluxo duplo com recuperação de calor (Ramos, 2014)..	14
Figura 2.13- Exemplo de uma UTA (Daikin, 2019).....	15
Figura 2.14 - Regulador de caudal circular (France Air, 2021)	16
Figura 2.15 - Esquema de funcionamento permutador fluxos cruzados (bonina climatização, 2021)	17
Figura 2.16 - Conduatas.....	18
Figura 2.17 - Esquema de funcionamento unidades de janela (Malça, 2018)	19
Figura 2.18 - Esquema de funcionamento de unidades de consola (Malça, 2018)..	19
Figura 2.19 - Unidade interior mural mono-split (Mitsubishi, 2023)	19
Figura 2.20 - Esquema funcionamento sistema multisplit (Daikin, 2023)	20
Figura 2.21 - Sistema VRV (Daikin, 2023)	20
Figura 3.1 – Exemplo de mapa de quantidades	22
Figura 3.2 - Circuito piso radiante	22
Figura 3.3 - Esquema de princípio	23
Figura 3.4 - Circuito aerólico.....	23
Figura 3.5 - Esquema de princípio sistema VRF	24
Figura 3.6 – Folha interna de orçamentação	25
Figura 3.7 - Proposta final.....	26

Figura 3.8 – Mapa de quantidades final	26
Figura 3.9 – Caldeiras de condensação instaladas	27
Figura 3.10 - Coletores solares.....	28
Figura 3.11 - Registos de desenfumagem, a) aberto, b) fechado	29
Figura 3.12 - Desumidificadora	29
Figura 3.13 - Caixa circuito piso radiante	30
Figura 3.14 - Comando centralizado.....	30
Figura 3.15 - Desenho original	31
Figura 3.16 - Desenho alterado.....	31
Figura 3.17 - Folha temperatura e humidade dos espaços	32
Figura 3.18 - Folha Grelhas.....	32
Figura 3.19 - Folha máquinas ar-condicionado	33
Figura 3.20 - Folha UTAS	33
Figura 3.21 - Furo de prova tamponado.....	34
Figura 4.1 - Edifício COFICAB	35
Figura 4.2 - Equipamento de <i>Close Control</i>	37
Figura 4.3 - Difusor.....	37
Figura 4.4 - Caldeira de condensação.....	38
Figura 4.5 - Bombas de circulação.....	39
Figura 4.6 - Vaso de expansão	39
Figura 4.7 - Permutador de calor de placas	40
Figura 4.8 - Termómetro	40
Figura 4.9 - Plenos instalados e tapados	42
Figura 4.10 - Circuito de piso radiante descoberto	43
Figura 4.11 - Circuito de piso radiante parcial e totalmente coberto	43
Figura 4.12 - UTA	44

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

A área de AVAC é uma área cada vez mais necessária nos dias de hoje e bastante abrangente em termos de conceitos de engenharia, foram esses os principais motivos para a escolha desta mesma área, pois com o terminar de um ciclo de estudos, maioritariamente teórico havia a necessidade de pôr em prática aquilo que foi estudado. Daí a opção pelo estágio, este tem uma vertente prática onde é possível aprofundar de maneira diferente os conceitos e equipamentos anteriormente explorados. É possível também resolver situações e problemas que advêm do decorrer dos trabalhos, coisa que se a escolha fosse outra não seria possível realizar.

A escolha da empresa deveu-se ao facto da sua localização e principais trabalhos serem localizados no distrito da Guarda, contribuiu também o facto da empresa ter já um longo histórico de trabalhos realizados, alguns dos quais do conhecimento do aluno.

1.2 Objetivos do estágio

O relatório que se apresenta descreve o trabalho desenvolvido durante o estágio na empresa Norinstelnor, Instalações Especiais, Lda, durante o período de oito meses, entre outubro de 2022 e junho de 2023, com uma carga de 8 horas diárias.

O estágio teve como propósito familiarizar o aluno com o mercado de trabalho e integrá-lo num contexto profissional, especialmente no setor de AVAC, conhecer um pouco do funcionamento de uma empresa desta área e aprofundar competências exploradas ao longo do curso.

Houve também uma preocupação para que o aluno desenvolvesse competências na área de projeto, tendo tomado decisões no dimensionamento de diversas redes de distribuição assim como na seleção de equipamentos, supervisionado sempre por um engenheiro com uma vasta experiência.

Para completar as três valências que o mestrado engloba (projeto, instalação e manutenção) foram realizadas visitas a várias obras onde eram necessárias intervenções de manutenção. Adicionalmente, foi apresentado ao aluno a proposta de um plano de manutenção de uma obra.

1.3 Estrutura do relatório

Após a introdução, o relatório começa por descrever a empresa onde se desenvolveu o estágio.

No Capítulo 2 é realizado o enquadramento teórico onde se apresentam os conceitos da maior área de atuação da empresa, nomeadamente AVAC.

No Capítulo 3 são apresentadas as principais tarefas desempenhadas pelo aluno no decorrer do seu estágio, mais especificamente, orçamentação e acompanhamento de obras.

No Capítulo 4 é apresentada a obra do novo centro tecnológico Coficab, que o aluno acompanhou durante o seu estágio. Neste capítulo são descritas as várias fases, desde a receção até à entrega da obra.

Por fim, no último capítulo, são apresentadas as principais conclusões e o balanço do estágio. O relatório possui ainda um capítulo com as referências bibliográficas que serviram de base à realização do presente relatório e os anexos.

1.4 Apresentação da empresa

A NorinstelNor, Instalações Especiais, Lda. (Figura 1.1) foi fundada em 1995, com sede na Guarda, inicialmente na urbanização dos Castelos Velhos e atualmente na Plataforma Logística de Inovação e Empreendedorismo da Guarda.



Figura 1.1 - Logotipo da empresa

É uma empresa de pequena dimensão composta aproximadamente por 15 trabalhadores, distribuídos por 4 departamentos, nomeadamente, orçamentação, direção de obra, instalação e manutenção de obras e contabilidade.

É uma empresa especializada em Projeto, Instalação e Manutenção de soluções no âmbito das instalações especiais:

- Sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC);
- Sistemas de arrefecimento industrial
- Energias renováveis (energia solar térmica, fotovoltaica e biomassa)
- Redes de combate a incêndio
- Sistemas de desenfumagem

Instalação de Sistemas de AVAC – Acompanhamento de Obras

- Sistemas de gestão técnica centralizada (GTC);
- Manutenção e assistência técnica de equipamentos.

Nos últimos anos, devido ao crescimento da empresa, o foco tem sido na Instalação e Manutenção dos vários sistemas mencionados. Na área de Projeto, devido à exigência de tempo e recursos humanos, a empresa tem apenas executado trabalhos de menor complexidade. Durante alguns anos efetuaram também instalações de águas e esgotos, algo que, atualmente, fazem apenas em casos muito pontuais.

A empresa encontra-se certificada no âmbito da norma ISO 9001 e dec. Lei 145/2017.

2 AVAC

2.1 Conceito de AVAC

AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado) é uma das grandes subespecialidades da engenharia mecânica, englobando diferentes temas como: equipamentos e processos térmicos, termodinâmica, mecânica de fluidos, entre outros. É uma área com bastante expressão muito devido à sua função principal, garantir o conforto térmico. (Roxo, 2022)

De acordo com a norma EN ISO 7730, 2005, conforto pode ser definido como as condições que fornecem às pessoas um determinado nível de bem-estar para o desempenho normal das suas funções.

Desde sempre que as variações do clima levam a que o homem procure abrigos, utilizando primeiramente espaços naturais. O que se tornou impossível e insuficiente nos dias de hoje, daí a necessidade de construção de habitações. Numa fase inicial bastante rudimentares, mas sempre em constante melhoria, as exigências atuais são muito superiores às de outrora o que leva a que os sistemas sejam cada vez mais complexos, envolvam não só o controlo de temperatura como da humidade e da qualidade do ar, de forma a garantir a saúde e satisfação de todos. Com o avançar da tecnologia, o que antes era considerado cómodo hoje implica muitas outras exigências, o que provocou um aumento dos custos. Além de um acréscimo no investimento, existe também um maior consumo de recursos, e conseqüentemente, um aumento para a poluição do planeta. Atualmente garantir o máximo conforto nas habitações e edifícios de serviços requer que haja ponderação nos gastos dos recursos energéticos, isto é, garantir melhorias das condições, mas de forma sustentada. Todos estes pontos são questões impostas nos regulamentos atualmente em vigor e é por isso que um sistema de AVAC é essencial para o conforto, quer em edifícios de serviços, quer em edifícios residenciais.

2.2 Aquecimento

O aquecimento é o conceito do AVAC responsável por gerar calor num edifício.

Atualmente, ter aquecimento em qualquer edifício, seja residencial ou comercial, já não é considerado um luxo, mas sim indispensável. É uma questão de saúde, pois, além da função elementar de um sistema de aquecimento, que é fornecer calor, este serve para evitar a formação de humidade e mofo nos edifícios. Um ponto muito importante para questões de saúde, especialmente doenças respiratórias. A pressão sanguínea e o ritmo cardíaco podem também ser afetados quando as pessoas estão expostas durante muito tempo a temperaturas que não são as ideais.

Grande parte das habitações em Portugal foram construídas de uma forma pouco eficiente e, mais tarde, implementado um sistema de aquecimento, o que se revela

por vezes inadequado. Soluções construtivas erradas levam ao desperdício de energia e geram excessos de consumo.

O dimensionamento correto de um sistema de aquecimento deve ser muito bem ponderado, um investimento inicial maior pode levar a uma grande poupança no futuro, mas pode também ser exagerado e acarretar mais despesas do que aquelas que seriam necessárias. Não existe a solução ideal, mas existem soluções que se adaptam melhor em determinadas circunstâncias.

O estudo do sistema deve começar pela avaliação das necessidades energéticas específicas do edifício, sendo esta uma informação essencial para a definição do tipo de instalação que constitui a melhor solução. Adicionalmente, dados como: um descritivo dos locais a aquecer (através das plantas e do detalhe da composição dos componentes construtivos), a definição da sua utilização (horários, ocupação, fontes internas de calor, hábitos de ventilação, etc.) e as exigências relativas à temperatura interior dos locais, devem ser do conhecimento do engenheiro no início do estudo.

Quando se fala em aquecimento, é normalmente interpretado como aquecimento central, pois é uma das soluções de aquecimento mais apreciadas, uma vez que consiste num sistema que pretende fornecer calor a todo o edifício e não apenas a algumas áreas.

O funcionamento do aquecimento central é bastante simples, existe um gerador de calor que aquece água, esta água quente, ou vapor, é posteriormente distribuída pela tubagem até aos elementos terminais em cada divisão. Na Figura 2.1 é apresentado um esquema de um sistema de aquecimento central, onde A representa o gerador de calor, C, a tubagem e os equipamentos principais de emissão de calor (equipamentos terminais) e B um equipamento com uma finalidade específica, além da emissão calor.



Figura 2.1 - Exemplo aquecimento central (Galp, 2022)

2.2.1 Sistema produtor

Como referido anteriormente, num sistema de aquecimento é necessário existir um sistema produtor ou gerador de calor. Considerando que o presente estágio foi

realizado numa empresa que efetua, maioritariamente, instalações industriais, ao invés de pequenas habitações ou edifícios comerciais de pequena dimensão, existem dois grupos de equipamentos mais utilizados, as Caldeiras e as Bombas de Calor.

Caldeiras

Caldeiras são equipamentos com a função de gerar calor ou água quente, conforme o propósito e o seu funcionamento, e têm por base os princípios da termodinâmica e transferência de calor.

O processo inicia-se com a entrada de combustível na caldeira, o qual pode ser sólido, líquido ou gasoso, tais como, biomassa, gasóleo ou gás natural respetivamente. Independentemente do combustível utilizado, o processo consiste na queima do mesmo para produzir calor. O processo de combustão é feito numa câmara de combustão, onde o combustível é misturado com ar e inflama com auxílio de uma faísca, originando uma chama. O calor emitido por esta é transferido para a água na caldeira.

A circulação de água, na maioria das caldeiras, é feita por um sistema de tubos que ajuda a manter um fornecimento constante de água quente ou vapor. Existem, como referido, vários tipos de caldeiras, cada uma com seu projeto e funcionamento específicos. A escolha do tipo de caldeira depende de fatores como: a aplicação pretendida, tipo de combustível e requisitos de eficiência energética. Estes são dados cruciais que o engenheiro/ projetista tem de ter conhecimento na altura da tomada de decisão e estudo do projeto. Na Figura 2.2 está representada, como exemplo, uma caldeira que usa como combustível pellets.



Figura 2.2 - Caldeira pellets (Hiperclima, s.d.)

Bombas de Calor

Bombas de calor são equipamentos que extraem calor de diferentes meios, tais como ar, água ou o solo e transferem-no para outro ambiente. Estes equipamentos funcionam segundo o princípio da transferência de calor de um espaço frio para um espaço quente, contra a direção natural do calor. De uma maneira mais detalhada, uma bomba de calor tem como principais componentes um evaporador, um

compressor, um condensador e uma válvula de expansão. Cada um destes componentes tem uma função específica, nomeadamente, o evaporador absorve calor, fazendo com que o fluido refrigerante situado no interior da bomba de calor aqueça e evapore. Posteriormente, este fluido, em estado gasoso, passa por um compressor que ao comprimir o gás aumenta a pressão e a temperatura do mesmo. Uma vez que o gás se encontra aquecido, entra no condensador onde liberta calor para o ambiente voltando depois a condensar. Por fim, o fluido refrigerante líquido é pulverizado pela válvula de expansão que o faz arrefecer mais eficazmente e reduzir a pressão.

Chegando o ciclo ao fim, o fluido encontra-se em condições para voltar a receber calor do meio, reiniciando assim o ciclo termodinâmico (Ramos, 2014). Na Figura 2.3 é esquematizado o funcionamento de uma bomba de calor.

O processo descrito anteriormente pode ser realizado também para arrefecimento, sendo que, nesse caso, o calor é extraído do interior do espaço e fornecido ao ambiente, tendo assim o nome de máquina frigorífica ou *chiller*.

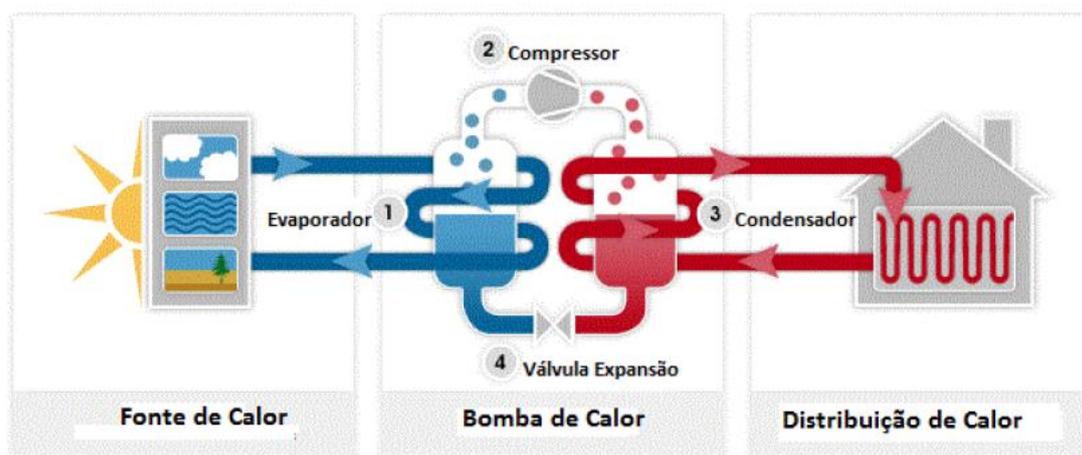


Figura 2.3 - Esquema de funcionamento de uma bomba de calor (Ramos, 2014)

A bomba de calor tem como principal vantagem a elevada eficiência energética, uma vez que a energia elétrica é apenas uma pequena parte da energia necessária ao funcionamento, pois é aproveitado e potenciado o calor do ambiente. Estes sistemas conseguem atingir um coeficiente de performance (COP) que consiste num rácio entre a energia produzida sob a forma de calor e a energia consumida, em aquecimento na ordem dos 4, o que se traduz num rendimento equivalente de 400%. Daí poder dizer-se que possuem uma elevada eficiência, pois, quando comparadas a outros equipamentos, como caldeiras, verificamos que este valor é muito superior. A Figura 2.4 mostra os diferentes valores de eficiência das caldeiras consoante o seu tipo.

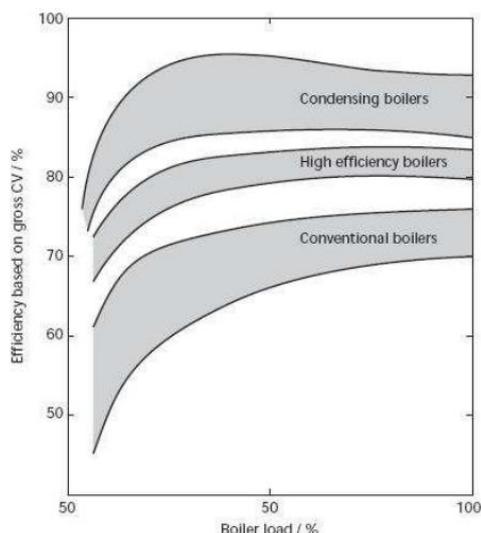


Figura 2.4 - Variação da eficiência dos vários tipos de caldeiras (CIBSE, 2005)

2.2.2 Meios de distribuição

Segundo a ASTM (American Society for Testing and Materials), existem inúmeros materiais atualmente usados para o fabrico de tubos, mais de 500.

Estes podem ser materiais ferrosos, tais como, aços carbonos, aços inoxidáveis, ferro fundido ou ferro forjado; materiais não ferrosos, como o cobre, latão ou alumínio; materiais plásticos, como o PVC, acrílicos ou elastómeros e ainda outros materiais como o vidro ou a porcelana.

Na Figura 2.5 são apresentados os usos mais adequados para cada um dos materiais comumente utilizados em tubagens.

Adequação das tubagens metálicas

Material	Água de consumo humano		Rede incêndio	Água desmineralizada	Água descalcificada	Instalação
	Fria	Quente				
Aço Galvanizado				Não adequado	b)	Preferencia não embutido
	outro revestimento	Não adequado	Não adequado		Não adequado	b)
Cobre			h)	Não adequado	b)	Preferencia não embutido
Ferro fundido (1)	Não adequado a)	Não adequado a)		Não adequado	Não adequado	Não embutidas (g)
Aço inoxidável			Não adequado	Não adequado		Preferencia não embutido

(1)- Ramais de ligação aos edifícios

a) Devido às dimensões usuais destas tubagens.
 b) Exige tratamento da água com inibidores de corrosão.
 g) Devido às dimensões destas tubagens, pouco adequada embutimento.
 h) se as juntas forem efectuadas por brasagem com ligas de alto ponto de fusão

Figura 2.5 - Usos mais adequados de diferentes tubagens (Oliveira, 2022)

A escolha do material mais conveniente para uma determinada aplicação pode ser complicada, visto depender de diversos fatores. O fluido tem bastante influência no material a selecionar, pois a má escolha do material da tubagem leva a que esta possa ser suscetível a fenómenos de corrosão ou contaminação. Outros fatores a ter em conta são: a pressão a que o fluido vai estar sujeito, a temperatura a que o fluido é conduzido, o custo e resistência mecânica.

Todas as propriedades dos materiais usados em tubagens industriais devem ser conhecidas e absolutamente garantidas, o que implica que só são admitidas tubagens fabricadas em materiais que respeitem uma especificação de material. Estas especificações são documentos normativos emitidos por sociedades reconhecidas e credenciadas ou por fabricantes, que contêm uma série de exigências e especificações do material.

2.2.3 Equipamentos terminais

Os equipamentos terminais são os responsáveis pela emissão de calor, para que o calor gerado possa ser transferido para o espaço a climatizar.

Radiadores

Muito provavelmente são o elemento emissor de calor mais conhecido, podendo ter diversos modelos, materiais e formas. Um radiador é um elemento que permite trocar calor, por radiação e convecção, entre o fluido que circula neste mesmo elemento e o ar ambiente do espaço em que se encontra. Apesar da denominação comum destes equipamentos ser radiador, o nome mais correto seria convetor, uma vez que é por convecção que se realiza a maior parte da transferência de calor. São elementos contruídos em materiais com elevada condutividade térmica, isto é, materiais que facilitem a troca de calor. São também preferencialmente escolhidos materiais que permitam ao radiador ter uma elevada inércia térmica, fazendo com que o radiador aqueça de forma gradual quando o elemento gerador de calor se encontra em funcionamento, e arrefeça também de forma gradual após a paragem do mesmo, não existindo assim uma variação brusca da temperatura (Barbosa, 2015).

Os radiadores podem ser aplicados em diferentes tipos de instalação, como monotubo, bitubo ou por coletores. A instalação de radiadores em bitubo é o sistema mais usado, pois é aquele que tem mais vantagens em instalações de grandes dimensões. Os radiadores são montados em paralelo e recebem água a partir da caldeira. Fazendo com que neste tipo de instalações a temperatura de entrada em todos os radiadores seja praticamente a mesma, contrariamente ao que acontece num sistema monotubo, onde a passagem de água é feita de um radiador para o seguinte, existindo assim perdas de calor durante o percurso do radiador mais próximo da fonte de calor até ao mais distante, esta é a vantagem mais evidente quando comparados os dois sistemas. Na Figura 2.6 é ilustrado o sistema monotubo, onde a entrada de água quente é representada a vermelho e o retorno a azul.

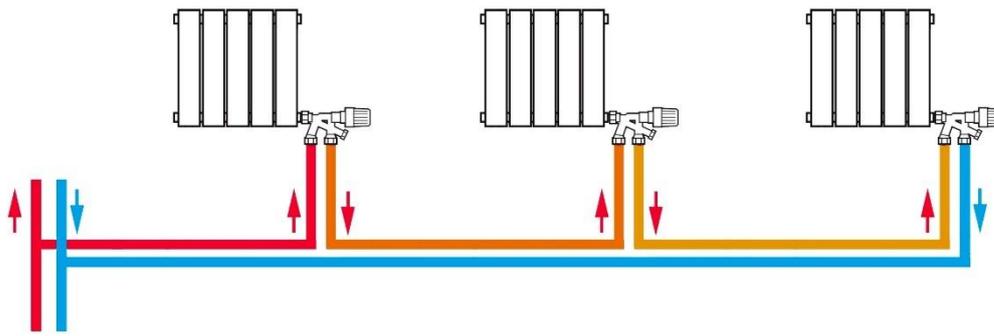


Figura 2.6 - Esquema sistema monotubo (STH, 2022)

Relativamente às instalações em bitubo, o retorno do fluido pode ser de dois tipos, conforme mostrado na Figura 2.7. No lado esquerdo está representado um sistema de retorno direto, em que o tubo de retorno parte do radiador mais afastado e vai recolhendo a água até chegar à caldeira, sendo o trajeto mais pequeno para o radiador mais próximo (assim como a perda de carga) e sucessivamente maior para os mais distantes, levando à necessidade de regulação de caudal nos radiadores.

Nos sistemas com retorno invertido (lado direito da Figura 2.7), a tubagem de retorno parte do radiador mais próximo da caldeira e segue o sentido da alimentação até a caldeira. Fazendo com que os trajetos de cada radiador sejam idênticos em comprimento, não sendo assim necessário regular o caudal.

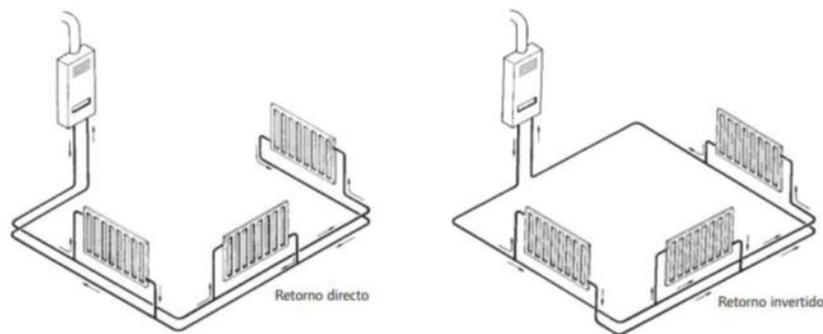


Figura 2.7 - Tipos de retorno (Uponor, 2010)

Quanto à entrada de água no radiador, esta deve ser feita sempre pela parte superior facilitando assim a circulação natural da água e consequentemente diminuído as perdas, o retorno deve ser efetuado pela parte inferior como mostra a Figura 2.8, para que todo o circuito consiga ser esvaziado caso necessário.

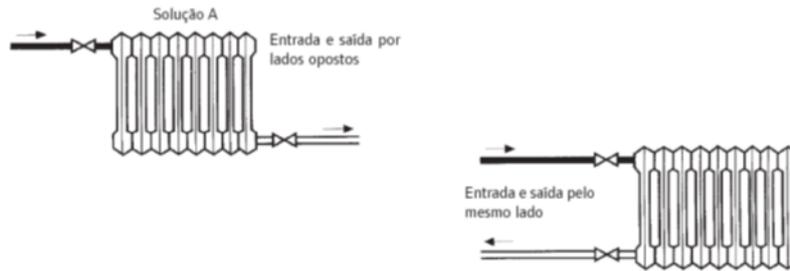


Figura 2.8 - Ligação dos radiadores ao circuito (Uponor, 2010)

Para radiadores de dimensões mais significativas, acima dos doze elementos, com o intuito de evitar perdas de potência, é conveniente adotar a solução A para garantir o aquecimento de todo o equipamento. Caso contrário, o radiador ao encontrar uma grande resistência para alcançar os últimos elementos e o respetivo retorno, a troca de energia com o meio envolvente ficaria comprometida.

Os radiadores são equipamentos que trabalham com elevadas gamas de temperatura o que pode condicionar a escolha do sistema produtor.

Ventiloconvectores

Outro dos equipamentos utilizado para trocar calor são os ventiloconvectores. O princípio de funcionamento deste equipamento consiste na injeção de ar quente no espaço a climatizar com ajuda de um ventilador. O ventilador interno aspira o ar ambiente e direciona-o para a serpentina, a serpentina é percorrida pelo fluido refrigerante ou pela água quente, que absorve calor da fonte externa. Esse calor é transferido então para o ar ambiente que passa pela serpentina, aquecendo-o, e, em seguida, o ventilador interno impulsiona o ar aquecido de volta para o ambiente. Já no modo de arrefecimento, o processo é idêntico. A serpentina é percorrida por um fluido refrigerante ou por água fria, que absorve o calor do ar ambiente. Assim, o ar é arrefecido e, em seguida, é expulso de volta para o ambiente pelo ventilador interno (Klclima, s.d.).

Existem diversos tipos de ventiloconvectores, nomeadamente, unidades de chão (Figura 2.9), unidades de teto, unidades de conduta ou unidades murais.



Figura 2.9 – Exemplo de um ventiloconvector de chão (Daikin, 2012)

Este tipo de equipamento não é normalmente utilizado em habitações por ser dispendioso. Contrariamente aos radiadores, os ventiloconectores funcionam com uma baixa temperatura da água, o que se torna útil quando o sistema produtor de calor é uma bomba de calor.

Pavimento radiante

O piso ou pavimento radiante é, de forma resumida, um sistema de emissão de calor composto por tubagens onde circula água quente. A tubagem é embutida no pavimento, permitindo assim que a água circule e seja distribuída pelos vários espaços a aquecer.

Comparativamente aos radiadores, este sistema possui uma inércia térmica superior e um poder de acumulação de calor maior. É um sistema que utiliza temperaturas mais baixas, o que se torna especialmente benéfico quando usado com bombas de calor. Tem ainda como característica ser um sistema que permite atingir uma temperatura ambiente mais uniforme, uma vez que se encontra distribuído por todo o chão. Tal não acontece com os radiadores, conforme mostrado na Figura 2.10.

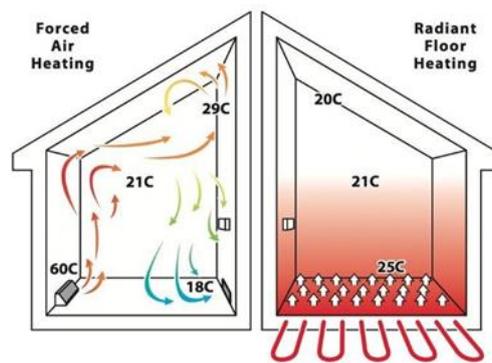


Figura 2.10 - Exemplo comparativo piso radiante (Reis, 2019)

Ainda por questões estéticas, este sistema é vantajoso, uma vez que não é visível por se encontrar oculto. Este sistema permite ainda a passagem de água arrefecida no verão para arrefecimento. Por outro lado, é um sistema mais dispendioso e que implica algumas restrições relativamente à altura do chão, pelo que deve ser pensado quando se trata de reconstruções. Se por um lado a elevada inércia térmica é um fator positivo, por outro lado torna difícil e lenta a regulação do sistema (Teixeira, 2010).

Este foi o único elemento dimensionado no período de estágio, para esse dimensionamento é considerado um comprimento máximo de 100 m por circuito e um espaçamento entre tubos de 15 ou 20 cm. Assim, para determinar o número de circuitos necessários para cada espaço, divide-se a área do espaço pelo comprimento máximo e multiplica-se pelo espaçamento entre tubos.

2.3 Ventilação

Um sistema de ventilação tem como principal função assegurar e manter uma boa qualidade do ar no interior de edifícios, através do fornecimento da quantidade necessária de ar novo. Na grande parte dos edifícios de habitação são normalmente instalados sistemas de ventilação simples. Quando se trata de edifícios com necessidades mais exigentes, como hospitais ou indústria, é necessária a instalação de sistemas mais complexos, assegurando as condições desejadas em todas as circunstâncias possíveis. Existem dois tipos de ventilação: a ventilação natural e a ventilação mecânica. Ventilação natural é, tal como o nome indica, uma ventilação feita de forma natural, ou seja, não implica a necessidade de utilizar energia para efetuar o movimento do ar, enquanto a ventilação mecânica por utilizar ventiladores exige essa utilização.

Um sistema de ventilação natural acarreta alguns pontos que é necessário ter em consideração, a qualidade do ar exterior, as características exigidas no interior, a geometria do local a ventilar, assim como o ruído exterior. Este sistema é caracterizado pela passagem de ar através dos elementos construtivos do edifício, pela abertura de vãos envidraçados ou pela existência de aberturas pré-definidas nas fachadas do edifício. É associado a esta passagem de ar o efeito de chaminé, consistindo na ascensão do ar mais quente, devido à variação da sua massa volúmica.

A ventilação mecânica pode ainda ser feita de duas formas, com a extração e insuflação de forma mecânica ou com a extração de forma mecânica e a insuflação de forma natural.

A ventilação onde só a extração é feita de forma mecânica é designada por ventilação mecânica simples ou de fluxo simples, consistindo na extração de ar de um determinado local para o exterior através do funcionamento de ventiladores. É recorrente a utilização em casas de banhos e cozinhas. Este sistema leva a pressões negativas (pressão de ar num determinado espaço menor que a pressão atmosférica exterior) noutras divisões, por isso é importante a introdução de um volume adequado de ar novo. Na Figura 2.11 é representado este princípio.

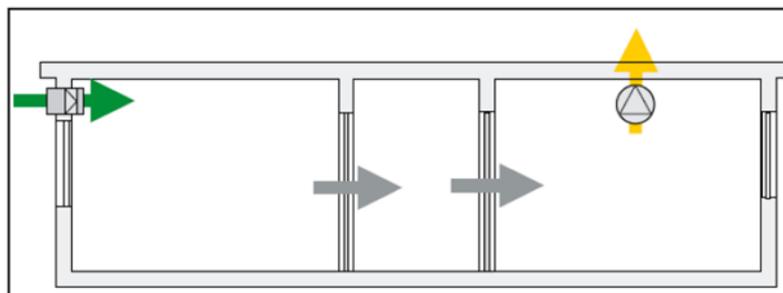


Figura 2.11 - Esquema de ventilação fluxo simples (Ramos, 2014)

Este tipo de ventilação, como explicado, utiliza o princípio de ventilação em cascata, o ar entra pelas zonas “comuns” e é extraído nas zonas “húmidas”, o que promove

algumas perdas térmicas, uma vez que extrai ar quente e ar não aquecido entra nas divisões. Provocando muitas vezes a necessidade de amplificar o aquecimento.

Instalações de fluxo duplo consistem na insuflação e extração de forma mecânica, as quais têm muitas vezes recuperação de calor, isto é, na insuflação de ar novo após a passagem por um permutador de calor, algum calor do ar extraído é transferido para este ar novo fazendo o seu pré-aquecimento. Este processo ocorre no inverno, já no período de verão, uma vez que o ar exterior está mais quente que o ar interior, o calor é transferido para o ar extraído levando a que o ar novo seja insuflado a uma temperatura mais baixa.

Na Figura 2.12 estão representados os diferentes fluxos de ar numa habitação: ar novo(azul), ar libertado(verde), ar extraído(roxos) e ar insuflado(laranja).

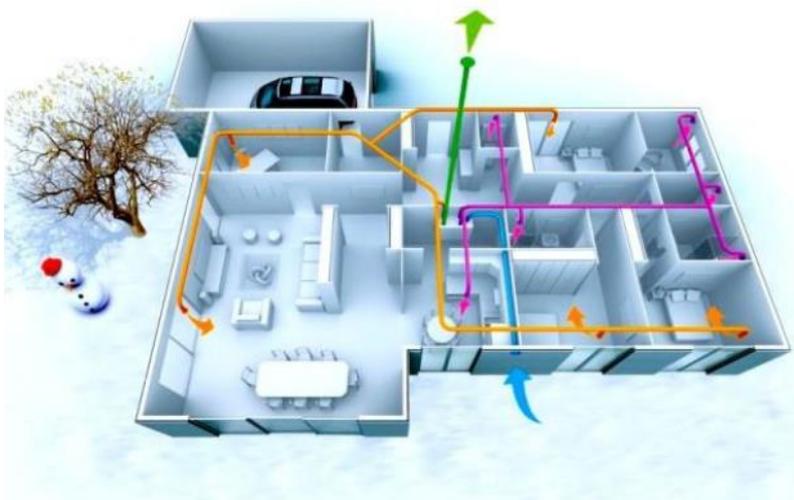


Figura 2.12 - Esquema de fluxo duplo com recuperação de calor (Ramos, 2014)

As instalações de fluxo simples têm um menor custo, assim como uma menor necessidade de manutenção e menor consumo elétrico. São também instalações mais simples onde não é necessária a passagem de condutas. Em contrapartida, este sistema implica um consumo energético maior, devido as perdas térmicas como explicado anteriormente, levando a um possível desconforto térmico devido às correntes de ar inerentes ao funcionamento do sistema. Além deste desconforto, pode ainda existir maus odores e ruído excessivo provenientes do exterior, os quais são mais facilmente controlados por um sistema de fluxo duplo pois o ar que é insuflado não entra de forma natural, mas sim quando o utilizador o desejar, controlando de algum modo os fatores indesejados.

2.3.1 Equipamentos

UTAS

Uma Unidade de Tratamento de Ar (UTA) é um equipamento que agrupa todos os componentes essenciais para o correto funcionamento da instalação, os quais são

descritos ao longo desta secção. Uma UTA trabalha com ar novo, porém consegue fazer a recirculação de ar em edifícios utilizando parte do ar extraído, enquanto uma UTAN, unidade de tratamento de ar novo apenas trabalha com ar novo, isto é, desprezando todo o ar que é extraído.

Os elementos que normalmente compõem uma UTA são: um recuperador de calor, filtros, ventiladores e outros acessórios, se assim for desejado, para cumprimento das suas funções. Em grandes instalações são muitas vezes feitas exigências diferentes, por isso é recorrente existir mais que uma UTA para combater as diferentes necessidades, pois cada uma distribui ar a todos os locais por onde passa a instalação com características físicas muito. Na Figura 2.13 está representada uma UTA.



Figura 2.13- Exemplo de uma UTA (Daikin, 2019)

Ventiladores

Os principais componentes de uma instalação de ventilação variam consoante o tipo de ventilação existente. Porém os ventiladores são o equipamento presente em todas elas, um ventilador é uma turbomáquina de propulsão do ar, que é ativada por um motor. Tem como função impulsionar o fluido, neste caso o ar, de um local a outro. Este transporte é efetuado pela transferência de energia ao fluido através da ação mecânica de um rotor. Existem variados tipos de ventiladores, diferindo relativamente à sua forma, sendo que a sua utilização depende das exigências específicas de cada instalação (Ramos, 2014).

A seleção de um ventilador tem vários critérios, como o caudal de ar, a pressão total do circuito, o rendimento, os custos do investimento, o nível de pressão acústica desejado, as dimensões do ventilador e a sua fiabilidade. O comportamento dos ventiladores pode ser representado por curvas, que relacionam as perdas de carga do ventilador em função dos caudais de ar. Estas curvas, denominadas curvas características, quando intersetadas com as curvas que representam as perdas de carga existentes no circuito de condutas, indicam o ponto de funcionamento do

ventilador, para uma determinada velocidade de rotação. As curvas características e toda a documentação do ventilador são fornecidas pelos fabricantes que garantem assim uma boa escolha.

Outros equipamentos

Reguladores de caudal

Os reguladores de caudal permitem o controlo do caudal de ar insuflado ou extraído de diferentes zonas do edifício, assegurando desta forma que o caudal que passa por este regulador é o desejado, tendo por isso uma grande importância. Os reguladores são escolhidos de acordo com as dimensões das condutas onde são inseridos, o caudal de ar e o nível de pressão sonora. Na Figura 2.14 está representado um regulador de caudal circular.



Figura 2.14 - Regulador de caudal circular (France Air, 2021)

Filtros e Atenuadores acústicos

Os filtros são dispositivos que, como o nome indica, servem para filtrar as impurezas, garantindo a qualidade do ar, um aspeto muito importante para mitigar a transmissão de doenças. Esta filtragem é feita através de barreiras permeáveis que captam as impurezas no filtro, sendo que a escolha do tipo de filtros deve ser feita tendo em conta o funcionamento das instalações e as especificações do projeto.

Num sistema de ventilação, os atenuadores acústicos, que têm como função reduzir a propagação do ruído entre os vários locais da instalação, como, por exemplo, o ruído proveniente dos ventiladores, têm um papel muito importante, uma vez que contribuem para um maior conforto acústico.

Recuperação de calor

Com o objetivo de reduzir os consumos de energia, a utilização de recuperadores de calor tem vindo a aumentar, uma vez que estes permitem a utilização de ar que seria totalmente desperdiçado. O permutador de fluxos cruzados é aquele que é mais utilizado para este fim, este permutador promove a transferência de energia entre o ar extraído e o ar insuflado, permitindo assim que o ar seja insuflado a uma

temperatura próxima da temperatura ambiente, mas sem uma mistura física ou transferência de humidade, conforme exemplificado na Figura 2.15.

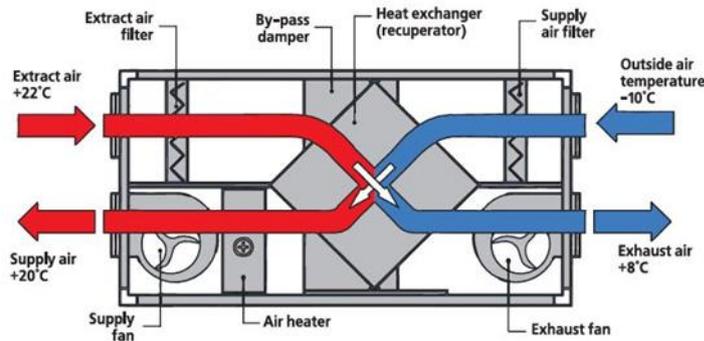


Figura 2.15 - Esquema de funcionamento permutador fluxos cruzados (bonina climatização, 2021)

2.3.2 Dispositivos de extração e insuflação

A insuflação e extração de ar nos locais pode ser feita através de difusores, grelhas ou bocas de extração/insuflação, que são dispositivos instalados nos terminais das condutas de distribuição. A descrição destes dispositivos é relativamente simples pois são equipamentos utilizados para distribuir o ar das condutas para um determinado local. Contudo existem algumas características a ter em conta quando é feita a seleção:

- As dimensões da conduta e o número de dispositivos, uma vez que, para um determinado caudal de ar pode ser usado apenas um dispositivo capaz de insuflar todo esse caudal ou não ser possível pelas dimensões das condutas e ter de ser necessário mais que um;
- A direção da insuflação;
- O alcance, uma vez que o alcance máximo pode não ser suficiente tendo em conta o local;
- A perda de carga;
- o nível de pressão sonora inerente ao dispositivo.

2.3.3 Meios de distribuição

A distribuição do ar é feita através de condutas, regularmente de chapa de aço, mas também em aço inox, podendo as condutas ter uma forma retangular ou circular. Neste circuito de condutas são instalados os dispositivos de difusão e extração, os reguladores de caudal e os atenuadores acústicos. As condutas representam uma parte muito importante da instalação pois ocupam uma grande área dos espaços e têm custos associados significativos. Por vezes, são ainda instaladas portas de inspeção e visita que permitem, de forma prática, efetuar a limpeza ou inspeção, em

caso de anomalias, das condutas. Adicionalmente, para limitar a acumulação de sujidade e poeiras, as condutas devem ser lisas no seu interior e as ligações, entre troços, deve ser tal que garanta a impermeabilidade desejada.

Na Figura 2.16 são apresentados alguns troços de condutas revestidas com forra mecânica. Esta tem como objetivo proteger o isolamento das condutas contra intempéries, uma vez que estão expostas ao ar, são mais suscetíveis de erosão, o que acresce o preço da instalação. Em instalações dentro de edifícios, as condutas são normalmente sem revestimento mecânico (a menos que instaladas à vista ou por questões estéticas). As condutas de ar dedicadas a extrações são por norma não isoladas, a não ser que sirvam para fazer a recuperação de calor em permutadores.



Figura 2.16 - Condutas

2.4 Ar Condicionado

Segundo Edward G. Pita, (1981), um ar condicionado é um equipamento capaz de arrefecer ou aquecer o ar ambiente, operando de forma individual, isto é, não necessita outro elemento para produzir calor, apenas alimentação elétrica. Assim como também não necessita de elementos emissores. É composto por um elemento ou por dois, uma unidade exterior e uma ou mais unidades interiores. O princípio de funcionamento deste equipamento é o mesmo que o princípio de uma bomba de calor, podendo mesmo dizer-se que um sistema ar-condicionado é uma bomba de calor. Estes equipamentos utilizam, como dito anteriormente, um fluido refrigerante que expande e fornece calor diretamente, este fluido é constantemente alvo de melhoramentos devido a questões ambientais.

Estes sistemas podem ser classificados em função da área a climatizar:

Unidades de janela: são unidades que consistem na instalação de uma “caixa” constituída por uma parte interior inserida dentro do local a climatizar e outra parte do lado de fora (Figura 2.17), são equipamentos a cair em desuso.

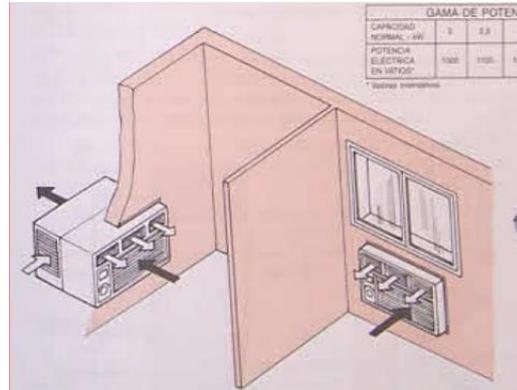


Figura 2.17 - Esquema de funcionamento unidades de janela (Malça, 2018)

Unidades de consola: são semelhantes as unidades de janelas, porém com aspeto de consola, as duas partes interior e exterior são diferentes embora estejam juntas (Figura 2.18).

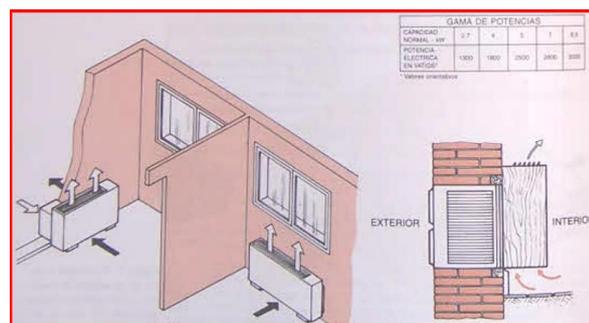


Figura 2.18 - Esquema de funcionamento de unidades de consola (Malça, 2018)

- Mono-split: Este sistema é composto por uma unidade interior (Figura 2.19) e uma exterior separadas fisicamente, mas interligadas por meio de tubagens, permitindo alguma distância entre elas. A unidade interior pode ser do tipo cassete, chão, teto, mural ou conduta. É um sistema bastante utilizado, pois tanto é aplicada em habitações como em instalações industriais.

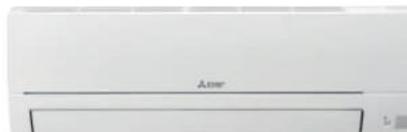


Figura 2.19 - Unidade interior mural mono-split (Mitsubishi, 2023)

- Multi-split: Semelhantes aos sistemas mono-split, mas para a mesma unidade exterior é possível ligar várias unidades interiores, alguns sistemas podem chegar até 6 unidades interiores, este número depende do fabricante. No caso

da Figura 2.20 cinco unidades interiores de diferentes tipos estão ligadas à mesma unidade exterior.

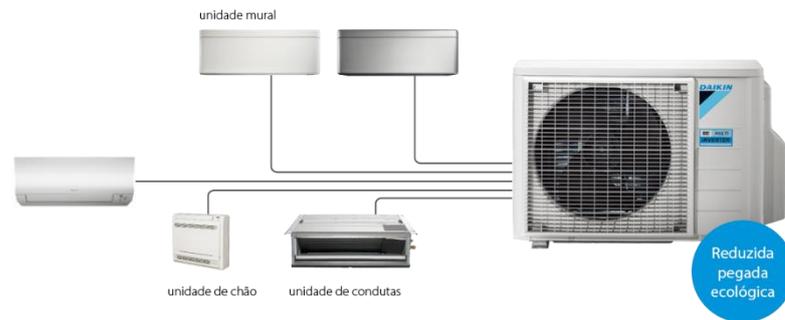


Figura 2.20 - Esquema funcionamento sistema multisplit (Daikin, 2023)

- *Variable Refrigerant Flow* (VRF): Este sistema, permite também a ligação de uma unidade exterior a várias interiores, mas com a vantagem de um maior número, podendo ultrapassar as 30 unidades interiores. Permite também a ligação de vários módulos, assim várias unidades exteriores podem-se ligar ficando agrupadas, constituindo, no entanto, apenas uma unidade. Permitem ainda uma maior distância às unidades interiores. São sistemas que permitem variar o caudal de fluido refrigerante em circulação de modo a adaptar o sistema às necessidades do edifício, aumentando assim a sua eficiência, daí o nome VRF (fluxo variável do fluido refrigerante). Estes sistemas são ainda capazes de arrefecer e aquecer em simultâneo espaços diferentes, necessitando para isso da instalação de mais um tubo, passando de 2 para 3. Na Figura 2.21 está representado um modelo deste sistema.

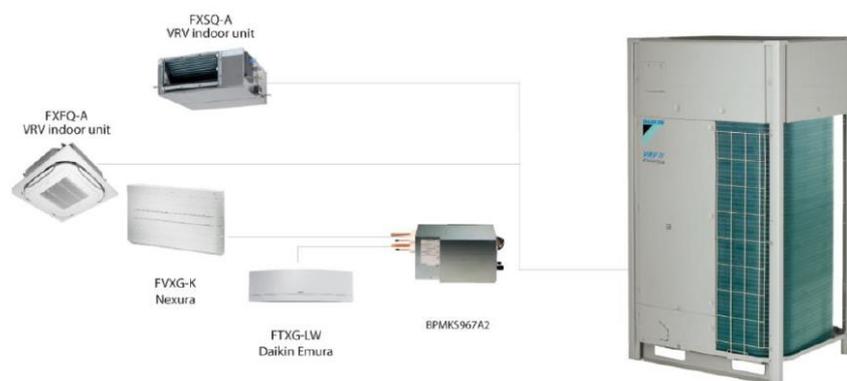


Figura 2.21 - Sistema VRV (Daikin, 2023)

3 TAREFAS DESEMPENHADAS

Durante o período de estágio e de acordo com as necessidades da empresa foi essencialmente desempenhado trabalho em duas áreas, a orçamentação e o acompanhamento de obras. Todas as tarefas foram desempenhadas com a supervisão de colaboradores da empresa, com vasta experiência, fulcrais para orientar as tarefas e assim tornar o trabalho correto e rigoroso.

3.1 Orçamentação

O processo de orçamentação é o processo inicial de todas as obras uma vez que é a partir deste que a obra pode ser adjudicada. Consiste na cotação de tudo aquilo que a obra necessite para o seu bom funcionamento.

Os pedidos de orçamentação podem ser solicitados por diversas razões, nomeadamente, candidatura a concursos públicos em obras que só englobem as especialidades da empresa, ou, em grande parte dos casos, por empresas da área da construção civil, com o objetivo de concorrer a obras de maior envergadura tanto do domínio público como do privado.

É um processo muito rigoroso, uma vez que a sua má elaboração pode levar à falta de materiais, equipamentos e acessórios, o que afetará a margem de lucro.

Esta tarefa, como referido anteriormente, foi sempre realizada com supervisão. É uma tarefa interessante, pois há sempre algo novo e diferente de obra para obra, porém a maioria do trabalho que a tarefa exige torna-se repetitivo.

Foi uma tarefa elaborada durante todo o estágio e que se encontra descrita nos pontos seguintes.

3.1.1 Abertura do processo

Após a decisão do engenheiro responsável de elaboração do orçamento o mesmo é iniciado, começando por atribuir um número interno e nome na folha de registos da empresa. O nome será o que consta no caderno de encargos e a numeração é sequencial. Nesta folha consta também o nome da construtora, datas de entrada e entrega do orçamento, valor do orçamento, entre outras informações, de modo a facilitar o acesso ao mesmo sempre que seja necessário.

3.1.2 Análise cuidada do caderno de encargos, condições técnicas especiais e mapa de quantidades

Esta fase é de extrema importância, requerendo um trabalho minucioso, uma vez que os materiais e equipamentos definidos pelo projetista têm de ser respeitados. É nesta fase que se tem conhecimento da obra, através da análise da documentação

enviada pelo cliente, da qual fazem parte o cadernos de encargos, o mapa de quantidades e as peças desenhadas necessárias para a correta interpretação das várias instalações. Nesta etapa, por vezes, são detetadas incoerências entre as peças escritas e o mapa de quantidades, mais tarde corrigidas.

No caderno de encargos encontra-se toda a informação detalhada das características técnicas dos equipamentos, materiais e pormenores relativos à instalação.

O mapa de quantidades resulta numa listagem de todos os equipamentos e materiais que são necessários orçamentar (Figura 3.1). O mapa de quantidades é posteriormente copiado para folhas internas da empresa.

ID	Código	Descrição	Unidade	Quantidade	Preço de referência	Preço da Proposta	Preço total	
678	24	AVAC						AVAC
		Fornecimento e montagem de equipamento de avac, incluindo estruturas e ferragens de apoio e suspensão, acabamentos, pinturas e identificação de tubagens						
679	24.01							AVAC
680	24.01.01	SISTEMA DE AR CONDICIONADO - SISTEMA VRF						AVAC
681	24.01.01.01	UNIDADES EXTERIORES, conforme CTE						AVAC
682	24.01.01.01	UE1, devidamente ligada e instalada, incluindo apoios (anti-vibráticos, conforme as CTE	UN	1	0	0	0	AVAC
683	24.01.01.02	UNIDADES INTERIORES, conforme CTE						AVAC
684	24.01.01.02	Unidade interior, do tipo Cassete de 4 vias, UI 1, (incluindo comando por cabo e ionizador integrado.						AVAC
685	24.01.01.02	(UI 1.01	UN	1	0	0	0	AVAC
686	24.01.01.02	(UI 1.02	UN	1	0	0	0	AVAC
687	24.01.01.02	(UI 1.03	UN	1	0	0	0	AVAC
688	24.01.01.02	(UI 1.04	UN	1	0	0	0	AVAC
689	24.01.01.02	(UI 1.07	UN	1	0	0	0	AVAC
690	24.01.01.02	Unidade interior, do tipo mural, incluindo comando por (cabo e ionizador integrado.						AVAC
691	24.01.01.02	(UI 1.05	UN	1	0	0	0	AVAC
692	24.01.01.02	(UI 1.06	UN	1	0	0	0	AVAC
693	24.01.01.03	Comando Centralizado por APP Android/iOS, conforme CTE	UN	1	0	0	0	AVAC

Figura 3.1 – Exemplo de mapa de quantidades

As peças desenhadas devem conter todos os desenhos e pormenores necessários para uma correta interpretação de todas as instalações, nomeadamente circuitos aerólicos e hidráulicos, localização de equipamentos, esquema ou esquemas de princípio, pormenores de construção e arquitetura, etc.

Na Figura 3.2 é apresentado um exemplo onde é possível ver os diferentes circuitos de piso radiante, assim como as caixas às quais estes circuitos estão ligados.

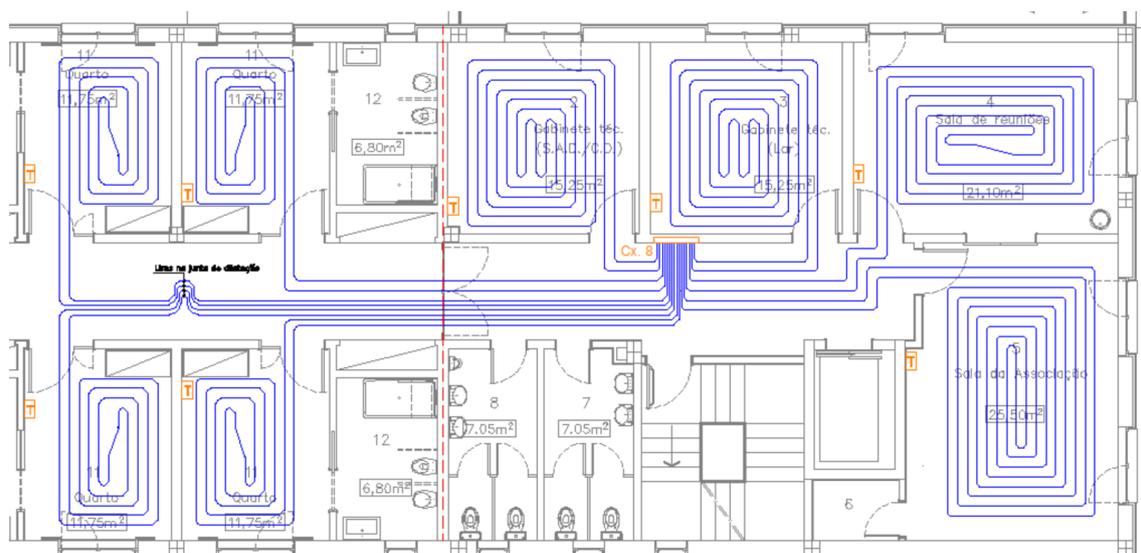


Figura 3.2 - Circuito piso radiante

A Figura 3.3 mostra um esquema de princípio, onde estão representados equipamentos e tubagem necessários na rede de águas quentes sanitárias.

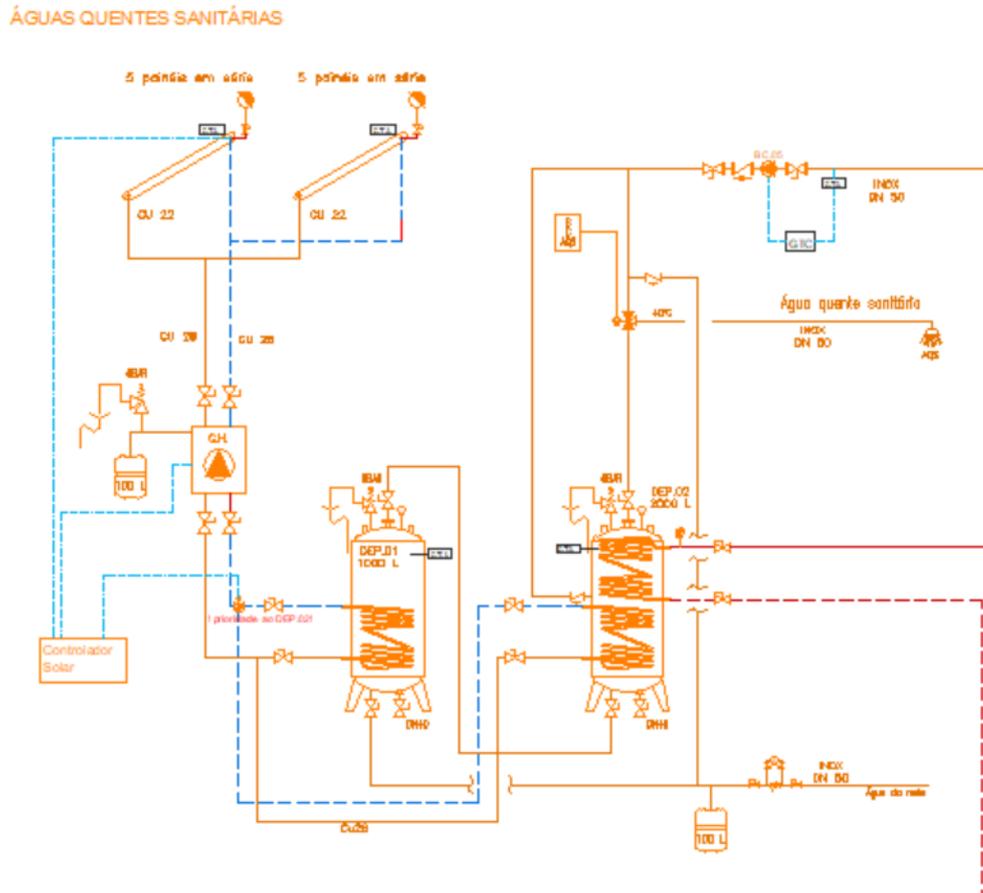


Figura 3.3 - Esquema de princípio

A Figura 3.4 representa parte do sistema de condutas do edifício, é possível através da mesma verificar caudais, dimensões de grelhas, entre outros pormenores.

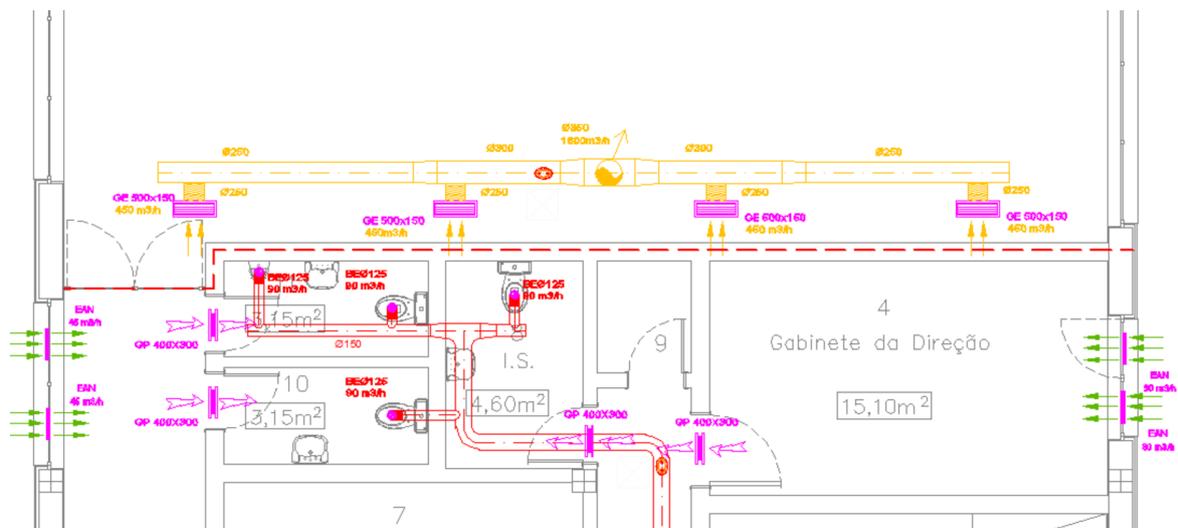


Figura 3.4 - Circuito aerólico

Um outro exemplo de uma peça desenhada, desta vez o esquema de princípio de um sistema VRF, onde constam o número de máquinas, modelo, as dimensões das ligações, assim como os derivadores necessários, pode ser observado na Figura 3.5.

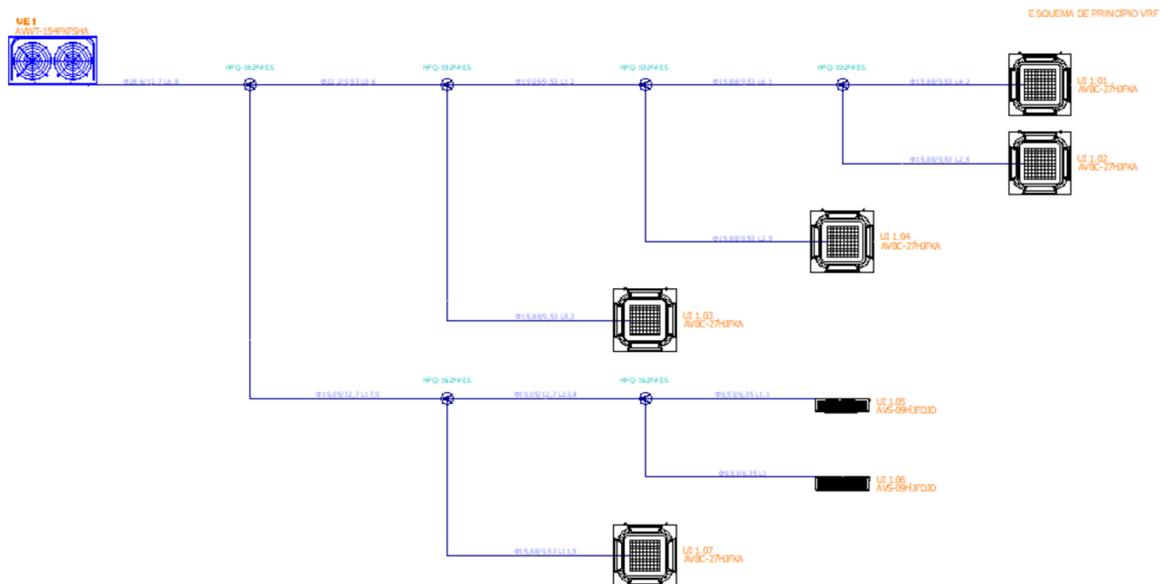


Figura 3.5 - Esquema de princípio sistema VRF

3.1.3 Elaboração de erros e omissões

No caso de ser detetada alguma incoerência entre o mapa de quantidades e o caderno de encargos ou peças desenhadas, o cliente é contactado para este solicitar erros e omissões ou questionar o projetista sobre as dúvidas que possam existir. Esta é uma fase bastante importante, pois, por vezes pode existir alguma cotação errada devido à falta de esclarecimentos, impossibilitando a realização de um trabalho rigoroso. No caso de não existir qualquer erro ou dúvida segue diretamente à fase seguinte.

3.1.4 Elaboração dos pedidos de cotação às marcas mencionadas no caderno de encargos

Após análise do processo, procede-se à identificação dos equipamentos e das marcas dos equipamentos propostos no caderno de encargos. Assim que esta listagem esteja concluída é efetuado um pedido de cotação formal dos equipamentos aos fornecedores. Por vezes, por indicação do cliente ou por já se tratar de uma obra ganha pelo cliente, recorre-se também a marcas alternativas, tendo em conta sempre as características dos equipamentos. Isto acontece por diversos fatores, seja para conseguir um melhor preço, por questões de maior confiança e segurança na marca alternativa, entre outros.

3.1.5 Elaboração do orçamento

Aquando do envio dos pedidos de cotação para os fornecedores, dá-se início ao preenchimento do orçamento através de tabelas internas existentes para alguns

Instalação de Sistemas de AVAC – Acompanhamento de Obras

materiais, como tubagens, isolamentos, válvulas, acessórios dos respetivos equipamentos, assim como mão de obra. Na Figura 3.6, encontra-se um exemplo de uma folha interna de orçamentação, parcialmente preenchida com dados internos neste caso o valor da tubagem de cobre.

POS	DESIGNAÇÃO	UND	QDE	M/F	EQUIP.	ACESS.	H/E
24.11	REDE FRIGORIGENA						
24.11.01	Tubagem em cobre isolado com proteção mecânica, conforme peças desenhadas e CTE, incluindo derivadores do fabricante, incluindo isolamento, suportes, devidamente instalada conforme as CTE						
24.11.01.01	Ø28,6mm	m	3,00	Nor	8,90	12,29	0,18
24.11.01.02	Ø12,7mm	m	3,00	Nor	3,29	9,77	0,15
24.11.02	Tubagem em cobre isolado, conforme peças desenhadas e CTE, incluindo derivadores do fabricante, incluindo isolamento, suportes, devidamente instalada conforme as CTE						
24.11.02.01	Ø28,6mm	m	2,00	Nor	8,90	5,29	0,20
24.11.02.02	Ø22,2mm	m	3,00	Nor	9,17	2,91	0,19
24.11.02.03	Ø19,05mm	m	45,00	Nor	7,30	2,79	0,18
24.11.02.04	Ø15,9mm	m	35,00	Nor	5,35	2,71	0,17
24.11.02.05	Ø12,7mm	m	50,00	Nor	4,25	2,42	0,16
24.11.02.06	Ø9,53mm	m	45,00	Nor	3,35	2,34	0,15

Figura 3.6 – Folha interna de orçamentação

À medida que as cotações vão chegando são inseridas nesta folha, tendo sempre em atenção os descontos enviados pelos fornecedores e a descrição do equipamento no caderno de encargos.

3.1.6 Elaboração da proposta ao cliente

Quando finalizado o orçamento, este é analisado pelo supervisor, por forma a garantir que não existem erros de interpretação por parte do orçamentista. Se não for encontrado qualquer erro no orçamento, este poderá então ser preparado para a proposta final. Caso contrário, o orçamento será revisto e novamente reanalisado, se existirem apenas pequenos erros estes são corrigidos na presença do orçamentista e segue para elaboração da proposta final.

A proposta final a enviar ao cliente é constituída por dois documentos: a proposta comercial (Figura 3.7), onde consta o nome do cliente que solicitou o pedido, o prazo de validade do orçamento, as condições de pagamentos, o valor total do orçamento, entre outros, e o mapa de quantidades final (Figura 3.8), onde são descritos todos os equipamentos com respetivas quantidades e preços, observações relevantes sobre a elaboração do mesmo, assim como exclusões de cotação.

- Construção residências colaborativas – Fundão;
- Eficiência energética Piscinas Vilar formoso;
- Requalificação e ampliação de complexo escolar de Pataias – Alcobaça;
- Centro de Saúde de Seia;
- Serviço de emprego de Castelo Branco;
- Painéis fotovoltaicos – Lar de Prados.

3.2 Acompanhamento de obras

Durante o período em que decorreu o estágio foram realizadas visitas a várias obras, algumas das quais em fase inicial, outras na fase final e outras em que só foi possível ver o arranque das instalações. De seguida, é apresentada uma breve descrição das visitas efetuadas. Grande parte das visitas consistiram nisso mesmo: uma visita, onde apenas se tomou conhecimento das instalações, equipamentos e alguns métodos de trabalho.

A primeira visita feita pelo aluno foi um arranque de instalações, previamente efetuadas pela empresa, que consistiram na substituição de uma caldeira obsoleta por duas caldeiras de condensação, com funcionamento em cascata, aproveitando e ajustando a chaminé da caldeira antiga. Nesta visita foi possível ter um primeiro contacto com técnicos da marca e com o equipamento que é possível ver na Figura 3.9. Estas caldeiras foram instaladas num edifício da Câmara Municipal da Guarda.



Figura 3.9 – Caldeiras de condensação instaladas

A Figura 3.10 mostra parte da instalação de coletores solares térmicos, realizada alguns anos antes pela empresa, na qual o responsável detetou alguns problemas de funcionamento. Neste caso, foi possível o aluno verificar se os painéis tinham glicol, assim como aprender a funcionar com um refratómetro, equipamento usado para medir a temperatura de proteção do glicol. Durante a intervenção foi detetada uma fuga na ligação dos painéis, a qual foi mais tarde reparada pela equipa.



Figura 3.10 - Coletores solares

Numa outra situação o aluno acompanhou o arranque de uma obra de desenfumagem num prédio residencial, onde foi possível ver o funcionamento dos registos de desenfumagem. Na Figura 3.11 a) os registos encontram-se abertos, tratando-se de uma situação em que é necessário extrair fumo do piso onde foram instalados; na Figura 3.11 b) é a posição normal dos registos, uma vez que não é necessária a extração. Além disso, houve oportunidade de testar o funcionamento dos ventiladores garantindo que estavam a operar de forma correta, visualizar a abertura automática de um exutor e o sinal exterior de indicação de atmosfera saturada, com objetivo de alertar possíveis entradas na garagem do edifício.



a)

b)

Figura 3.11 - Registos de desenfumagem, a) aberto, b) fechado

Uma outra oportunidade de ter contacto com diferentes instalações surgiu na obra efetuada pela empresa nas Piscinas de Pinhel, onde foi possível observar, de forma rápida, trabalhos de manutenção de desumidificadores (Figura 3.12), assim como identificação de reparações necessárias em equipamentos. Este foi um trabalho realizado por técnicos da marca na qual o aluno não interferiu para não perturbar o bom funcionamento dos trabalhos a decorrer.



Figura 3.12 - Desumidificadora

A Biblioteca de Pinhel foi outra obra onde o estagiário acompanhou o arranque das instalações, neste caso de piso radiante, onde foi possível ver as caixas dos circuitos de piso radiante (Figura 3.13), compreender o funcionamento das cabeças termostáticas e do comando centralizado (Figura 3.14), responsável pelo controlo do aquecimento de todo o edifício.



Figura 3.13 - Caixa circuito piso radiante



Figura 3.14 - Comando centralizado

O arranque das instalações do centro de acolhimento de empresas tecnológicas de Vilar Formoso foi outra obra à qual o aluno se deslocou, obra essa que se trata de essencialmente da instalação de um sistema VRF. Com o acompanhamento de um técnico da marca, foi possível aprender a endereçar máquinas de ar condicionado para estas serem geridas pelo sistema centralizado. Foi ainda possível visualizar o procedimento para carregamento de um sistema VRF, nomeadamente, o vácuo e purga de ar e posterior carga controlada de gás.

Durante o período de estágio, foram ainda realizadas diversas visitas à obra de construção de um lar situado na aldeia do Soito, onde foi possível observar a colocação das UTAS, assim como do isolamento e suporte de condutas. Para esta mesma obra foi possível fazer algumas alterações aos desenhos originais, por forma a melhorar a perceção por parte dos instaladores. Nomeadamente, simplificação dos circuitos de piso radiante de acordo com as caixas coletoras a que cada circuito diz respeito, isto é, a cada circuito pertencente à mesma caixa coletora foi atribuída uma cor ou um padrão, assim o aspeto visual facilita o entendimento do desenho. O desenho original e o desenho alterado podem ser observados nas Figura 3.15 e Figura 3.16, respetivamente.

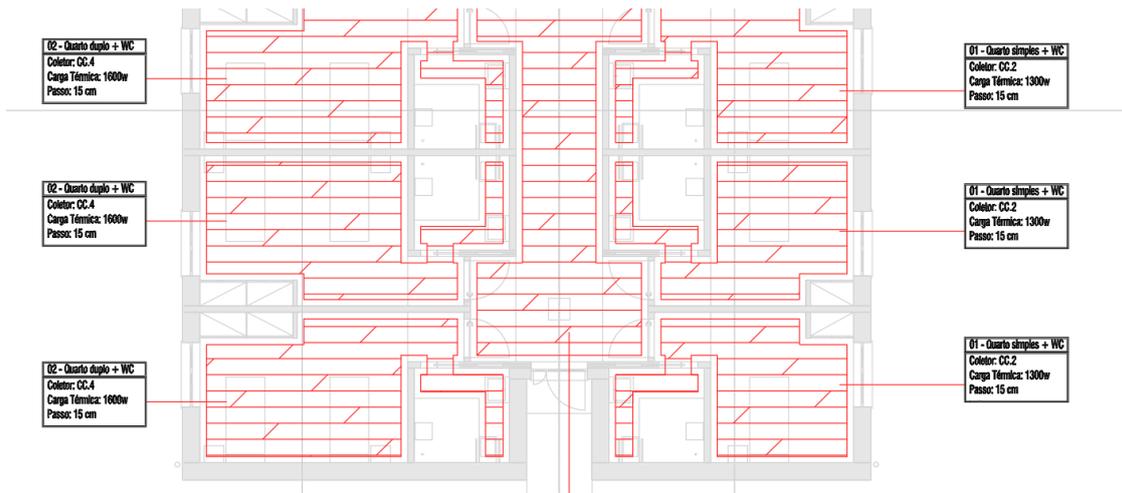


Figura 3.15 - Desenho original

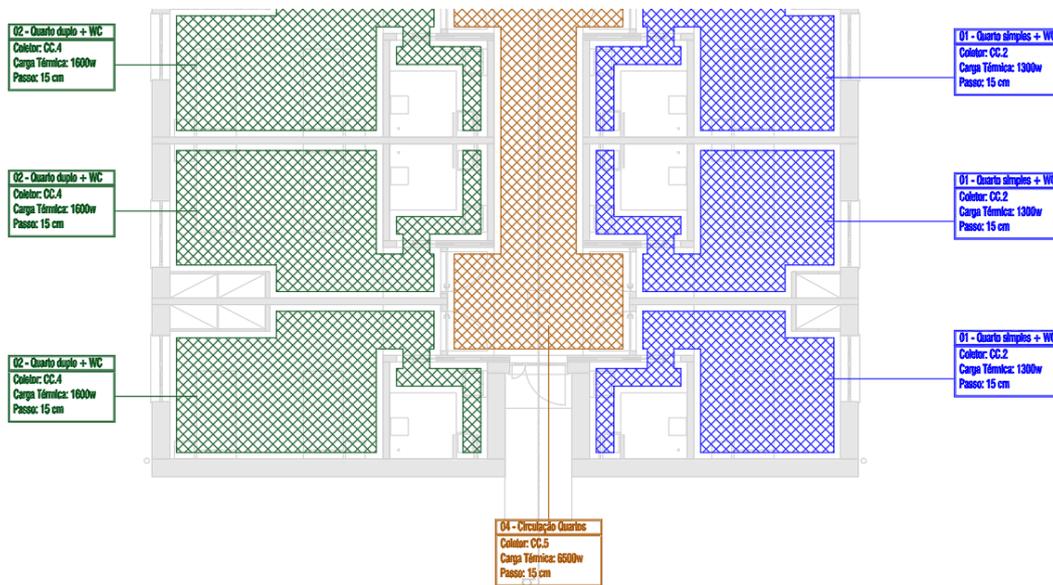


Figura 3.16 - Desenho alterado

Já na fase final do estágio, foram efetuadas diversas visitas na fase terminal de uma obra destinada a um lar, onde foi possível ver a colocação de radiadores, e, posteriormente, efetuar e preencher os relatórios de ensaios (Figura 3.17 a Figura 3.20).

Na Figura 3.17 pode-se observar um excerto da listagem de todos os espaços da obra, feita de acordo com as plantas disponibilizadas, a qual é preenchida com as medições feitas em cada espaço de cada piso, nomeadamente de temperatura e humidade de cada local.

Espaço	Temp. ambiente (°C)	Humid. Relat. Ambiente (%)
Piso -1		
Quarto -1.15	19	53,5
I.S. -1.17	19	53,5
Quarto -1.16	19,2	50,3
I.S. -1.8	19,3	50,1
Quarto -1.14	19,5	49,5
I.S. -1.9	19,7	49
Quarto -1.13	19,8	49,2
I.S. -1.7	19,9	49,6
Quarto -1.11	20,1	51,1
I.S. -1.6	20,1	50,8
Circulação -1.4	20,1	50,3
Comp.Sujos -1.3	20	51

Figura 3.17 - Folha temperatura e humidade dos espaços

Similarmente, na Figura 3.18 é possível ver a listagem das grelhas de acordo com o espaço em que se encontram, assim como os caudais de projeto. Estes foram posteriormente verificados, por forma a garantir o bom funcionamento.

Espaço	Insuflação				Extração			
	Ref. Grelha	Dim	C. proj. (m3/h)	C. m.(m3/h)	Ref. Grelha	Dim	C. proj. (m3/h)	C. m.(m3/h)
Piso -1								
Quarto -1.15	GI	200x100	60	60	-----	-----	-----	-----
I.S. -1.17	-----	-----	-----	-----	GE	200x150	80	75
Quarto -1.16	GI	200x100	60	60	-----	-----	-----	-----
I.S. -1.8	-----	-----	-----	-----	GE	200x150	80	80
Quarto -1.14	GI	200x100	60	60	-----	-----	-----	-----
I.S. -1.9	-----	-----	-----	-----	GE	200x150	80	85
Quarto -1.13	GI	200x100	60	60	-----	-----	-----	-----
I.S. -1.7	-----	-----	-----	-----	GE	200x150	80	80
Quarto -1.11	GI	200x100	100	100	-----	-----	-----	-----

Figura 3.18 - Folha Grelhas

De seguida, é visível o relatório relativo as máquinas de ar condicionado (Figura 3.19), onde se inserem os dados da tabela do fabricante e mais tarde os resultados dos ensaios, que neste caso foram apenas efetuados em modo aquecimento.

Instalação de Sistemas de AVAC – Acompanhamento de Obras

Espaço	Ref. UI	Mod. UI	Arrefecimento			Aquecimento			Caudal ar (m3/h)
			Pot. unid. (W)	Temp. insuf. (°C)	Temp. retorno (°C)	Pot. unid. (W)	Temp. insuf. (°C)	Temp. retorno (°C)	
Piso 0- Sistema VRF 1									
Sala de Estar / Actividades 0.6	UI1.01	FXLQ32P	3600	-----	-----	4000,0	29,6	24,2	480
Sala de Estar / Actividades 0.6	UI1.02	FXLQ32P	3600	-----	-----	4000,0	33,1	23,5	480
Sala de Estar / Actividades 0.6	UI1.03	FXLQ32P	3600	-----	-----	4000,0	34,3	23,2	480
Sala de Estar / Actividades 0.6	UI1.04	FXLQ32P	3600	-----	-----	4000,0	31,5	24,4	480

Figura 3.19 - Folha máquinas ar-condicionado

Por último, são realizados os relatórios respeitantes às UTANS, UTAS e Ventiladores. Neste caso, na Figura 3.20 é apresentado o exemplo de uma UTAN onde foi verificado se os ventiladores estavam afinados de acordo com o projeto. Os parâmetros relativos a questões elétricas serão preenchidos pelo técnico.

Unidade de Tratamento de Ar UTAN0.1	Unidades	Projeto	Medido
Caudal ar insuflação	m3/h	2050	2000
Caudal ar extração	m3/h	NA	NA
Temperatura do ar de insuflação	°C	NA	23,8
Temperatura do ar de extração	°C	NA	NA
Humidade relativa do ar de insuflação	%	NA	42,5
Humidade relativa do ar de extração	%	NA	NA
Consumo elétrico do ventilador de insuflação	A (R-S-T)	NA	
Tensão elétrica do ventilador de insuflação	V(R-S;R-T;S-T)	NA	
Consumo elétrico do ventilador de extração	A (R-S-T)	NA	NA
Tensão elétrica do ventilador de extração	V(R-S;R-T;S-T)	NA	NA

Figura 3.20 - Folha UTAS

Para efetuar esta verificação é necessário efetuar um furo de prova na conduta, mais tarde tamponado (Figura 3.21), onde, com recurso a um anemómetro de fio quente, é medida a velocidade média do ar e confirmadas as dimensões da secção.



Figura 3.21 - Furo de prova tamponado

Estes dados são posteriormente utilizados para verificação dos caudais em escoamento através da equação (3.1):

$$Q = v \times A \quad (3.1)$$

onde Q é o caudal volúmico [$\text{m}^3 \text{s}^{-1}$], v é a velocidade média do ar [m s^{-1}] e A é a área de seção da conduta [m^2].

4 CONSTRUÇÃO DO NOVO CENTRO TECNOLÓGICO COFICAB

Como referido anteriormente foram acompanhadas diversas obras, em especial a obra de “construção do novo centro tecnológico da COFICAB”. Esta obra engloba as instalações mecânicas de AVAC destinadas ao edifício.

É um edifício localizado na Plataforma Logística de Iniciativa Empresarial da Guarda, destinado a vários espaços, tais como, gabinetes/escritórios e laboratórios. A Figura 4.1 mostra o edifício na fase final do estágio.

As soluções implementadas têm como objetivo o controlo da temperatura ambiente em todos os espaços e da ventilação apropriada à renovação de ar, de forma a assegurar níveis de higiene e conforto humano, adequados ao tipo de utilização dos espaços, dentro das regras técnicas e legislação em vigor.



Figura 4.1 - Edifício COFICAB

4.1 Orçamentação

A fase de orçamentação foi feita numa altura em que o aluno ainda não se encontrava na empresa, tendo sido realizada de acordo com as regras referidas anteriormente. No entanto, o orçamento foi disponibilizado ao aluno de modo a conhecer melhor a obra em questão e ver a complexidade do mesmo, uma vez que se trata de uma obra de alguma dimensão.

4.2 Descrição do edifício

O edifício em questão é composto pelos seguintes espaços:

- O piso subterrâneo, Piso -1, abaixo da cota do solo, onde se encontra uma central técnica e um túnel que permite a passagem para o outro edifício da COFICAB.
- Piso 0, é constituído por gabinetes/escritórios, laboratórios, circulações, instalações sanitárias, cafetaria e centro de armazenamento de dados.

- O piso superior, Piso 1 é constituído por gabinetes/escritórios, circulações, instalações sanitárias, cafetaria, arrumos e ainda um centro de armazenamento de dados.

Existe ainda a cobertura, usada unicamente para colocação de máquinas e estruturas devidamente protegidas das intempéries.

4.3 Descrição dos equipamentos

Como foi referido, a solução implementada diz respeito ao controlo da temperatura ambiente e ventilação de ar. Todos os equipamentos vão ser divididos consoante o espaço em que se inserem, as suas características e a função que desempenham. Este capítulo seguirá a organização de realização do projeto, indicando quais os equipamentos instalados em cada uma das fases.

4.3.1 Tratamento de cargas térmicas

Zona de gabinetes, circulações e zonas comuns

No que diz respeito às cargas térmicas, na zona de gabinetes, circulações e zonas comuns optou-se pela instalação de sistemas tipo VRV a três tubos com recuperação de calor, com as unidades condensadoras respeitantes instaladas na cobertura. Para controlo das temperaturas interiores do espaço, o sistema a implementar consiste em unidades interiores do tipo cassette ou unidades de conduta. Os comandos locais destas unidades estarão interligados com o sistema de controlo centralizado. Por indicação do cliente, de modo a garantir um maior conforto, foi também implementado piso radiante.

Laboratório geral, elétricos e fogo

Nestes espaços optou-se pela implementação de baterias de aquecimento e arrefecimento nas unidades de tratamento de ar (UTA), uma unidade dedicada a cada laboratório. As baterias de arrefecimento serão alimentadas por dois *chillers* e as baterias de aquecimento são alimentadas por uma caldeira de condensação.

Laboratório de ensaios térmicos

Para este espaço foi projetado uma solução de *Close Control*. Este sistema caracteriza-se por fornecer energia térmica a locais com forte carga térmica ou locais sensíveis, por exemplo, centros de dados. Neste caso, o sistema de *Close Control* deve ser instalado o mais próximo possível dos servidores de modo a evitar gastos excessivos de energia com a movimentação de ar, utilizando o ar externo para arrefecer o espaço. Tendo em conta as grandes necessidades de arrefecimento deste laboratório, optou-se pela instalação de três unidades *Close Control* (Figura 4.2).



Figura 4.2 - Equipamento de *Close Control*

4.3.2 Renovação de ar

Gabinetes, circulações e zonas comuns

Para renovação de ar destes espaços e uma vez que o controlo de temperatura ficou a cargo das unidades interiores, foi preconizada a utilização de uma unidade de tratamento de ar novo (UTAN), ar esse que será insuflado a uma temperatura ambiente. A insuflação do ar novo tratado será realizada por meio de grelhas e difusores. A Figura 4.3. mostra um dos difusores instalados.



Figura 4.3 - Difusor

Laboratório geral, elétrico e fogo

A renovação de ar nestes laboratórios será realizada por UTAS.

Laboratório de ensaios térmicos, câmaras climáticas e ensaios químicos

A solução adotada para estes espaços foi semelhante à dos gabinetes, circulações e zonas comuns, ou seja, uma UTAN.

Locais sem ocupação permanente

Nos locais sem ocupação permanente, tais como, corredores, instalações sanitárias (I.S.), arrumos, entre outros, ou espaços que são ocupados ocasionalmente, o caudal de ar ventilado é assegurado por ar transferido.

Referir também que a extração de ar das I.S. e balneários será assegurada por sistemas de ventilação, constituídas por bocas de extração.

4.3.3 Produção de água quente sanitária (AQS)

Faz também parte da empreitada da empresa a produção e acumulação de águas quentes sanitárias. A produção será assegurada por meio de uma caldeira de condensação com funcionamento em cascata (Figura 4.4) comum ao sistema de aquecimento por pavimento radiante e às UTAS e UTAN. Para acumulação será instalado um depósito com 1000 litros de capacidade, com dupla serpentina (solar e apoio da caldeira).



Figura 4.4 - Caldeira de condensação

4.3.4 Outros equipamentos

Para o funcionamento correto dos equipamentos acima referidos, existem ainda outros elementos necessários para o bom desempenho dos mesmos.

Bombas de circulação

A bombagem de água de aquecimento, mistura de água e glicol e água de arrefecimento é realizada através de bombas de circulação (Figura 4.5).



Figura 4.5 - Bombas de circulação

Vasos de expansão

Os vasos de expansão (Figura 4.6) tem como função suportar a expansão térmica, isto é, compensar o aumento do volume da água provocado pela subida da temperatura da mesma.



Figura 4.6 - Vaso de expansão

Coletores hidráulicos

A instalação é ainda composta por coletores hidráulicos cuja função se destina à distribuição hidráulica dos circuitos de aquecimento e arrefecimento.

Permutador de calor

O permutador de calor de placas permite a transferência de energia térmica entre dois fluidos a temperaturas diferentes, sem que ocorra a mistura destes fluidos (Figura 4.7).



Figura 4.7 - Permutador de calor de placas

Válvulas e acessórios

São ainda instaladas diversas válvulas (válvulas de seccionamento, de regulação de caudal, de retenção, de segurança, misturadoras termostáticas, redutoras de pressão) e acessórios (filtros, termómetros, manómetros, juntas anti vibráteis e purgadores de ar). Estes elementos são imprescindíveis numa instalação para controlo e regulação de fluidos, como por exemplo, o termómetro da Figura 4.8 é essencial no controlo da temperatura.



Figura 4.8 - Termómetro

4.4 Análise do projeto

Quando a obra é adjudicada à empresa, há uma análise cuidada do projeto, com o propósito de averiguar possíveis erros, prevenindo assim uma má execução e prejuízos ao longo da obra. Esta etapa já tinha sido realizada pelo engenheiro responsável quando o aluno iniciou o estágio, ainda assim, observou todo o dimensionamento feito no projeto com o intuito de consolidar alguns conteúdos adquiridos ao longo do curso. Começou por conhecer e familiarizar-se com o software utilizado para o cálculo das cargas térmicas, e, de seguida, verificou como era realizada a determinação dos dados climáticos e geográficos, segundo o despacho n.º 6476-H/2021. Ainda tomou conhecimento das condições ambiente, exteriores e interiores, desejadas, assim como da ocupação do edifício. No que diz respeito à renovação de ar, os caudais foram determinados pelo método prescritivo descrito na Portaria n.º 353-A/2013. As redes aerólicas foram dimensionadas utilizando o método de perda de carga constante. Este método consiste em selecionar uma perda de carga por metro linear inicial e ir reduzindo o diâmetro da conduta de modo a manter esta perda de carga até ao ponto final.

4.5 Fase de execução

Terminado todo o processo de preparação da obra, que não foi acompanhado pelo aluno, deu-se início então a execução da empreitada.

4.5.1 Acompanhamento dos trabalhos

A primeira etapa consistiu na montagem da rede aerólica, este procedimento ainda foi em parte acompanhado pelo aluno uma vez que já se encontrava em execução. Esta rede começou com a instalação de condutas e acessórios até aos elementos de menor dimensão, como os plenos, onde mais tarde foram inseridos os registos de caudal e os elementos terminais de difusão (grelhas e difusores). Antes da instalação destes elementos terminais, os plenos eram devidamente tapados para que não houvesse o risco de entrada de sujidade, como é possível ver na Figura 4.9.



Figura 4.9 - Plenos instalados e tapados

Todas as condutas de insuflação e retorno de ar foram devidamente isoladas, conforme especificações do caderno de encargos.

Também o trabalho de colocação do sistema de piso radiante foi acompanhado pelo aluno. Numa primeira fase, colaborou na distribuição dos circuitos pelos diferentes espaços, sempre com orientação de técnicos experientes, e observou a realização da ligação dos circuitos às diferentes caixas de distribuição. Mais tarde, acompanhou o processo de “ocultação” da tubagem, ficando esta embutida.

Na Figura 4.10 temos a tubagem totalmente exposta numa primeira fase e na Figura 4.11 é possível visualizar, na mesma imagem, uma parte da tubagem já totalmente coberta e outra em execução.



Figura 4.10 - Circuito de piso radiante descoberto



Figura 4.11 - Circuito de piso radiante parcial e totalmente coberto

Também numa outra fase, e de uma forma mais rápida, foi ainda possível observar a instalação de uma UTA, com as devidas ligações, como mostra a Figura 4.12.



Figura 4.12 - UTA

4.6 Ensaios

É necessário garantir e testar o bom funcionamento de uma instalação, para isso efetuam-se ensaios. Os ensaios e verificações das instalações serão feitos durante a fase de montagem dos equipamentos e aquando das receções provisória (após a conclusão das instalações e antes da fase de serviço) e definitiva das instalações. Estes ensaios e verificações, efetuado por pessoas devidamente credenciadas, recaem sobre a qualidade dos materiais e equipamentos utilizados e também sobre as características técnicas especificadas. (Despacho (Extrato) n.º 15793-G/2013)

Uma vez que a obra sofreu alguns atrasos, não foi possível ao aluno presenciar o arranque, mas foi de bom grado que contribuiu executando as folhas preparatórias, descritas anteriormente noutra obra, adaptadas à presente obra, onde mais tarde iria fazer as diversas anotações e proceder ao ajuste necessário da instalação com o propósito de obter os caudais próximos do projeto.

Segundo o especificado pelo projetista, os ensaios devem seguir o determinado no Despacho n.º 15793-G/2013. O despacho completo poderá ser visto no anexo A, enumerando-se de seguida os ensaios a ser executados:

- a) Testes de funcionamento das redes de condensados, com vista a verificar o correto funcionamento e a boa execução de todas as zonas sifonadas;

- b) Estanquidade das redes de tubagem, sendo que a rede deve manter uma pressão de 1,5 vezes à pressão nominal de serviço durante um período de vinte e quatro horas;
- c) Estanquidade da rede de condutas, sendo que as perdas devem ser inferiores a 1,5 l/s.m² da área de conduta, quando sujeitas a uma pressão de 400 Pa;
- d) Medição dos caudais de água, em cada componente principal do sistema, nomeadamente equipamentos produtores e unidades de tratamento de ar, pelo que devem ser previstos acessórios que permitam a sua medição precisa;
- e) Medição dos caudais de ar nas unidades terminais;
- f) Medição de temperatura e humidade relativa, no ambiente em cada zona independente funcional;
- g) Medição dos consumos elétricos, em situações de funcionamento real, de todos os propulsores de fluidos, nomeadamente água e ar, e máquinas frigoríficas, incluindo unidades evaporadoras e condensadoras;
- h) Medição do rendimento de combustão de todas as caldeiras ou sistemas de queima e dos consumos de combustível, caso estas disponham de contadores;
- i) Verificação das proteções elétricas em situações de funcionamento, de todos os propulsores de fluidos, em concreto água e ar, de caldeiras eventualmente existentes e de máquinas frigoríficas, com inclusão de unidades evaporadoras e condensadoras;
- j) Verificação do sentido de rotação em todos os motores e propulsores de fluidos;
- k) Verificação do registo e respetivo bom funcionamento, de todos os pontos de monitorização e controlo;
- l) Confirmação do registo de limpeza das redes e respetivos componentes, em cumprimento das condições higiénicas das instalações de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC);
- m) Ensaio de níveis de iluminação em pontos de amostragem representativos do funcionamento do edifício;
- n) Verificação do consumo de energia elétrica dos circuitos de iluminação, nas seguintes condições:
 - i. Aparelhos de iluminação a funcionar a 100% fluxo de luz;
 - ii. Aparelhos de iluminação a funcionar sujeitos às funções de controlo.

Após a execução dos ensaios acima mencionados, e devidamente preenchidos os registos de ensaios, assegurando as condições desejadas, a data e os responsáveis que efetuaram os ensaios à instalação, estes registos serão aprovados pelo diretor de obra e mais tarde entregues ao dono de obra.

5 CONCLUSÃO

Após a conclusão do estágio curricular, todos os objetivos propostos foram alcançados, uma vez que durante os oito meses de duração do estágio foram aplicados conhecimentos adquiridos ao longo do curso. Todas as componentes que compõem o mestrado foram abordadas ao longo do estágio, apesar de a componente de projeto ser aquela em que menos foi possível ter contacto, ainda assim foi possível de algum modo desempenhar tarefas nesse sentido. A elaboração de diversos orçamentos, cada um com particularidades e diferentes complexidades, contribuiu muito para a aquisição de conhecimentos basilares no desempenho das restantes tarefas. Desta forma, foi possível realizar o acompanhamento de obras com um conhecimento mais rigoroso e uma maior atenção a detalhes que, de outra maneira, poderiam não ser notados. Permitiu também ter a noção do tempo de instalação, acessórios indispensáveis ao bom funcionamento e dos custos de diversos equipamentos. Ainda em relação aos custos, a tarefa de orçamentação alertou o aluno para a necessidade de analisar o caderno de encargos de forma minuciosa, de modo a respeitar todos os requisitos exigidos pois, por vezes, a cotação apresentada não corresponde ao pedido.

Foi durante o acompanhamento de várias obras que a aprendizagem ao nível técnico foi maior, o nível de conhecimento exigido nesta fase é muito superior, uma vez que existem problemas aos quais tem de ser dada uma solução no menor período. Também nesta fase a interação com técnicos das diferentes marcas e o contacto com os técnicos da empresa desenvolveram o sentido crítico do aluno perante o projeto e as escolhas do equipamento adequado a diversas situações.

Por último, o estudo de uma obra em particular foi relevante para o aluno percorrer todas as fases, desde a análise do projeto até à entrega da obra.

Este estágio terminou com a certeza de que a área de AVAC é bastante extensa e complexa e com uma grande importância pois, além do conforto térmico, o controlo da qualidade do ar é cada vez mais importante. Referir também que, ao longo de todo o estágio, foi evidente a preocupação da empresa com o aumento da eficiência energética, o que se refletiu, por exemplo, na opção por equipamentos mais eficientes.

Em jeito de conclusão, este trabalho foi a opção mais acertada para terminar o mestrado, pois só assim houve a possibilidade de contactar com o mercado de trabalho e a inserção do aluno neste contexto. O estágio promoveu também um crescimento a nível pessoal e profissional do aluno, pois o contacto com diferentes pessoas permitiu conhecer outros ideais e outros métodos de trabalho contribuindo de forma positiva para a formação do aluno. Concluindo, o aluno sente que está agora mais competente e confiante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbosa, M. Â. da S. (2015). *Climatização da Igreja e Torre dos Clérigos – Acompanhamento e Direção de Obra [Dissertação de Mestrado, ISEC]*.
<http://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/16679/1/Miguel-Silva-Barbosa.pdf>
- Bonina climatização. (2021). *Quantos Tipos De VMC Existem*.
<https://www.bonina.pt/blog/ventilacao-mecanica-controlada-vmc/quantos-tipos-de-vmc-existem>
- CIBSE. (2005). *Heating, ventilation, air conditioning and refrigeration - Guide B*.
<https://ierga.com/hr/wp-content/uploads/sites/2/2017/10/CIBSE-Guide-B-Heating-Ventilating-Air-Conditioning-And-Refrigeration-Fixed.pdf>
- Daikin. (2012). *Catálogo de unidades ventilo-convectoras*.
https://www.daikin.eu/content/dam/document-library/catalogues/as/fan-coil-units/fwb-bt/Fan%20Coil%20Units%20Catalogue_ECPPT11-410_Catalogues_Portuguese.pdf
- Daikin. (2019). *Catálogo de Produtos - Unidades de Tratamento de Ar*.
https://www.daikin.pt/pt_pt/product-group/air-handling-units.html
- Daikin. (2023a). *Catálogo de Produtos para Profissionais - Sistemas VRV*.
https://www.daikin.pt/content/dam/internet-denv/catalogues_brochures/commercial/200%20-%20VRV%20product%20catalogue%20for%20professionals.pdf
- Daikin. (2023b). *Porquê escolher a solução Multi-Split?*
https://www.daikin.pt/pt_pt/product-group/air-to-air-heat-pumps/multi.html
- Despacho (extrato) n.º 15793-G/2013*. (2013).
<https://dre.tretas.org/dre/313429/despacho-extrato-15793-G-2013-de-3-de-dezembro>
- Edward G. Pita. (1981). *Air Conditioning Principles and Systems*.
- EN ISO 7730*. (2005).
- France Air. (2021). *CRT registo de caudal circular de estanquidade total. Ficha Técnica*.
www.guia.france-air.pt
- Galp. (2022). *O aquecimento central realmente compensa?*
<https://casa.galp.pt/blog/aquecimento-central>
- Hiperclima. (s.d.). *Caldeira a pellets Eko CK P Centrometal*.
<https://www.hiperclima.pt/html2pdf/examples/encomenda.php?html2pdf=129247&filename=Caldeira%20a%20pellets%20Eko%20CK%20P%20Centrometal.pdf>
- Klclima. (s.d.). *O que são ventiloconvectores?* Obtido 15 de Dezembro de 2023, de
<https://klclima.pt/2023/06/o-que-sao-ventiloconvectores/>

- Malça, J. (2018). *Sistemas de Climatização. Apresentações das aulas de Climatização e Refrigeração. Licenciatura em Engenharia Mecânica.*
- Mitsubishi. (2023). *Catálogo de Produtos.*
https://mitsubishielectric.pt/documents/20124/40860/catalogo_geral2020.pdf
- Oliveira, A. V. M. (2022). *Apresentações das Aulas teóricas de Redes de Fluidos. Mestrado em engenharia mecânica 2022.*
- Ramos, J. S. S. (2014). *Sistemas de aquecimento e ventilação Estágio em Genebra [Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa].*
https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/15830/1/ulfc112547_tm_Joana_Ramos.pdf
- Reis, P. (2019). *Principais vantagens e desvantagens do piso radiante.*
<https://www.portal-energia.com/vantagens-desvantagens-piso-radiante-145051/>
- Roxo, C. F. C. (2022). *Relatório de Estágio: Instalações de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC) [Dissertação de Mestrado, ISEC].*
<https://comun.rcaap.pt/bitstream/10400.26/40359/1/Cristiana-Filipa-Carrasqueira-Roxo.pdf>
- STH. (2022). *Tipos de instalaciones bitubo y monotubo | Ventajas e inconvenientes.*
<https://sthexpert.standardhidraulica.com/instalaciones-bitubo-y-monotubo/>
- Teixeira, A. F. G. (2010). *Estudo do desempenho térmico de um piso radiante hidráulico com diferentes acabamentos na superfície [Dissertação de Mestrado, Universidade da Beira Interior].*
<https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/3811/1/Estudo%20do%20desempenho%20t%C3%A9rmico%20de%20um%20piso%20radiante%20hidr%C3%A1ulico%20com%20diferentes%20acabamentos%20na%20superf%C3%AD.pdf>
- Uponor. (2010). *Aplicações Sanitárias e de Aquecimento. Manual Técnico para Instalações de Aquecimento por Radiadores Embebidas.*
https://www.pimacon.com/fotos/documentos/2030_Calculos%20Radiadores.PDF

ANEXOS

Anexo 1 – Despacho nº 15793-G/2013

35088-(32)

Diário da República, 2.ª série—N.º 234—3 de dezembro de 2013

Despacho (extrato) n.º 15793-G/2013

Nos termos e para os efeitos do Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de agosto e respetiva regulamentação relativa a edifícios de comércio e serviços, o presente despacho procede à publicação dos elementos mínimos a incluir no procedimento de ensaio e receção das instalações e dos elementos mínimos a incluir no plano de manutenção (PM) e respetiva terminologia:

1. ENSAIO E RECEÇÃO PROVISÓRIA DAS INSTALAÇÕES

1 – O ensaio e receção provisória são efetuados após a conclusão das instalações e previamente à fase de serviço, com vista a demonstrar aos vários intervenientes no processo de projeto e instalação que as instalações cumprem os objetivos para os quais foram projetadas e executadas.

2 - Para efeitos do disposto no número anterior, devem ser efetuados testes de funcionamento, sobre a instalação executada, sendo que:

- a) Para cada ensaio devem ser previamente estabelecidas as metodologias de execução e os critérios de aceitação, devendo os mesmos ser adequados ao tipo de instalação em causa e estar especificados no projeto de execução de cada especialidade;
- b) O procedimento de ensaio deve incluir sempre a formação dos responsáveis das instalações do edifício, incluindo, sempre que aplicável, o Técnico de Instalação e Manutenção (TIM) do edifício;
- c) Os ensaios referidos no número anterior devem dar origem a um relatório de execução;
- d) A realização dos ensaios será da responsabilidade da empresa instaladora, com a participação obrigatória da fiscalização de obra, quando aplicável.

3 - As metodologias de execução e os critérios de aceitação referidos na alínea a) do número anterior devem incluir, pelo menos, a referência explícita aos seguintes aspetos:

- a) Normas NP ou outras a observar;
- b) Necessidade dos ensaios serem feitos em obra ou em laboratório;
- c) Intervenientes obrigatórios.

4 - Verificando-se a existência dos respetivos componentes nos sistemas do edifício, os seguintes ensaios são de execução obrigatória, exceto se especificamente excluídos no respetivo projeto de execução:

- a) Testes de funcionamento das redes de condensados, com vista a verificar o correto funcionamento e a boa execução de todas as zonas sifonadas;
- b) Estanquidade das redes de tubagem, sendo que a rede deve manter uma pressão de 1,5 vezes à pressão nominal de serviço durante um período de vinte e quatro horas;
- c) Estanquidade da rede de condutas, sendo que as perdas devem ser inferiores a 1,5 l/s.m² da área de conduta, quando sujeitas a uma pressão de 400 Pa;
- d) Medição dos caudais de água, em cada componente principal do sistema, nomeadamente equipamentos produtores e unidades de tratamento de ar, pelo que devem ser previstos acessórios que permitam a sua medição precisa;

- e) Medição dos caudais de ar nas unidades terminais;
- f) Medição de temperatura e humidade relativa, no ambiente em cada zona independente funcional;
- g) Medição dos consumos elétricos, em situações de funcionamento real, de todos os propulsores de fluidos, nomeadamente água e ar, e máquinas frigoríficas, incluindo unidades evaporadoras e condensadoras;
- h) Medição do rendimento de combustão de todas as caldeiras ou sistemas de queima e dos consumos de combustível, caso estas disponham de contadores;
- i) Verificação das proteções elétricas em situações de funcionamento, de todos os propulsores de fluidos, em concreto água e ar, de caldeiras eventualmente existentes e de máquinas frigoríficas, com inclusão de unidades evaporadoras e condensadoras;
- j) Verificação do sentido de rotação em todos os motores e propulsores de fluidos;
- k) Verificação do registo e respetivo bom funcionamento, de todos os pontos de monitorização e controlo;
- l) Confirmação do registo de limpeza das redes e respetivos componentes, em cumprimento das condições higiénicas das instalações de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC);
- m) Ensaio de níveis de iluminação em pontos de amostragem representativos do funcionamento do edifício;
- n) Verificação do consumo de energia elétrica dos circuitos de iluminação, nas seguintes condições:
 - i. Aparelhos de iluminação a funcionar a 100% fluxo de luz;
 - ii. Aparelhos de iluminação a funcionar sujeitos às funções de controlo.

5 – Para os efeitos do número anterior, devem ser adotados os seguintes procedimentos:

- a) Na alínea b), o ensaio deve ser feito a 100% da rede;
- b) Na alínea c), o ensaio deve ser feito, em primeira instância, a 10% da rede, escolhida aleatoriamente e por indicação do projetista:
 - i. Caso o ensaio da primeira instância não seja satisfatório, o segundo ensaio deve abranger 20% da rede escolhida aleatoriamente e por indicação do projetista, para além dos 10% iniciais;
 - ii. Caso o segundo ensaio não seja satisfatório, o ensaio deve ser feito a 100% da rede.
- c) Na alínea d) do número anterior, são aceites medições indiretas com recurso a sensores de pressão diferencial, na condição de que estes sejam calibrados por organismos acreditados para o efeito.

35088-(34)

Diário da República, 2.ª série—N.º 234—3 de dezembro de 2013

6 – O relatório de execução dos ensaios realizados deve ser validado pelo dono de obra ou respetivo representante, devendo conter, entre outros, os seguintes elementos de informação:

- a) Data de realização e os técnicos responsáveis de cada ensaio;
- b) Identificação das entidades ou técnicos presentes na sua realização;
- c) Resultados pretendidos e obtidos;
- d) Indicação de eventuais medidas de seguimento, na eventualidade do ensaio ter continuação;
- e) Indicação da eventual necessidade de realização de uma nova sessão, cujo prazo de início e de conclusão deve encontrar-se perfeitamente definido.

7 – Caso o resultado não seja satisfatório, os ensaios deverão ser repetidos após as medidas de correção indicadas no relatório mencionado no número anterior e até integral satisfação dos critérios de aceitação.

8 - Para a conclusão do processo de receção provisória, configura-se como necessária a entrega, completa e livre de erros, dos seguintes elementos:

- a) Manuais de condução da instalação;
- b) Telas finais de todas as instalações, contendo os elementos finais de todas as instalações, incluindo arquitetura;
- c) Relatório de execução dos ensaios;
- d) Catálogos técnicos e certificados de conformidade do equipamento;
- e) Fichas indicativas do procedimento a adotar para a manutenção de cada equipamento ou sistema de modo a serem integrados no Plano de Manutenção.

2. PLANO DE MANUTENÇÃO

1 - O PM deve incidir sobre os sistemas técnicos do edifício, com vista a manter os mesmos em condições adequadas de operação e de funcionamento otimizado que permitam alcançar os objetivos pretendidos de conforto térmico e de eficiência energética.

2 - No PM deve constar, pelo menos, os seguintes elementos de informação, devidamente atualizados:

- a) Identificação completa do edifício e sua localização;
- b) Identificação e contactos do proprietário e, se aplicável, do arrendatário, locatário ou utilizador;
- c) Identificação e contactos do Técnico de Instalação e Manutenção do edifício, se aplicável;

- d) Descrição e caracterização sumária do edifício e dos respetivos compartimentos ou zonas diferenciadas, incluindo:
 - i. Área(s) e tipo de atividade(s) nele habitualmente desenvolvida(s);
 - ii. Número médio de utilizadores, distinguindo, se possível, os permanentes dos ocasionais;
 - iii. Horário(s) habitual(is) de utilização das zonas com utilizadores permanentes.
- e) Identificação, localização e caracterização sumária dos sistemas técnicos do edifício, designadamente sistemas de climatização, iluminação, preparação de água quente, energias renováveis, gestão técnica e elevadores e escadas rolantes;
- f) Descrição detalhada dos procedimentos de manutenção preventiva dos sistemas técnicos, em função dos vários tipos de equipamentos e das características específicas dos seus componentes e das potenciais fontes poluentes do ar interior;
- g) Periodicidade das operações de manutenção preventiva e de limpeza e o nível de qualificação profissional dos técnicos que as devem executar;
- h) Registo das operações de manutenção preventiva e corretiva realizadas, com a indicação do técnico ou técnicos que as realizaram, dos resultados das mesmas e outros eventuais comentários pertinentes;
- i) Definição das grandezas a medir para posterior constituição de um histórico do funcionamento da instalação.

3 - Do PM deve igualmente constar um ou mais diagramas para a representação esquemática dos sistemas de climatização e demais sistemas técnicos instalados, bem como uma cópia do projeto devidamente atualizado e instruções de operação e atuação em caso de emergência.

4 - A terminologia utilizada na documentação e informação que constitui o PM deve estar em conformidade com o disposto na Norma Portuguesa NP EN 13306, na medida do aplicável a edifícios.