



Instituto Superior de Engenharia

Politécnico de Coimbra

MESTRADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Instalações técnicas de sistemas AVAC

Autor

Miguel João Chumbo Capitolino

Orientador

Professor Gilberto Cordeiro Vaz



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, janeiro de 2024



Instituto Superior de Engenharia

Politécnico de Coimbra

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Instalações técnicas de sistemas AVAC

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

Especialização em Projeto, Instalação e Manutenção de Sistemas
Térmicos

Autor

Miguel João Chumbo Capitolino

Orientador

Professor Gilberto Cordeiro Vaz

Supervisor na empresa Airking, Instalações Técnicas Lda.

Eng. Vitor Jorge Santos de Sousa

Coimbra, janeiro de 2024



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho marca o culminar de uma jornada académica enriquecedora, e neste momento, é com profunda gratidão que expresso os meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que contribuíram para o meu sucesso.

Em primeiro lugar, quero expressar a minha sincera gratidão ao Professor Gilberto Vaz, meu orientador pela disponibilidade demonstrada para me orientar durante o período de estágio e pelas suas sugestões que em muito contribuíram para aprimorar a redação deste relatório.

À Airking, agradeço pela oportunidade do estágio curricular. A todos os colegas, o meu obrigado pela constante disponibilidade, apoio e partilha de conhecimentos.

Um agradecimento especial ao Eng.º Vitor Sousa, meu supervisor, pela ajuda em todas as tarefas. Desde o primeiro dia, fui acolhido de forma calorosa, tornando esta jornada enriquecedora.

Aos meus colegas, familiares e amigos por me motivarem a concluir esta etapa, dando sempre o melhor de mim.

Para finalizar aos meus pais e irmão, expresso a minha sincera gratidão pelo apoio incondicional ao longo não só desta jornada, como em tudo aquilo que faço. Sem eles, com certeza, não seria possível.

A todos eles um grande obrigado!

Resumo

Para a conclusão do Mestrado em Engenharia Mecânica na área de Projeto, Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos, no segundo ano, o aluno deve selecionar uma das três hipóteses como trabalho final: Dissertação, Projeto ou Estágio. De modo a obter contacto com o mundo do trabalho a escolha passou pelo Estágio na empresa Airking, Instalações Técnicas, Lda.

Iniciando o seu percurso no departamento de compras, passando pelo acompanhamento da direção de obra e da produção, vários trabalhos foram propostos de maneira a satisfazer as necessidades da empresa. O aluno teve a oportunidade de participar em várias formações na área da instalação AVAC, desde sistemas solares térmicos a bombas de calor, passando por equipamentos terminais como ventiloconvectores e pavimento radiante.

O aluno participou em diversas etapas no processo de análise e execução de projetos de instalações térmicas, hidráulicas e de ventilação, tais como: levantamento de dados, dimensionamento, cálculo, desenho e acompanhamento na obra, permitindo alargar os seus conhecimentos e colocá-los em prática. Neste relatório apresenta-se mais detalhadamente um projeto conceção/construção que o aluno teve oportunidade de acompanhar durante o período de estágio. Este projeto resume-se à climatização de um espaço de refeitório e balneário de um edifício localizado no sul do país, bem como para produção de águas quente sanitárias (AQS) para a zona de balneários e pontos de água na cozinha.

Palavras-Chave: Climatização, AVAC, Obra, AQS

Abstract

To complete the Master's Degree in Mechanical Engineering in the area of Design, Installation and Maintenance of Thermal Systems, in the second year, the student is responsible for selecting one of three hypotheses as their final work: Dissertation, Project or Internship. In order to gain contact with the world of work, the student chose an internship at the company Airking, Instalações Técnicas, Lda.

Starting the student's career path in the purchasing department, passing through monitoring the construction and production management, several jobs were proposed in order to satisfy the company's needs. The student had the opportunity to participate in various training courses in the area of HVAC installation, from solar thermal systems to heat pumps, including terminal equipment such as fan coil units and underfloor heating.

The student participated in several stages in the process of analyzing and executing projects for thermal, hydraulic and ventilation installations, such as: data collection, sizing, calculation, design and monitoring on site, allowing him to expand his knowledge and put it into practice. This report presents in more detail a design/construction project that the student had the opportunity to follow during the internship period. The project is for the air conditioning of a cafeteria and changing room space in a building located in the south of the country, as well as the design of a domestic hot water (DHW) production system which supplies changing room areas and water points in the kitchen.

Keywords: Climatisation, HVAC, Construction, DHW

1 ÍNDICE

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract.....	iii
Simbologia e abreviaturas	viii
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento e objetivo.....	1
1.2 Fases do estágio	2
1.3 Organização do relatório	2
1.4 Apresentação da empresa.....	3
2 Sistemas e equipamentos de AVAC.....	5
2.1 Enquadramento legal	5
2.2 Tipos de sistemas de climatização	8
2.2.1 Área a climatizar pelos sistemas	8
2.2.2 Quanto ao tipo de fluido	9
2.2.3 Aplicação	10
2.3 Principais equipamentos utilizados	11
2.3.1 UTA	11
2.3.2 Rooftop.....	12
2.3.3 Unidade recuperadora de calor.....	13
2.3.4 Bomba de calor.....	14
2.3.5 Ventiloconvector	15
2.3.6 Ventiladores	15
2.3.7 Mono-Split	16
2.3.8 Multi-Split.....	17
2.3.9 VRV	17
2.3.10 Hotte – parietal e central.....	18
3 Tarefas desempenhadas	20
3.1 Compras/ técnica.....	20
3.2 Acompanhamento de obra.....	30
3.2.1 Verificações finais.....	32
3.2.2 Medições e análise de projeto	33

Instalações técnicas de sistemas AVAC

3.3	Preparação de obra.....	35
3.3.1	Stock RCF	36
3.3.2	Formações	38
4	Projeto conceção/construção	39
4.1	Sistema AQS	39
4.2	Cálculo cargas térmicas.....	48
4.3	Dimensionamento de rede aeráulica e difusão	49
5	Conclusões.....	54
	Referências bibliográficas	55
	Anexos	56

Índice de Figuras

Figura 1.1 – Número de trabalhos da Airing por região de Portugal.	3
Figura 1.2 – Logotipo da Empresa.....	4
Figura 1.3 – Organograma da Empresa.....	4
Figura 2.4 – URC – Arfit.....	13
Figura 2.5 – Bomba de calor Split – Baxi.....	14
Figura 2.6 – Ventiloinvectores.....	15
Figura 2.7 – Ventilador extrator em linha para condutas.....	16
Figura 2.8 – Esquema de um Sistema Multi-Split LG.....	17
Figura 2.9 – Unidades exteriores sistema VRV modelo Multi V i LG.....	18
Figura 2.10 – Hottes estática (a), de compensação (b) e indutora (c) (Esquema France-Air).....	19
Figura 3.11 – Mapa comparativo de uma bomba de calor.....	23
Figuras 3.12 – Tabela e gráfico para a seleção de uma válvula Caleffi.....	25
Figura 3.13 – Resposta da Fiscalização ao envio de uma BAM para aprovação.....	25
Figura 3.14 – Documentação requerida da válvula em processo de aprovação.....	26
Figura 3.15 – Encomenda de material.....	27
Figura 3.16 – Programa LATS-HVAC com fator de simultaneidade de 105%.....	28
Figura 3.17 - Programa LATS-HVAC com fator de simultaneidade de 134%.....	29
Figura 3.18 – Aviso de erro simultaneidade superior a 130%.....	30
Figura 3.19 – Aviso de utilização de equipamentos de proteção individuais (EPI).....	31
Figura 3.20 -Verificação de caudal numa unidade terminal.....	32
Figura 3.21 – Disposição inicial dos ventiladores sobrepostos com nova alteração da arquitetura.....	33
Figura 3.22 – Alteração dos ventiladores respeitando nova arquitetura.....	34
Figura 3.23 – Mapa de ventiloconvectores a aplicar em obra.....	34
Figura 3.24 – Rede aerúlica com plenos.....	35
Figura 3.25 – Listagem de plenos.....	36
Figura 3.26 – Verificação do funcionamento de RCF.....	37
Figura 4.27 – Dados inseridos no software Caleffi.....	39
Figura 4.28 – Resultado do volume de acumulação e potência estimada.....	40

Instalações técnicas de sistemas AVAC

Figura 4.29 – Software Baxi Wica.....	40
Figura 4.30 – Definição do caudal de projeto (Caleffi).	42
Figura 4.31 – Número de coletores na instalação.	42
Figura 4.32 – Esquema da disposição das baterias de coletores.....	43
Figura 4.33 – Cálculo do caudal e capacidade do circuito primário solar.	43
Figura 4.34 – Dimensionamento do vaso de expansão solar.....	44
Figura 4.35 – Dimensionamento do vaso de expansão sanitário.	45
Figura 4.36 – Seleção do dissipador do sistema solar térmico.....	46
Figura 4.37 – Características técnicas da caldeira Bios Plus 50 F.....	47
Figura 4.38 – Condições Térmicas.....	48
Figura 4.39 – Cálculo do QAN – LNEC.	50
Figura 4.40 – Caudais mínimos de extração em instalações sanitárias.	51
Figura 4.41 – Rede aerúlica da zona dos balneários.	52
Figura 4.42 – Seleção de grelhas GAC2 10 da France-Air.	53

Simbologia e abreviaturas

AC – Corrente Alternada

ADENE – Agência para a Energia

AQS – Águas Quentes Sanitárias

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

BAM – Boletins de Aprovação de Materiais

CAE – Código de Atividade Económica

CE – Caderno de Encargos

CE – Declarações de Conformidade

CTE – Condições Técnicas Especiais

DoP – Declaração de Desempenho

DX – Expansão Direta (direct expansion)

EC – Comutados eletronicamente

FT – Ficha Técnica

HVAC – Heating, Ventilation and Air Conditioning

ISEC – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

MDJ – Memória Descritiva e Justificativa

MQ – Mapa de Quantidades

RCF – Registo Corta Fogo

SCIE – Segurança Contra Incêndios em Edifícios

SCE – Sistema de Certificação Energética dos Edifícios

SMACNA – Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association

UTAN – Unidade de Tratamento de Ar Novo

UTA – Unidade de Tratamento de Ar

VC – Ventiloinvector

VRV – Variable Refrigerant Volume

VRF – Variable Refrigerant Flow

1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento e objetivo

O presente relatório tem como objetivo relatar as principais atividades desenvolvidas pelo aluno durante o estágio, no âmbito do Mestrado em Engenharia Mecânica, na área de especialização de Projeto, Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos, do Instituto superior de Engenharia de Coimbra (ISEC). Este relatório é parte integrante dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica.

A Airking - Instalações Técnicas, empresa onde decorreu o estágio curricular, com os seus vários anos de existência e inúmeros trabalhos já realizados tem-se focado na cativação e formação de jovens recém qualificados de modo a promover oportunidades de desenvolvimento profissional.

No decorrer dos oito meses de estágio foram realizados diversos trabalhos, tendo o aluno oportunidade de passar por vários departamentos existentes na empresa, de modo a conhecer bem o processo integral do serviço prestado pela Airking aos seus clientes. De um modo particular o aluno esteve mais presente no departamento técnico/compras no qual conseguiu familiarizar-se e aprofundar todos os conhecimentos já adquiridos nas aulas tanto da licenciatura como do mestrado de Engenharia Mecânica.

1.2 Fases do estágio

O estágio teve início a 10 de outubro de 2022 na empresa Airking, Instalações Técnicas, Lda., com uma duração de 8 meses. A empresa está situada em Leiria e a área de atuação desta é a instalação técnica de sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado e decorreu sob a orientação do diretor técnico da empresa, Eng. Vitor Sousa.

De modo a familiarizar o aluno com a empresa, foi feita uma apresentação inicial não só das várias secções como dos colaboradores e suas respetivas funções. Posteriormente foram indicadas ao aluno as funções que lhe foram atribuídas.

O trabalho elaborado foi realizado de acordo com as necessidades e com a disponibilidade da empresa. De modo a esquematizar as diversas atividades, estas dividiram-se em:

- Fase 1: Apresentação e planeamento do trabalho a realizar na empresa;
- Fase 2: Departamento de compras;
- Fase 3: Departamento técnico;
- Fase 4: Acompanhamento de obras e da preparação das mesmas;
- Fase 5: Elaboração do relatório.

1.3 Organização do relatório

O presente relatório encontra-se estruturado em 5 capítulos.

Capítulo 1 – Neste capítulo denominado “Introdução” é efetuado um enquadramento do estágio, bem como definidos os seus objetivos, apresentada a organização e a estrutura do relatório e é efetuada a apresentação da empresa acolhedora.

Capítulo 2 – Com o nome “Sistemas e Equipamentos de AVAC”, este capítulo tem como objetivo fazer a introdução de temas e conceitos da área do AVAC, como as várias classificações dos tipos de sistemas de climatização e principais equipamentos utilizados.

Capítulo 3 – Intitulado de “Tarefas Desempenhadas” são expostas várias das tarefas realizadas pelo aluno durante o estágio.

Capítulo 4 – “Projeto Conceção/Construção” é o nome do quarto capítulo, nele é exposto e justificado um projeto conceção/construção que o aluno teve a oportunidade de acompanhar no período de estágio.

Capítulo 5 – Por fim o capítulo “Conclusões” onde são apresentadas as principais conclusões deste estágio e relatório.

1.4 Apresentação da empresa

Com desenvolvimento da sua atividade principal no âmbito de instalações técnicas de sistemas AVAC, a Airking, Instalações Técnicas é uma empresa com 10 anos de existência, tendo sido fundada a 26 de junho de 2013. A sua sede fica localizada em Leiria, reflete a presença consolidada da empresa na região, tendo também uma filial em Loulé. O portfólio da empresa é vasto, tendo obras em várias zonas de Portugal, conforme a figura 1.



Figura 1.1 – Número de trabalhos da Airking por região de Portugal.

Com um capital social sólido de €70.000,00, a Airking mantém uma base financeira robusta, contribuindo para a sua estabilidade e crescimento contínuo. A empresa é especializada na instalação de sistemas de climatização, oferecendo soluções inovadoras e eficientes para projetos comerciais, industriais e residenciais.

Para além das instalações de climatização, a Airking também se destaca, abrangendo uma variedade de serviços relacionados à implementação de sistemas elétricos em diferentes tipos de estruturas. A sua versatilidade expande-se para o recrutamento e fornecimento de pessoal especializado, conforme indicado pelo código de atividade económica (CAE) 78100, evidenciando o seu papel na seleção e colocação de profissionais qualificados.

A empresa também se envolve em atividades de engenharia e técnicas afins, conforme indicado pelo código (CAE) 71120. Este âmbito abrangente reflete a capacidade da Airking em oferecer serviços de consultoria técnica, projetos de engenharia e outras atividades relacionadas com o campo técnico. A Airking, ao longo da sua jornada, construiu uma reputação sólida, garantindo a satisfação do cliente por meio de uma equipa qualificada e comprometida. Seja na engenharia e instalação de sistemas de climatização, hidráulicos, a empresa demonstra excelência e inovação em todas as suas áreas de atuação. Com um compromisso contínuo com a qualidade, a Airking permanece como uma escolha confiável para atender às diversas necessidades do mercado, proporcionando ambientes confortáveis e eficientes.

Na figura 2 é apresentado o logotipo da empresa e na figura 3 é apresentado o organograma da empresa, no qual está representada a estrutura da mesma.



Figura 1.2 – Logotipo da Empresa

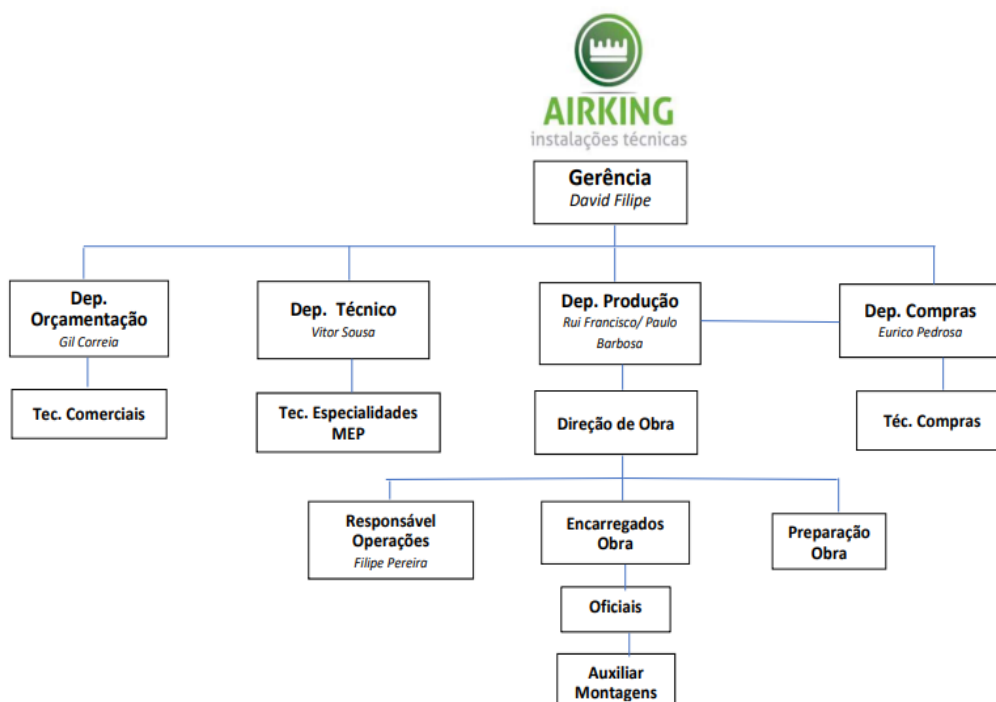


Figura 1.3 – Organograma da Empresa.

2 SISTEMAS E EQUIPAMENTOS DE AVAC

Desde que se tem conhecimento o ser humano tem procurado diferentes formas de se proteger das diferentes condições climatéricas. Desde procurar refúgio da chuva a proteger-se do calor e do frio. Naturalmente que houve uma grande evolução desde os primórdios em que se utilizavam abrigos naturais. Atualmente o conforto está muito para além do abrigo da intempérie.

Tendo isto em conta está subjacente que a complexidade e exigência para com as entidades responsáveis por garantir este conforto aumentem. Para responder a esta demanda foi necessário criar uma solução, surgindo o termo AVAC.

Este termo AVAC, conhecido e utilizado por todos os conhecedores da área é proveniente de HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning), o que traduzindo significa “aquecimento, ventilação e ar condicionado”.

Os objetivos dos sistemas de climatização são principalmente o de garantir o conforto térmico e a qualidade do ar interior dos edifícios. São várias as definições possíveis de conforto térmico. Tendo em conta este facto e de acordo com a norma EN ISO 7730 (2005) é a condição da mente na qual é expressa satisfação com o ambiente térmico. Posto isto, consegue-se perceber que sendo um conceito vasto e que varia de pessoa para pessoa, também é um fator importante para a saúde e bem-estar do ser humano.

Para este conforto ser atingido a instalação deve, ao longo de todas as estações do ano, ou seja, todas as características climatéricas subjacentes a elas e todos os ambientes condicionados, manter a temperatura e humidade relativa do ar desejáveis.

2.1 Enquadramento legal

Na área do AVAC a regulamentação portuguesa em vigor terá de ser respeitada. Tanto a nível da realização de projeto, como a nível de instalador é imprescindível realizar todos os trabalhos de acordo com esta legislação. De seguida são enumerados alguns dos principais documentos de maior importância para esta área.

Decreto lei 101-D-2020

Este decreto-lei estabelece os requisitos aplicáveis a edifícios para a melhoria do seu desempenho energético e regula o Sistema de Certificação Energética de Edifícios, transpondo a Diretiva (EU) 2018/844 e parcialmente a Diretiva (EU) 2019/944.

Despacho n° 6476-A/2021

Este despacho determina o restante conteúdo obrigatório dos certificados energéticos, nos termos do disposto no n°4 do artigo 20 do Decreto-lei n° 101-D/2020.

Despacho n° 6476-B/2021

Este despacho aprova os critérios de seleção e as metodologias aplicáveis aos processos de verificação da qualidade da informação produzida no âmbito do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE).

Despacho n° 6476-C/2021

Este despacho aprova as condições referentes à manutenção dos sistemas técnicos instalados em edifícios, a periodicidade e as condições de realização da inspeção periódica dos sistemas técnicos e o modelo do relatório.

Despacho n° 6476-D/2021

Este despacho aprova os requisitos para a elaboração do Plano de Melhoria do Desempenho Energético dos Edifícios.

Despacho n° 6476-E/2021

Este despacho aprova os requisitos mínimos de conforto térmico e de desempenho energético aplicáveis à conceção e renovação dos edifícios.

Despacho n° 6476-H/2021

Este despacho aprova o Manual do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE).

Manual SCE

Manual Técnico para a Avaliação do Desempenho Energético dos Edifícios, editado pela ADENE – Agência para Energia.

Portaria n° 138-G/2021

Esta portaria estabelece os requisitos para a avaliação da qualidade do ar interior nos edifícios de comércio e serviços, incluindo os limiares de proteção, condições de referência e critérios de conformidade, e a respetiva metodologia para a medição dos poluentes e para a fiscalização do cumprimento das normas aprovadas.

Portaria n° 138-H/2021

Esta portaria regulamenta as atividades dos técnicos e as competências da entidade gestora do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios e fixa os valores do registo dos certificados energéticos.

Instalações técnicas de sistemas AVAC

Portaria nº 138-I/2021

Esta portaria regulamenta os requisitos mínimos de desempenho energético relativos à envolvente dos edifícios e aos sistemas técnicos e a respetiva aplicação em função do tipo de utilização e específicas características técnicas.

Normas e Diretivas que regem o fabrico de condutas retangulares e circulares.

Normas SMACNA – Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association.

NP EN 1506 1999 – Condutas metálicas e acessórios com secção circular.

NP EN 1505 DE 1999 – Condutas metálicas e acessórios com secção retangular.

EN 1507 de 2006 – Requisitos de resistência e estanqueidade para condutas de secção retangular.

EN 12237 – Requisitos de resistência e estanqueidade para condutas de secção circular.

EN1886 – Norma europeia sobre o fabrico de unidades de tratamento de ar e seu desempenho.

Normas e Portarias na área da Saúde

Cadernos DGIES – Direção Geral das Instalações e Equipamentos da Saúde.

ET – Especificações Técnicas da ACSS – Administração Central do Sistema de Saúde IP.

RT – Recomendações Técnicas da ACSS - Administração Central do Sistema de Saúde IP.

Portarias nas áreas das unidades, consultórios e clínicas

Eurovent 4/23-2020

Seleção das classes de filtro de ar classificado em EN ISO 16890 para aplicações gerais de ventilação.

EN 378

A norma europeia refere-se aos requisitos de segurança e ambientais no projeto, fabricação, construção, instalação, operação, manutenção, reparo e descarte de sistemas e aparelhos de refrigeração em relação a ambientes locais e globais.

Decreto Lei nº 52/2018

Esta lei estabelece o regime de prevenção e controlo da doença dos legionários, definindo procedimentos relativos à utilização e à manutenção de redes, sistemas e equipamentos propícios à proliferação e disseminação da *legionella* e estipula as bases e condições para a criação de uma estratégia de prevenção primária e controlo da bactéria *legionella* em todos os edifícios e estabelecimentos de acesso público, independentemente de terem natureza pública ou privada.

2.2 Tipos de sistemas de climatização

Os sistemas de climatização têm vindo a evoluir bastante ao longo dos tempos, aumentando a sua complexidade e a diversidade de opções disponíveis. Com este aumento surgiu a necessidade de agrupar os vários sistemas por grupos. Deste modo existem grupos dos diversos tipos de sistemas de climatização dividindo-se de acordo com:

- Área a climatizar;
- Tipo de fluido térmico utilizado;
- Aplicação.

2.2.1 Área a climatizar pelos sistemas

2.2.1.1 Sistema centralizado

Classifica-se como sistema centralizado um sistema que tem a função de climatizar um determinado espaço, servindo a totalidade ou a maioria do edifício. Os equipamentos deste tipo de sistemas devem-se localizar em zonas técnicas no edifício, estas as quais apenas o pessoal da manutenção dos equipamentos tenha acesso.

Normalmente estes sistemas distribuem o fluido que transporta a energia (água, ar ou fluido frigorigéneo) pelos diversos equipamentos terminais instalados nos vários espaços a climatizar, conseguindo assim assegurar a climatização da totalidade ou maioria do edifício. Normalmente este tipo de sistemas é escolhido para grandes edifícios, com elevadas necessidades de climatização.

2.2.1.2 Sistema semi-centralizado

Os sistemas semi-centralizados são em tudo semelhantes aos centralizados, ou seja, também se encontram as máquinas de produção de frio e de calor em zonas técnicas. A diferença para este sistema é que a produção da energia térmica é feita por mais do que um equipamento primário.

2.2.1.3 Sistema individual

Neste grupo de sistemas individuais encontram-se os equipamentos destinados a climatizar apenas um determinado ambiente, como o próprio nome indica, servem apenas um local. Estes são sistemas constituídos por uma unidade exterior e uma unidade interior, funcionando segundo o sistema de expansão direta, o qual irá ser referido posteriormente nesta introdução teórica. Este tipo de sistema é normalmente destinado a edifícios pequenos, com reduzidas necessidades de climatização.

2.2.2 Quanto ao tipo de fluido

Outra forma possível de classificar os sistemas de climatização é quanto ao tipo de fluido que circula das unidades produtoras (frio ou calor) até às suas unidades terminais. Desta forma podemos dividir os sistemas nos seguintes grupos:

- Ar-água;
- Tudo ar;
- Tudo água;
- Expansão direta.

2.2.2.1 Sistemas ar-água

Nos sistemas água-ar, a água é o elemento utilizado para transportar a energia, é o fluido térmico que transfere calor para os espaços. Esta transferência só é possível com a presença de unidades de produção de calor ou frio, nomeadamente bombas de calor e *Chillers*, respetivamente e equipamentos terminais, normalmente ventiloconvectores e piso radiante.

2.2.2.2 Sistema tudo ar

Nos sistemas tudo ar, é o próprio que tem a função de transportar a energia e climatizar todo o meio desejado.

São equipamentos como as unidades de tratamento de ar que têm a função de preparar o ar, aquecendo-o ou arrefecendo-o. Depois desta preparação o ar é direcionado através de condutas até ao local desejado de climatizar, sendo este insuflado através de equipamentos terminais.

2.2.2.3 Sistema tudo água

Quando se fala num sistema tudo água normalmente é sempre dado como exemplo de unidades terminais os radiadores. Estes dissipam a energia térmica para a zona a climatizar, esta transportada por água. Ao libertar esta energia a água retorna ao equipamento primário, uma caldeira, por exemplo, de onde segue mais água quente em tubagens em direção aos radiadores, fechando assim o circuito.

Com o sistema tudo água não só é possível efetuar aquecimento ou arrefecimento, no caso de um sistema a 2 tubos, mas também aquecimento e arrefecimento em simultâneo, com recurso a sistemas de 4 tubos.

2.2.2.4 Sistema de expansão direta

Para transportar a energia, neste tipo de sistemas é utilizado fluido frigorigéneo. A gama de utilização vai desde um sistema simples em que com apenas uma unidade interior (mono-split) é feita a climatização de um espaço, até um sistema de alguma dimensão que consegue climatizar um edifício inteiro (VRV).

Neste tipo de sistemas é possível reverter o ciclo, isto é, é possível com a mesma máquina fazer aquecimento e arrefecimento. No caso de alguns VRV (3 tubos) é até possível fazer arrefecimento e aquecimento em simultâneo.

2.2.3 Aplicação

Outra forma de classificação é a sua aplicação, podendo ser equipamentos primários, estes são aqueles cujo a função é a de produzir a energia térmica que será utilizada pelos restantes equipamentos. Encontram-se normalmente em zonas técnicas, em coberturas ou outras zonas de edifícios que não tem o acesso de toda a gente. Alguns exemplos de equipamentos primários são UTAS, *Chillers*, *Rooftops*, etc.

Dá-se o nome de equipamentos intermédios àqueles que estão entre os equipamentos primários e os terminais. A função destes é a de regular e distribuir os fluidos em questão (depende do tipo de fluido primário que o sistema em questão utiliza), são exemplos destes aparelhos as bombas, válvulas e registos.

Saindo o fluido do equipamento primário, passando pelos equipamentos intermédios, chega aos terminais. No local a climatizar são eles que fazem o direcionamento do fluido às zonas específicas. São estes grelhas, difusores, unidades interiores, etc.

De forma a controlar e regular todo o sistema existem ainda os equipamentos de regulação, dando alguns exemplos manómetros, termómetros, sondas.

2.3 Principais equipamentos utilizados

O objetivo do seguinte subcapítulo é o de introduzir diversos equipamentos que fazem parte do mundo do AVAC fazendo uma breve explicação do modo de funcionamento e da sua área de aplicação, seja a de climatização, ventilação e AQS.

2.3.1 UTA

Uma Unidade de tratamento de ar (UTA) é um dos principais equipamentos utilizados em sistemas de climatização, tendo as principais funções de renovação do ar, filtração do ar, ventilação e tratamento térmico do ar. É constituída por vários “subequipamentos” nomeadamente:

- Ventiladores;
- Permutadores de calor (baterias de água, baterias DX, recuperadores de calor, etc.);
- Registos de caudal;
- Filtros;
- Atenuadores acústicos;
- Humidificador de ar.

Tendo em conta que quanto maior o número de processos de tratamento previstos para uma UTA, maior serão as dimensões da mesma, pois o número de tais “subequipamentos” será maior.

Segundo a Eurovent, a entidade europeia independente dedicada à certificação do desempenho de equipamentos de ar condicionado e refrigeração, uma UTA é “uma caixa com painéis duplos de chapa com isolamento composta pelo menos por um ventilador, um filtro e um componente que tenha ação sobre a temperatura do ar (recuperador de calor, bateria de aquecimento ou de arrefecimento, humidificador ou desumidificador) com um caudal de ar superior a 1000 m³/h.

Paralelamente a estas, existem também unidade de tratamento de ar novo (UTAN). Estas, como o nome indica, são UTAS nas quais todo o ar insuflado é ar novo, ar vindo do exterior, possuindo, portanto, secção de mistura, sendo todo ar extraído do espaço expulso para o ambiente. Na figura 4 é apresentada uma fotografia captada pelo aluno numa linha de montagem da UTAN Pure da Arfit.



Figura 2.4 – UTAN Pure – Arfit.

2.3.2 Rooftop

Uma *Rooftop* é um equipamento que, assim como uma UTA, tem a função de tratar e preparar o ar a introduzir nos espaços a climatizar. A particularidade que distingue uma *Rooftop* de uma UTA é o facto desta ser um equipamento mais compacto não oferecendo tanta flexibilidade por não ser modular, o que não permite acrescentar elementos à sua constituição. Esta é a principal desvantagem de uma *Rooftop*, não existindo esta flexibilidade muitas vezes desejada. Esta particularidade pode, por outro lado, ser vista como uma vantagem, uma vez que, necessita de pouco espaço e sendo por isso muitas vezes escolhida para utilização em locais reduzidos, como zonas técnicas e coberturas. A produção de calor/frio é possível apenas de uma forma, a expansão direta.

2.3.3 Unidade recuperadora de calor

As unidades recuperadoras de calor são equipamentos construídos com um princípio bastante simples, aproveitar a energia de um espaço climatizado. São constituídos por dois ventiladores, um com a função de extrair o ar do espaço, e outro que introduz o novo ar no mesmo. Dentro do recuperador existe uma zona, com recurso a um permutador, em que o calor é transferido do ar viciado para o ar novo. O ar ao passar neste permutador capta alguma da energia nele presente. O ar novo recupera parte desta energia e assim é insuflado a uma temperatura mais próxima da definida para o espaço interior.

Com esta unidade de recuperação de calor é possível uma poupança de energia bastante significativa e conseqüentemente uma melhoria na eficiência energética, isto porque não será necessária tanta energia a climatizar o espaço em questão para atingir os valores de temperatura desejados.

A figura 5 mostra uma unidade recuperadora de calor da marca Arfit, em fase de fabrico numa das linhas de produção.



Figura 2.4 – URC – Arfit.

2.3.4 Bomba de calor

As bombas de calor são equipamentos cada vez mais utilizados como meio de produção de calor, não só para AQS, como também para climatização. Este ganho de popularidade surge pois é um equipamento com elevado coeficiente de desempenho (COP).

De um modo simplificado, no exterior existe um evaporador, no qual ao circular um fluido refrigerante que absorve calor, este é que é pressurizado no compressor. De seguida, ao passar pelo condensador, o calor é transferido e a água aquecida. Ocorre seguidamente a condensação e o fluido passa por uma válvula de expansão, que faz diminuir drasticamente a pressão e a temperatura, repetindo-se posteriormente este ciclo. Invertendo o ciclo é possível o objetivo passar a ser o arrefecimento e não o aquecimento.

A figura 6 é um exemplo de uma bomba de calor do tipo Split do fabricante Baxi.



Figura 2.5 – Bomba de calor Split – Baxi.

2.3.5 Ventilconvector

Os ventilconvectores oferecem conforto térmico pela transferência de calor por convecção. Como já referido anteriormente são unidades terminais de um sistema a “ar-água”. São constituídos por um filtro de ar, permutadores de tubos alhetados, um ventilador e toda a sua estrutura e acessórios.

Este equipamento é apresentado de diferentes formas, podendo ser carroçados, colocados na parede (verticalmente) e no teto (horizontalmente) ou não carroçados, estes de conduta ou de chão, como é possível ver na figura 7.

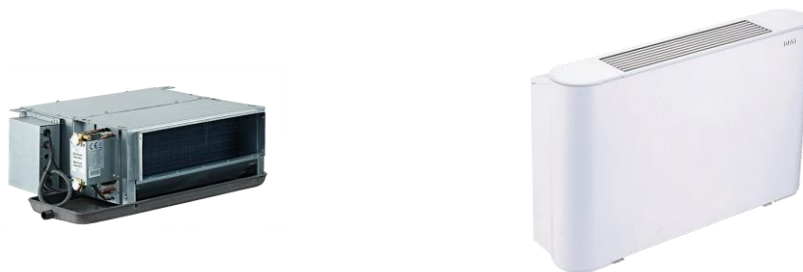


Figura 2.6 – Ventilconvectores.

2.3.6 Ventiladores

Para movimentar o ar existem os ventiladores, sendo usados tanto para impulsionar o ar (ventiladores de insuflação) como para extrair o ar (ventiladores de extração). Existem várias opções de classificar os ventiladores, incluindo sua direção de movimentação de ar, regime de funcionamento e temperatura de operação.

Em relação à direção do ar, existem vários tipos de ventiladores, destacando-se os: axiais e centrífugos, por serem os mais utilizados na área.

A classificação dos ventiladores segundo o tipo de motor pode ser feita entre motores EC (comutados eletronicamente) ou AC (corrente alternada). A escolha entre esses tipos é crítica, pois afeta a eficiência e o controle do ventilador. Os motores AC operam com base na variação da frequência da corrente alternada. Já os motores EC são mais eficientes, mantendo essa eficiência em diferentes velocidades, reduzindo o consumo de energia e calor gerado.

Finalmente, quanto à temperatura de operação, existem ventiladores projetados para trabalhar em temperaturas ambiente normais e ventiladores de desenfumagem, capazes de funcionar em temperaturas de até 400 °C por até duas horas em caso de

incêndio. Esses ventiladores são especialmente selecionados para a extração do fumo em situações de incêndio, exemplo da figura 8.



Figura 2.7 – Ventilador extrator em linha para condutas.

2.3.7 Mono-Split

Os sistemas Split são equipamentos de expansão direta constituídos por uma unidade interior e uma unidade exterior. Como apenas existe uma unidade interior, este sistema apenas consegue satisfazer uma divisão. Sendo normalmente utilizados em pequenos edifícios permitindo climatizar divisões isoladas.

Assim como noutros sistemas, existem várias possibilidades de unidades interior, desde mural, cassete, de conduta, entre outras. Dentro destas opções deve ser escolhida a unidade mais adequada para cada espaço.

2.3.8 Multi-Split

Este sistema é semelhante ao mono-split, apenas com a particularidade de que para apenas uma unidade exterior é possível ter mais que uma unidade interior ligada. A cada unidade exterior é normalmente possível ligar um máximo de 5 unidades interiores. Este valor pode variar consoante o fabricante do sistema. De referir que da unidade exterior dois tubos saem para cada uma das unidades interiores.

Na figura 9 é apresentado esquematicamente um sistema Multi-Split.



Figura 2.8 – Esquema de um Sistema Multi-Split LG.

2.3.9 VRV

Quando se fala de um sistema VRV, também conhecido por alguns como VRF, fala-se de um sistema semelhante ao multi-split na parte em que ambos são equipamentos de expansão direta nos quais uma unidade exterior serve várias unidades interiores, embora em menor número, comparado com o VRV, podendo este ligar até 64 unidades interiores a uma única unidade exterior.

As siglas VRV e VRF significam “Variable Refrigerant Volume” e “Variable Refrigerant Flow”, respectivamente, mas ambas se referem a sistemas em tudo semelhantes. Este sistema de expansão direta funciona com um fluxo de fluido frigorigéneo variável. Este fator permite que cada máquina interior determine a partir da temperatura interior naquele momento a capacidade necessária para atingir a temperatura solicitada no set-point estipulado.

Uma outra particularidade dos sistemas VRV é ser possível fazer o aquecimento e arrefecimento em simultâneo (com VRV a 3 tubos). Nos sistemas a dois tubos não existe esta possibilidade, podendo o equipamento estar em ciclo de arrefecimento ou aquecimento, mas não em simultâneo.

É apresentada na figura 10 uma linha da gama VRV da marca LG.



Figura 2.9 – Unidades exteriores sistema VRV modelo Multi V i LG.

2.3.10 Hotte – parietal e central

A ventilação é essencial em qualquer cozinha, podendo ocorrer tanto através de métodos naturais como por meio de sistemas de exaustão. De forma mecânica, essa ventilação acontece com recurso a hottes, estas conectadas a um ventilador. A finalidade deste equipamento é captar, filtrar e remover odores, fumos e gorduras, vindos dos alimentos que estão a ser preparados. Existem dois tipos de opções de disposição para este tipo de equipamento, do tipo parietal, encostados a uma parede e centrais, sempre instalados sobre a zona desejada para fazer a extração do ar.

A fim de assegurar que a cozinha esteja em depressão, o equipamento deve extrair mais ar do que aquele que está a ser insuflado para o espaço. A qualidade do ar no mesmo é preservada com a extração de todos os contaminantes e odores.

Existem três tipos fundamentais de hottes:

- A hotte estática (apenas extração) – este equipamento apenas faz a extração do ar filtrando-o e removendo odores nele presente. Este tipo de hottes pode colocar a cozinha num nível de depressão maior do que o necessário, sendo por isso necessário um equipamento externo para introduzir ar novo no espaço;
- A hotte de compensação – para além de fazer a extração do ar como a hotte anterior, a própria também compensa o ar da cozinha, este ponto é uma maior valia uma vez que dispensa a instalação de condutas e difusores adicionais.
- A hotte indutora – Para além de ser semelhante à hotte de compensação, tem a particularidade de o ar insuflado não interferir significativamente no espaço, isto porque o ar insuflado não é projetado para a cozinha, apenas é feita uma insuflação local na zona do equipamento de cozinha.

A figura 11 apresenta o esquema de cada tipo de hotte acabado de descrever.

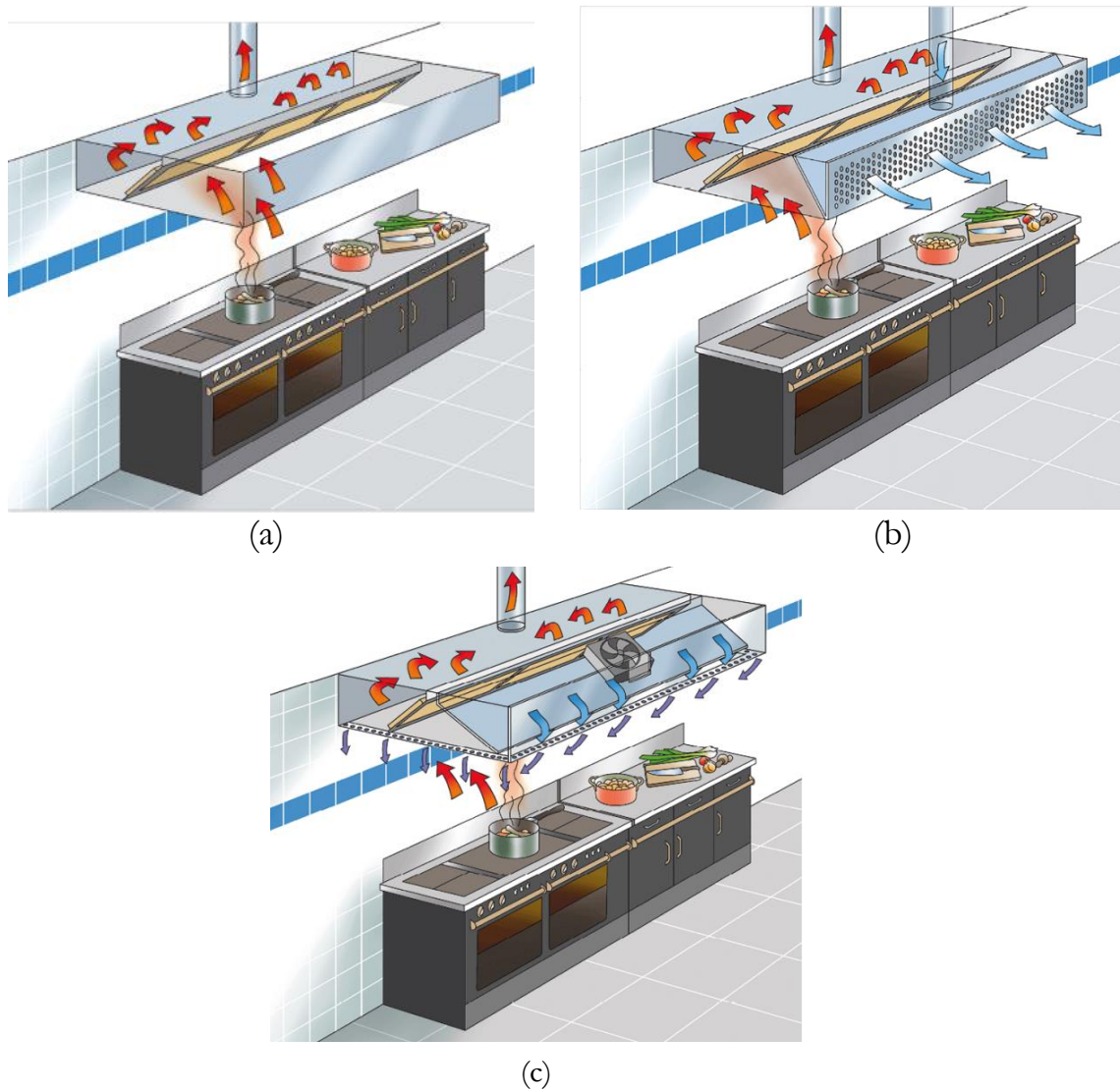


Figura 2.10 – Hottes estática (a), de compensação (b) e indutora (c) (Esquema France-Air).

3 TAREFAS DESEMPENHADAS

O objetivo deste capítulo é o de enumerar detalhadamente as principais atividades desempenhadas pelo aluno durante este estágio curricular. Durante o estágio, houve contacto com vários elementos que constituem a equipa de colaboradores da Airking. De destacar os elementos que mais “impacto” tiveram para o trabalho do aluno, nomeadamente os elementos do departamento de compras e os engenheiros do departamento de direção técnica.

Neste período de estágio foram várias as tarefas realizadas como análise de projeto, encomendas, análise de equipamentos, preparação de obra, acompanhamento de obra, projetos de conceção-execução entre várias outras. Estas diferentes tarefas foram desempenhadas com máximo empenho e dedicação, sempre com o intuito de adquirir experiência e conhecimento, independentemente das mais variadas áreas. Todas elas contribuíram de diferentes maneiras para a adaptação e para o crescimento do conhecimento na área da instalação de sistemas térmicos.

3.1 Compras/ técnica

Durante o tempo de estágio houve uma reestruturação na empresa, nomeadamente nos seus departamentos. Por motivos administrativos foi decidido fundir o departamento de compras com o departamento de direção técnica. Este foi o departamento no qual o aluno foi inserido durante grande parte do estágio e serviu não só para lhe dar uma maior noção de como funciona o ramo de instalação de AVAC como introduzi-lo ao mundo das instalações, permitindo criar contactos com importantes marcas do ramo e não só. O contacto com os vários processos realizados por este departamento e o planeamento para a realização dos mesmos foi desde muito cedo transmitido ao aluno. Para além disso também responsabilidades foram exigidas, encarregando o aluno de alguns destes processos no departamento.

De modo a enumerar as várias etapas elaboradas pelo departamento quando uma nova obra é adjudicada é apresentada a seguinte lista, por ordem de acontecimentos:

1. Nova obra;
2. Análise de projeto;
3. Trespasse;
4. Pedidos de cotação;
5. Análise de propostas;
6. Mapa comparativo;
7. Ficha de aprovação de material;
8. Encomenda do material.

1. Nova obra

São várias as solicitações de orçamentos que chegam todos os dias à Airking. Estes pedidos são dos mais variados, desde a área a trabalhar à dimensão da obra. Desta forma é o trabalho do departamento de orçamentação filtrar estes pedidos e focar naqueles que há interesse por parte da empresa. São várias as etapas pelas quais os orçamentos passam até à proposta final. Neste relatório estas etapas não vão ser descritas, pois não foi um departamento com o qual o aluno teve um grande contacto. No fim desta etapa o orçamento pode ser aceite pelo adjudicante e assim é ganha uma nova obra a qual continuará a ser trabalhada.

2. Análise do projeto

Existem dois elementos fundamentais num projeto, as peças escritas e as peças desenhadas. Estes são essenciais para uma boa compreensão e análise do mesmo.

Dentro das peças escritas estão presentes vários documentos, como MDJ (Memória Descritiva e Justificativa) que consiste numa descrição sumária de todo o projeto, o CTE (Condições Técnicas Especiais) que é o documento onde estão detalhadas todas as características técnicas dos equipamentos e materiais presentes no projeto. Estes dois elementos constituem o CE (Caderno de Encargos). Ainda fazem parte das peças escritas o MQ (Mapa de Quantidades) no qual estão presentes todos os equipamentos e restantes materiais considerados pelo projetista na realização do projeto.

As peças remanescentes são as peças desenhadas que consistem numa variedade de representações gráficas relacionadas à área de atuação. Como exemplo, podemos mencionar os desenhos referentes aos espaços de trabalho da empresa, como os esquemas das redes aeráulicas e hidráulicas, e outros desenhos pertinentes à especialidade desde a arquitetura à especialidade de SCIE.

A Airking, como empresa instaladora de sistemas AVAC, AQS, Instalações de desenfumagem, gestão técnica centralizada, redes de abastecimento de águas e combate a incêndios, tem por missão cumprir e fazer cumprir a revisão de projeto com uma análise crítica do projeto e emissão dos respetivos pareceres. Garantindo simultaneamente a compatibilidade entre os diversos projetos que não podem ser encarados como desassociados no seu todo, daí a importância de ter na sua posse os projetos de diferentes áreas.

Esta missão deve-se à responsabilidade que o dono de obra deposita nas empresas de instalação, como o primeiro membro a realizar a devida revisão aos projetos, com o intuito que a obra no seu todo seja realizada conforme foi pensada e acima de tudo que seja funcional e eficiente.

3. Trespasse de obra

O trespasse de obra é uma reunião que acontece sempre que uma nova obra é ganha, na qual o orçamentista encarregue da mesma expõe dados e pormenores a ter em conta. Entre muitos dos assuntos abordados temos:

- Localização;
- Dono de obra;
- Construtora;
- Fiscalização;
- Tipo de serviços que se irá executar;
- Peças escritas e peças desenhadas;
- Qualquer informação adicional que seja relevante mencionar.

É fulcral que no trespasse estejam presentes elementos como diretor de obra, direção de produção, direção técnica e compras. Uma vez que estes vão ser os elementos responsáveis de encaminhar a obra no melhor caminho possível, cada um com as suas funções, mas todos com esta mesma finalidade em comum.

4. Pedidos de cotação

Depois de finalizado o trespasse é necessário encontrar todo o equipamento e acessórios descritos pelo projetista. Para isso são efetuados pedidos de cotação deste material a vários fornecedores. Na fase de orçamentação já foram efetuados pedidos de cotação, deste modo normalmente podem ser aproveitados caso os orçamentos ainda se encontrem válidos. Caso contrário é solicitado aos fornecedores uma revisão da proposta. Por boa prática da empresa todos os fornecedores que responderam na fase de orçamentação serão novamente contactados, uma vez que a sua proposta pode ter ajudado em fase de concurso.

5. Mapa comparativo

Um mapa comparativo tem o objetivo de avaliar, de uma forma justa os equipamentos propostos pelos diferentes fornecedores. Estas comparações põe todas as marcas num mesmo “pé de igualdade”, ou seja, todas elas apresentam equipamentos equivalentes em termos técnicos, para assim, ser feita uma análise verdadeiramente justa dos mesmos. Isto porque, um mapa comparativo apenas faz sentido se os equipamentos nele presente apresentarem as mesmas características técnicas. Na figura 12 é apresentado um exemplo de comparação técnica entre uma marca de CE e uma marca alternativa.



Comparativo Bombas de Calor - Nomad Bay		
	ENERGIE (CE)	FRANCE AIR (Alternativa)
		
	AQUAPURA INVERTER 16	R-AQUA CGW MONOBLOC 16M
Designação	BC AQS C.1/2	BC AQS C.1/2
Refrigerante	R32 (GWP=675)	R32 (GWP=675)
Potência de arrefecimento (kW)	13,92	15,5
EER	3,58	3,77
SEER	-	4,55
Potência de aquecimento (kW)	15,6	15,7
COP	4,79	4,55
SCOP	3,72	4,17
Número de compressores	2 (Scroll Inverter)	2 (Scroll Inverter)
Número de circuitos independentes	1	1
Temperatura da água à saída, modo aquecimento (°C)	60	60
Temperatura da água à entrada, modo aquecimento (°C)	55	55
Potência sonora (dBA)	68	68
Pressão sonora (dBA) a 5m	58	46
Largura (mm)	997	878
Profundidade (mm)	437	445
Altura (mm)	1315	1206
Peso (Kg)	157	142
Consumo máximo (kW / A)	7,2 / 33,2	6,9 / 32
Alimentação elétrica	230 V, 50 Hz	230 V, 50 Hz

Figura 3.11 – Mapa comparativo de uma bomba de calor.

Ao analisar este comparativo é importante ter em consideração várias características que devem ser iguais ou superiores às da marca prescrita em CE, como:

- Desempenho e rendimento;
- Consumos;
- Garantias de funcionamento;
- Fatores monetários;
- Qualidade geral de construção e do equipamento em si;

A grande importância para a realização de um mapa comparativo é permitir avaliar, caso haja essa abertura pela parte da fiscalização e/ou dono de obra, marcas alternativas às descritas em caderno de encargos. Estas alternativas podem-se traduzir numa grande mais-valia a nível económico, não só para a empresa, como também para o dono de obra, através de menores valias.

Os fornecedores baseiam as suas propostas nos documentos que lhes são enviados. Normalmente mapa de quantidades, CTE e peças desenhadas são o suficiente para a elaboração de uma proposta. Depois de analisada a proposta pode ser necessário um pedido de revisão se esta não for de acordo com o pretendido.

6. Pedido de aprovação do material

Estando concluída toda a análise e estudo de diferentes soluções para os equipamentos é necessário colocar os mesmos a aprovação. Isto é, um documento é enviado à entidade fiscalizadora da obra no qual o equipamento em causa é proposto. Todos os elementos escolhidos para fornecer na obra são alvo desta análise. Consequentemente todos eles necessitam de um boletim próprio, independentemente de serem marca prescrita em caderno de encargos ou uma marca alternativa. Apenas depois da aprovação deste documento é que será possível considerá-lo para colocação em obra. Esta ficha é conhecida de várias formas: FAM (ficha de aprovação de material), PAM (pedido de aprovação de material), BAM (boletim de aprovação de material), mas independentemente do nome dado, a sua finalidade é a mesma.

Uma BAM é constituída por uma ficha na qual é descrito:

- Número da BAM, cada equipamento tem a sua BAM específica;
- Identificação do equipamento segundo CE e/ou MQ;
- Marca e modelo;
- Fornecedor;
- Observações, onde pode ser descrito o equipamento ou qualquer outro tipo de comentário pertinente.

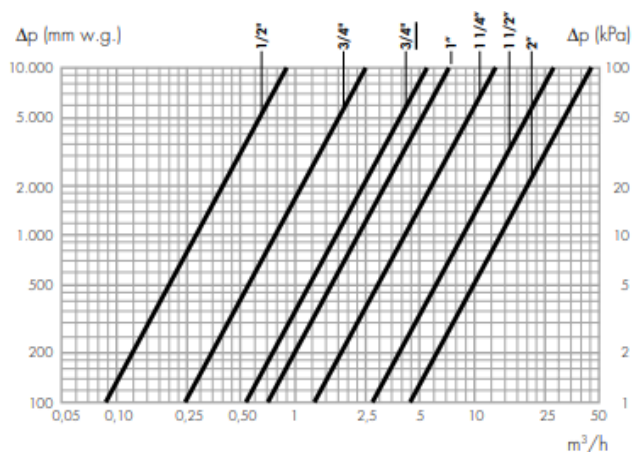
Muitas vezes para efetuar uma BAM de um material é necessária uma análise crítica e detalhada de modo a evitar erros que podem ser críticos, pondo em causa um sistema inteiro. Dando um exemplo muito breve, aquando de elaboração de uma BAM de uma válvula de segurança para colocar numa secção de tubagem em que circule água da rede pública é necessário ter em atenção selecionar uma válvula de segurança para 6 bar, pois é a pressão máxima a que a água normalmente circula.

Será ainda apresentado um outro exemplo de uma válvula de balanceamento com caudalímetro. Ao fazer a seleção do tamanho da válvula é essencial ter em atenção o caudal e a perda de carga causada pela válvula. Dando como referência um caudal de 11 l/min a primeira opção seria a válvula com o código 132512, no entanto ao

analisar o gráfico da figura 13 tem-se $11 \text{ l/m} = 0.66 \text{ m}^3/\text{h}$ obtém-se uma perda de carga de sensivelmente 6,5 kPa, o que seria uma perda de carga considerável para uma válvula e havendo uma hipótese mais favorável, a válvula com o código 132522, que para o mesmo caudal apresenta uma perda de carga com um valor insignificante, aproximadamente 1,4 kPa.

Code	132402	132512	132522	132602	132702	132802	132902
DN	15	20	25	1/2"	30	40	50
Size	1/2"	3/4"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
Flow rates (l/min)	2-7	5-13	7-28	10-40	20-70	30-120	50-200
Kv (m ³ /h)	0,9	2,5	5,4	7,2	13,1	27,8	46,4

Kv valves fully open



Figuras 3.12 – Tabela e gráfico para a seleção de uma válvula Caleffi.

Este documento é acompanhado por fichas técnicas (FT), declarações de conformidade (CE), esta marcação CE “é o passaporte que permite comercializar produtos no Espaço Económico Europeu. A marcação também é reconhecida em outros mercados internacionais” (Aenor Portugal, 2023), declaração de desempenho (DoP), fichas de seleção e lista de equipamentos. Depois de submetida para envio e analisada a BAM por parte da fiscalização a resposta da mesma pode ser positiva (BAM aprovada), negativa (BAM reprovada) ou condicionada (BAM aprovada, porém necessita de algum tipo de esclarecimento para com a fiscalização). Quando uma BAM se encontra reprovada junto da resposta deve vir uma justificação pelo qual o seguinte se sucedeu e haver possibilidade de procurar elementos que levem à posterior aprovação.

Na figura 14 está um exemplo de resposta por parte da entidade fiscalizadora bem como na figura 15 a documentação enviada que descreve a gama de temperaturas admitida para a válvula em questão.

A PAM007.06-Rev1 – **Válvula de Retenção** está aprovada de forma condicionada ao cumprimento do abaixo descrito:

“Condição:

Deve no mínimo trabalhar normalmente no intervalo entre os $[0^\circ ; 80]^\circ\text{C}$.

Não foi enviada evidência se a válvula **trabalha ou não** neste intervalo.”

Figura 3.13 – Resposta da Fiscalização ao envio de uma BAM para aprovação

SWING CHECK VALVES

**BRONZE SWING CHECK
VALVE METAL SEAT**

3010



- Bronze swing check valve metal seat
- Female/Female thread ISO 228 - NPT Female/Female thread on request
- Temperature range min 0°C - max +95°C / min +32°F - max +203°F

Valve suitable for distributing, regulating and interrupting liquids that could cause dezincification problems. It is especially recommended in harsh environments, such as marine ones, as long as the liquid is not salt water or with impurities that could damage the sealing. Shipbuilding, plumbing, heating and industrial sectors are the ideal fields of application. The flow direction is indicated by an arrow on the valve body, while the installation can be in horizontal or vertical position.

The seat tightness is guaranteed by a metal-to-metal seal.

Figura 3.14 – Documentação requerida da válvula em processo de aprovação.

7. Encomendas de material

Estando o equipamento aprovado pela parte da fiscalização é possível começar a encomendar o mesmo, onde é utilizado o software Primavera. Neste software é criado o documento da encomenda, onde é inserido o nome do equipamento, escolhido o código do produto dependendo da sua categoria, com os preços e descontos acordados. É também importante referir o local e a data da entrega e no caso de a entrega ser feita em obra é fundamental adicionar um contacto, seja do diretor de obra ou do encarregado. Cabe ao diretor de obra não só solicitar o pedido de encomenda ao departamento das compras como também agilizar a sua entrega da forma mais organizada e conveniente para o decorrer da obra. Ao enviar a encomenda ao fornecedor é conveniente também enviar a proposta do mesmo, para assim não existirem quaisquer dúvidas por parte dos mesmos. Na figura 16 é possível verificar um exemplo da folha de encomenda bem como o email genérico que a acompanha.

Instalações técnicas de sistemas AVAC

Pág. 1/1



Exmo.(s) Sr.(s)
Galécia, SA
Rua dos Combatentes, 681

Fajozes
4485-093 Vila do Conde

Original

Encomenda a Fornecedor Paula ECP 2023A/85

[Código Conduta - clique aqui](#)

N.º Contrib.	Moeda	Responsável da Encomenda	Data
502750006	EUR	MIGUEL CAPITOLINO	2023-03-22
Condição Pagamento		V/ Referência	
A 60 dias		368	

Artigo	Descrição	Obra	Qtd.	Un.	Dt. Entrega	Pr. Unitário	Desc.	Total Líquido
	A372-Bombeiros Moura							
COB-ML	9612 Tubo Cobre Nu Refrig. Rolo (6,35x0,8) 1/4"	A372	60,00000	MT	22/03/2023			

Entrega imediata
Morada para entrega:
Escola EB1 dos Bombeiros,
7860-107 Moura

Contacto:

anphs Documento Processado por Computador / ECP 2023A/85 / © PRIMAVERA BSI /

Quadro Resumo do IVA

Taxa	Incidência	Total IVA	Motivo Isenção
23,00			

Total (EUR)

Obs:

A Airking - Instalações Técnicas, Lda. não se responsabilizará pelo pagamento dos documentos que não cumpram as seguintes condições:
A fatura deve obrigatoriamente referir o número da respectiva requisição | Cada requisição deverá ser faturada individualmente.
Deverão confirmar a recepção desta requisição devolvendo-a devidamente validada.

Airking
Instalações Técnicas, Lda
C. S. 70.000€ | NIPC 510 729 061
Mat. na C.R.C. de Leiria Sob Nº 510 729 061

Rua do Pastor, 12
Boa Vista
2420-438 Leiria
PORTUGAL

T: +351 244 772 160
(Chamada para a rede fixa
nacional)

geral@airk.pt
www.airk.pt
GRUPO KING



Figura 3.15 – Encomenda de material.

Melhorias nas soluções

Muitas vezes as soluções apresentadas nos projetos não são as mais indicadas, podendo estas ser alvo de melhorias. No caso seguinte com um sistema VRV de uma certa marca os equipamentos apresentados têm uma potência exagerada.

Originalmente foi considerado que todos os equipamentos estariam em funcionamento ao mesmo tempo, o que, tratando-se de um edifício residencial independente com quatro quartos a climatizar não faz sentido, isto porque as divisões não serão utilizadas todas ao mesmo tempo, não havendo assim necessidade de ter todos os equipamentos interiores em funcionamento ao mesmo tempo. Com este objetivo em mente e tendo o dono de obra interesse em reduzir custos onde possível foi efetuada uma análise a este sistema.

Esta análise é efetuada com recurso ao programa da LG LATS-HVAC. Foi traduzida a solução apresentada inicialmente para o Software. Para além das máquinas exteriores e interiores é também necessário inserir as distâncias e alturas a que as unidades se encontram da unidade exterior recorrendo às peças desenhadas. Uma vez que esta solução pertence a um projeto já existente não se teve em conta as cargas térmicas das divisões a climatizar apesar do software apresentar esta possibilidade. Acabou por se chegar ao seguinte sistema constituído por unidades interiores do tipo de conduta e uma unidade exterior com 12,7 kW, na figura 17.

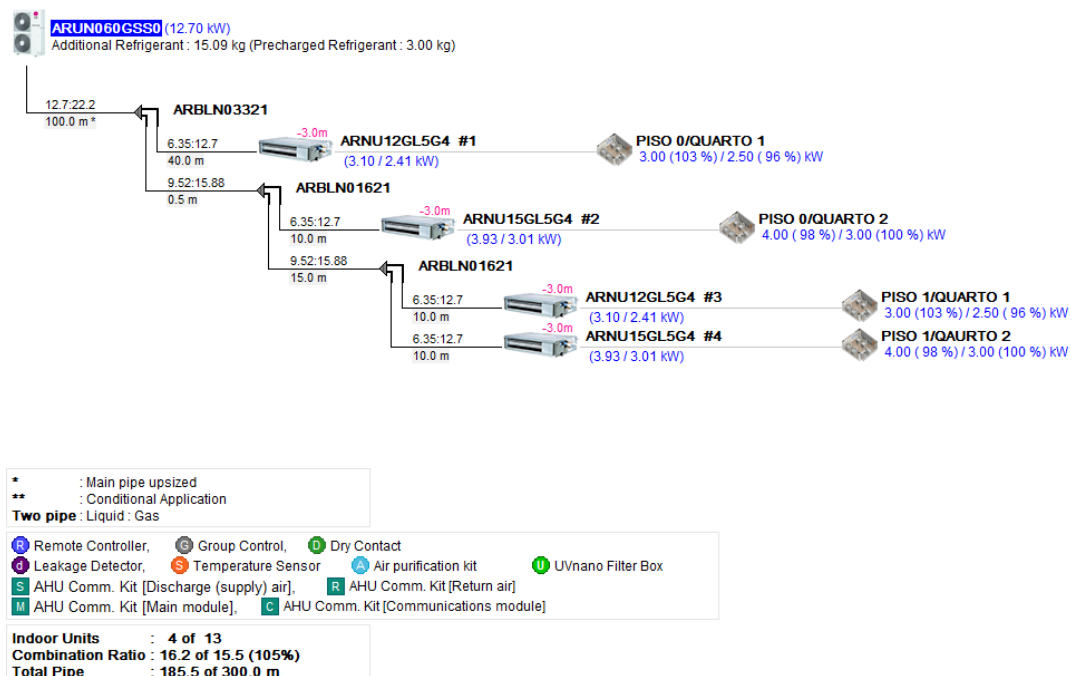


Figura 3.16 – Programa LATS-HVAC com fator de simultaneidade de 105%.

Instalações técnicas de sistemas AVAC

Para avaliar se o sistema é o mais adequado para uma moradia é necessário verificar o fator de simultaneidade. Várias marcas com vastos anos de experiência no ramo aconselham um fator de simultaneidade de até 130% para o caso em questão. Este valor surge tendo em conta o fator de combinação, dado pela percentagem da relação entre a soma das potências das unidades interiores e a potência da unidade exterior. O valor do fator de combinação que é obtido com os equipamentos prescritos pelo projetista é de 105% o que significa que a potência das máquinas interiores combinadas é superior à potência da unidade exterior. No entanto segundo o fator de simultaneidade apresentado pelos fabricantes ainda é possível aumentar este valor, reduzindo a potência da unidade exterior. É importante salientar que este valor apenas se aplica em situações em que não existe uma necessidade de todas as unidades interiores estarem em funcionamento simultâneo, sendo o caso desta moradia em estudo. Para casos em que todas as unidades interiores estão em funcionamento simultâneo como o exemplo de escritórios o fator de combinação não deve ser superior a 100%.

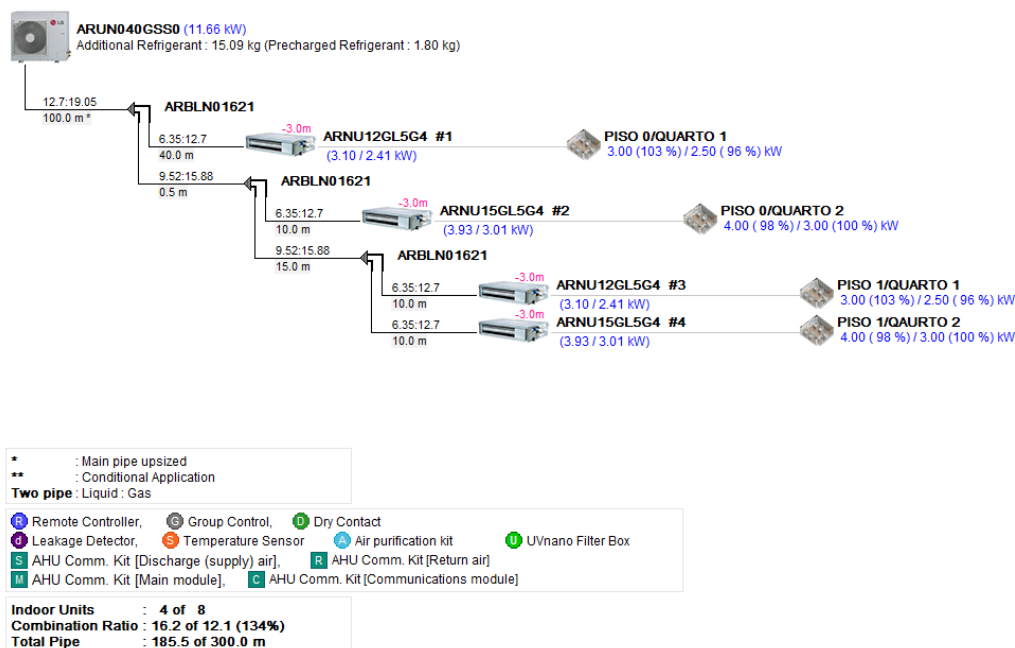


Figura 3.17 - Programa LATS-HVAC com fator de simultaneidade de 134%.

De modo a reduzir custos no preço das unidades foi então selecionada uma unidade exterior com uma potência mais baixa. Na figura 18 ao ser selecionando a ARNU040GSS0 a barreira dos 130% foi ultrapassada ao qual o programa reage com o seguinte aviso da figura 19. Não sendo possível uma máquina com potência de 11,66 kW, optou-se pela ARNUN050GSS0 de 12,64 kW com um fator de simultaneidade de 116%.

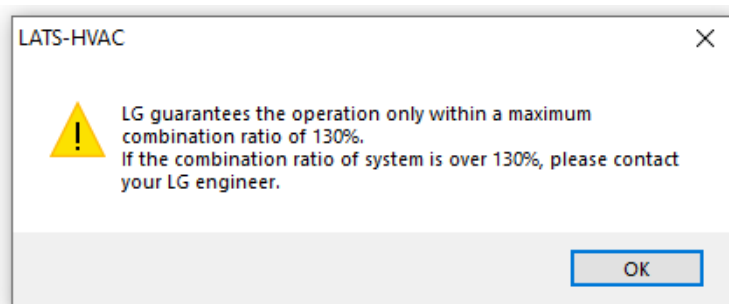


Figura 3.18 – Aviso de erro simultaneidade superior a 130%.

3.2 Acompanhamento de obra

O tempo passado no departamento técnico/compras foi fundamental para criar uma base estruturada de conhecimentos na área e foi possível adicionar novas tarefas no trabalho já desempenhado, como o de preparação e acompanhamento de obras.

O trabalho de um diretor de obra é de elevada importância desde dirigir a obra em diversos aspetos desde técnicos, económicos, administrativos, entre outros. Este elemento deve gerir a obra e acompanhá-la em todos os momentos, desde que lhe é atribuída até à entrega da mesma, sendo capaz de resolver todos os tipos de problemas que vão aparecendo durante a obra da melhor forma possível, tentando cumprir prazos, qualidade do trabalho executado e custo previsto.

O preparador de obra deve ser capaz de analisar tecnicamente projetos, proceder ao levantamento em obra das suas condições de execução, verificando a conformidade com o projeto, com vista à alteração/sugestão de melhorias, assegurando a aplicabilidade do projeto, bem como a otimização dos recursos. Deve realizar os desenhos de pormenor dos diversos componentes da empreitada, revendo as respetivas necessidades de material e procedendo ao pedido de encomenda, garantindo a afetação dos recursos necessários à consecução da obra. Deve elaborar as telas finais e compilar a documentação técnica de obra, nomeadamente a memória descritiva, lista de equipamentos, certificados, planos de manutenção, entre outros. Deve ainda apoiar o diretor de obra nas atividades inerentes à execução da obra, bem como, apoiar/substituir o encarregado de obra, caso seja necessário, assegurando a continuidade da obra.

No período de estágio foram várias as obras que o aluno teve oportunidade de visitar, acompanhando sempre o diretor de obra. O objetivo inicial das visitas era de se familiarizar com o ambiente de obra e com o decorrer do tempo foram-lhe dados trabalhos de modo a auxiliar o diretor de obra, havendo uma evolução na responsabilidade e complexidade destes afazeres. Algumas das obras que foram acompanhadas incluem:

- Unidade de Saúde de Amor;
- Sé Patriarcal de Lisboa;
- Unidade de Saúde Bidoeira de Cima;
- Quartel Bombeiros Sapadores de Lisboa;
- Sanfil- Unidade de Saúde São Francisco;
- Unidade de Saúde Beatriz Godinho;

Antes de iniciar a descrição dos trabalhos realizados aquando dos acompanhamentos das várias obras, é fulcral incidir no tema da segurança no trabalho. Este tema é repetido inúmeras vezes no mundo das obras, uma vez que pode salvar os participantes de desastres maiores.

Para estar presente na obra é de carácter obrigatório a utilização de equipamentos de proteção individuais, conhecidos por EPIs. Fazem parte deste grupo capacete, colete refletor e botas de biqueira e palmilha de aço. Para além destes equipamentos que tem de estar sempre presentes, há outros, também de carácter obrigatório, que são utilizados em situações específicas como óculos de proteção, luvas e máscara quando são manuseados ou aplicados certos produtos prejudiciais para a saúde ou, por exemplo, no caso da atividade a realizar ser uma soldadura é necessário também proteção para os olhos. Quando um trabalho é realizado em altura é necessário equipamento de segurança, equipamento de escalada, para não haver o risco de uma queda. Há vários outros exemplos de situações onde outros tipos de proteções podem ser necessários. Na seguinte figura 20 está um exemplo de aviso muitas vezes encontrado em obras.



Figura 3.19 – Aviso de utilização de equipamentos de proteção individuais (EPI).

De forma a clarificar o trabalho realizado durante o estágio serão descritos por ordem cronológica alguns dos mais relevantes.

3.2.1 Verificações finais

A medição de caudais é um processo que é realizado na parte final de uma obra. Este trabalho consiste na verificação dos caudais de projeto, isto é, averiguar se o caudal presente nos elementos terminais de um sistema AVAC, como grelha e difusor, está de acordo com o indicado em projeto. Para isto é necessário ter o desenho das condutas e um aparelho que permita a medição do caudal, neste caso da marca KIMO. Este aparelho tem diversos acessórios, o utilizado para esta tarefa foi a sonda de molinete de 100 mm. É possível selecionar a dimensão das grelhas, deste modo o aparelho consegue apresentar diretamente o valor do caudal. Estando as dimensões selecionadas dá-se início à medição conforme a figura 21 representativa. Quando a grelha é de dimensões elevadas, como o exemplo apresentado na imagem normalmente é efetuada a medição com uma média dos caudais, percorrendo o aparelho ao longo de toda a grelha de forma o mais uniforme possível, esta média é feita pelo próprio aparelho, definido o intervalo de tempo. Em muitos casos é mais aconselhável a utilização de um cone acessório.



Figura 3.20 -Verificação de caudal numa unidade terminal.

No caso de o caudal que estiver a ser indicado pelo aparelho for diferente do projetado é necessário regulá-lo até os valores de caudal pretendidos com recurso a registos, presentes nas grelhas ou ao longo das condutas. Por vezes pode ser necessário recorrer a outros métodos, no caso da regulação agora referida não ser suficiente, como regular a velocidade do ventilador, com recurso ao regulador nele presente.

3.2.2 Medições e análise de projeto

Durante diversas fases da obra e por diversos motivos o projeto pode sofrer alterações. Neste caso que será descrito em seguida foi porque a arquitetura sofreu alterações, o que consequentemente acarreta alterações para quase todas, se não todas as especialidades. Algumas das reuniões de obra a que foi possível assistir foram devido a este facto. Estando presentes nas reuniões, arquitetos, projetistas de diversas especialidades e diretores de obra.

Foram necessários realocar 7 ventiladores que se encontravam já instalados no piso -2, isto porque numa destas revisões de arquitetura foi criada uma zona técnica que não existia antes, a qual ficou a coincidir com a localização destes ventiladores. Nos desenhos das figuras 23 e 22 é possível verificar os ventiladores na sua disposição antiga e na disposição nova. Foram estudadas várias soluções para evitar desfazer o trabalho já executado, mas a opção tomada acabou por ser a de realocar estes ventiladores.



Figura 3.21 – Disposição inicial dos ventiladores sobrepostos com nova alteração da arquitetura.

3.3 Preparação de obra

Para as obras é também necessária a preparação do material a aplicar. Neste caso é elaborada uma lista com os vários plenos que são necessários encomendar para uma determinada rede aerúlica. Esta lista é elaborada depois de uma análise das peças desenhadas onde esta rede presente. São anotadas as dimensões e as características de cada um deste plenos e em seguida, com desenhos já presentes na biblioteca da empresa é elaborada a lista com as quantidades e dimensões. Caso não exista já o desenho de um determinado pleno este é desenhado e acrescentado.

Na figura 25 apresenta-se um desenho da rede aerúlica com as dimensões das grelhas e conseqüentemente dos plenos listados na figura 26.

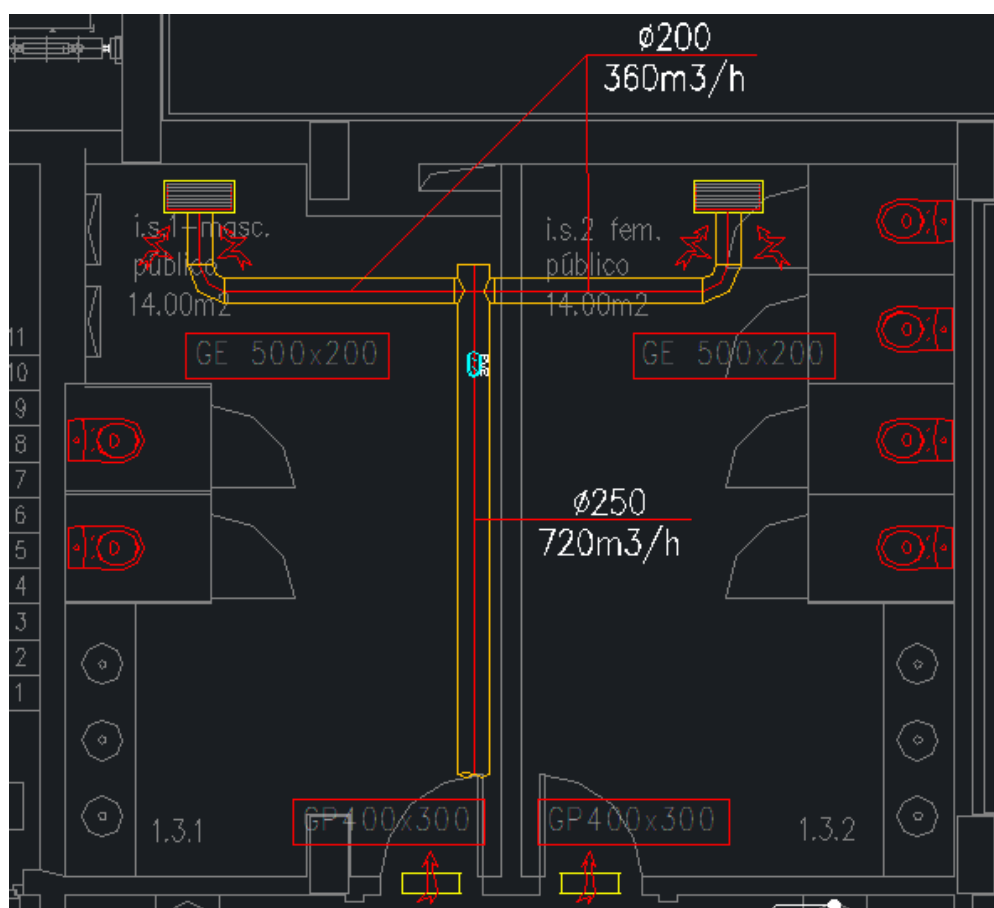


Figura 3.24 – Rede aerúlica com plenos.

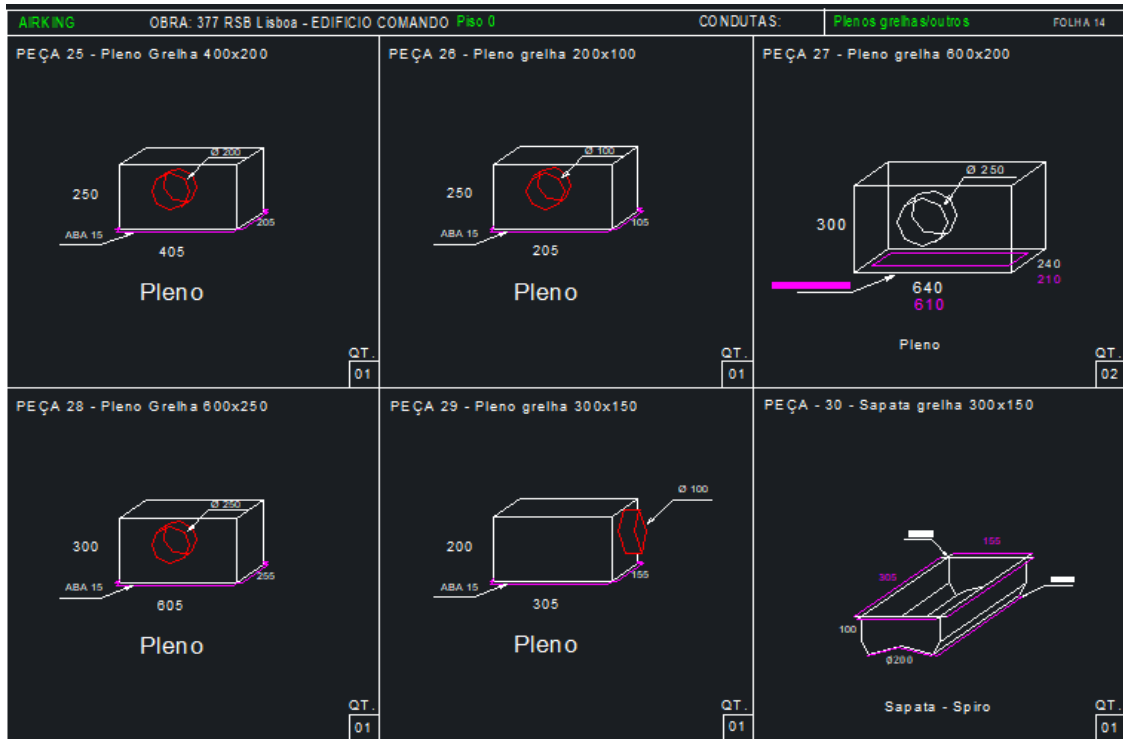


Figura 3.25 – Listagem de plenos.

3.3.1 Stock RCF

Pelos mais variados motivos no final de uma obra pode dar-se o caso de sobrar material, desde alterações ao projeto que aconteceram quando o material já foi encomendado a apenas um engano num levantamento. Quando isto acontece o material retorna para o armazém para este ser verificado e quantificado de modo a poder ser utilizado num trabalho futuro.

Aquando do período de estágio ocorreram cheias em Lisboa, as quais afetaram bastantes vidas e bens materiais. Foi o caso de um local onde a Airking tinha vários equipamentos guardados, enquanto estavam à espera para serem colocados em obra. Dado esse facto muitos desses equipamentos ficaram inutilizáveis. Apesar deste infeliz acontecimento haveria possibilidade de algum deste material estar em bom estado de funcionamento, mas para se confirmar foi necessário testá-lo. Foi o caso de alguns registos corta-fogo (RCF) que ficaram ao encargo do aluno, o trabalho de verificar o seu bom funcionamento e o de quantificá-los.

Os registos corta-fogo servem para isolar, de forma automática, zonas de fogo em sistemas de ventilação e ar-condicionado. Os RCF têm um fusível térmico que ao atingir uma determinada temperatura é ativado e o registo é fechado automaticamente. Podem ser circulares ou retangulares e fecho automático por

fusível térmico de rearme manual, fecho mecânico por sinal eletromagnético (à emissão ou à rotura) e rearme manual; fecho e rearme automático com servomotor.

A Figura 27 mostra o teste de um RCF com betoneira de 24V. O ensaio foi efetuado para quando o registo estiver completamente fechado um indicador vermelho encontra-se ligado, já quando o registo abre completamente acende a luz verde. Já o RCF de rearme manual apenas necessitam de rodar a alavanca para reabrirem, como o próprio nome indica. Apenas foi testada a abertura e o fecho destes equipamentos para o seu teste. No fim de testados foram numerados numa tabela e fornecida ao armazém para futuramente serem aproveitados.

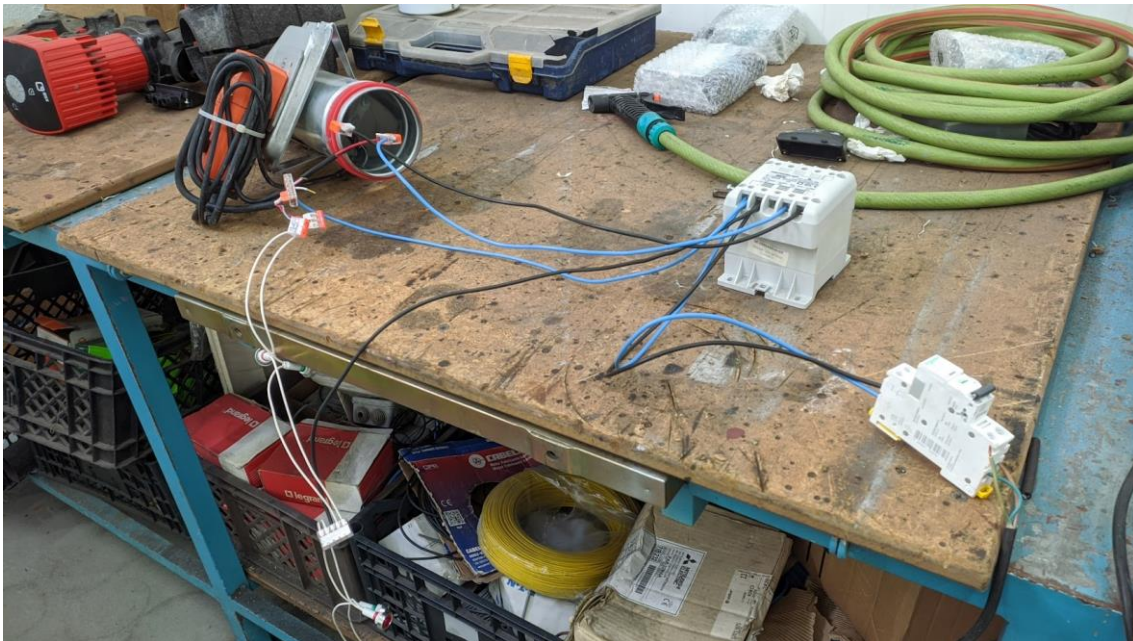


Figura 3.26 – Verificação do funcionamento de RCF.

3.3.2 Formações

Um ponto muito importante para a empresa é a aposta na formação dos seus colaboradores. Desta forma foi marcada presença em algumas formações de fornecedores, que ocorreram durante o tempo de estágio.

São de salientar algumas formações e apresentações de novos produtos como:

- Formação sobre piso radiante e ventiloconvectores da Baxi;
- Formação sobre solar térmico doméstico da Baxi;
- Formação sobre solar fotovoltaico doméstico da Baxi;
- Apresentação da nova solução VRV Multi V i da LG;
- Apresentação de novos produtos Mollier;

A presença em todos estes eventos tem uma grande importância não só no ponto de vista de aprendizagem técnica, como também o de contactar e conhecer diversos fornecedores, criando uma ligação profissional mais forte entre empresas.

4 PROJETO CONCEÇÃO/CONSTRUÇÃO

Durante o estágio curricular o aluno teve oportunidade de acompanhar alguns dos projetos de conceção/construção que foram solicitados ao departamento durante este tempo. O conceito de um projeto conceção/construção representa uma abordagem integrada no campo da construção e engenharia. Na fase de projeto, são desenvolvidos planos detalhados, requisitos e orçamentos. A etapa de conceção envolve a criação e desenvolvimento de ideias para atender aos requisitos. A fase de construção é a implementação física do projeto, coordenando atividades como contratação de empreiteiros e aquisição de materiais. Essa abordagem visa uma integração eficaz das diferentes etapas, otimizando a eficiência e minimizando custos ao longo do processo de construção

O projeto que vai ser exposto neste relatório foi denominado internamente como “Verde Lago” no qual foi requisitado sistema de AQS de um balneário com recurso a solar térmico com sistema auxiliar de uma caldeira com depósito de acumulação, ventilação mecânica para os balneários, um sistema de hotte para a cozinha e climatização na zona de refeitório.

4.1 Sistema AQS

Deu-se início ao cálculo de AQS com auxílio de dois softwares de dimensionamento, o DWS – Domestic Water Sizer da Caleffi e o Baxi WICA.

Com o intuito de inserir os dados o mais corretos possível no software é necessário analisar toda a informação que dispomos, nomeadamente a planta do edifício e os comentários nele presentes. Pelo número de cacifos e um número estimado de funcionários dado pelo dono de obra, podemos concluir que no balneário feminino temos três chuveiros e cacifos para cento e duas pessoas já no balneário masculino também três chuveiros e cacifos para cento e sessenta e oito pessoas.

The image shows a screenshot of the Caleffi software interface for water system calculation. The interface includes several input fields and dropdown menus:

- Factory locker room:** A dropdown menu with the selected option "Factory locker room".
- Number of showers:** A text input field containing the value "20".
- Number of taps:** A text input field containing the value "0".
- Unit of measurement of consumption:** A dropdown menu with the selected option "L".
- Cold water drawing temperature:** A text input field containing the value "10".
- Hot water temperature at point of use:** A text input field containing the value "45".
- Hot water storage temperature:** A text input field containing the value "60".
- Peak time [h]:** A text input field containing the value "1".
- Pre-heating period [h]:** A text input field containing the value "2".

Figura 4.27 – Dados inseridos no software Caleffi.

Total consumption:	Calculated volume:	Estimated power output:	Suggested water storage volume:
3000 L	1400 L	40.6 KW	1500 L

Figura 4.28 – Resultado do volume de acumulação e potência estimada

Nas figuras 28 e 29 são apresentados os dados inseridos no software da Caleffi e os respetivos resultados.

Na primeira fase, foi calculado o volume do depósito de acumulação. Indicando a razão de cada valor inserido no programa de cálculo, começa-se por selecionar o tipo de edifício, neste caso a opção mais correta disponível é a “balneários de uma fábrica”, indicando o número de pontos de água quente (neste caso apenas o número de chuveiros). As várias temperaturas da água, desde a água fria de recolha (10°C), da temperatura da água quente de utilização (45°C) e da temperatura de água quente de acumulação (60°C). Uma vez que nem toda a informação era certa foi necessário assumir hipóteses de possíveis cenários, acabando por se escolher um período de ponta de uma hora e com um período de duas horas de pré-aquecimento.

Para confirmar a veracidade destes valores utiliza-se um segundo software, como já foi referido acima, o da Baxi. Demonstrado na figura 30.

Temperatura de acumulação (°C) *	Temperatura de consumo (°C)	Produção de AQS	
<input type="text" value="60"/>	<input type="text" value="45"/>	Acumulação	
<small>*Valor calculado de acordo com o REH.</small>			
Número de pessoas	Consumo por pessoa e por dia		
<input type="text" value="36"/>	<input type="text" value="60"/>		
⊕ Adicionar consumos			
Contribuição 10 minutos	Contribuição 1ª hora	Contribuição 2ª hora	Contribuição 3ª hora
480.77 litros a 45°C	1602.5€ litros a 45°C	961.55 litros a 45°C	641.03 litros a 45°C
Recomendação a instalar		Instalação de diferente volume	
Volume de acumulação	1100 litros	Volume de acumulação	<input type="text"/> litros
Potência gerador de AQS	67.66 kW	Potência gerador de AQS	<input type="text"/> kW
Tempo de recuperação do depósito	<input type="text" value="1"/> horas		

Figura 4.29 – Software Baxi Wica.

Conclui-se que para os mesmos valores o software da Caleffi propõem um maior volume de acumulação, enquanto o software Baxi primazia uma maior potência geradora de AQS e um menor volume de acumulação. Esta diferença nos resultados deve-se ao facto dos dois softwares, com os seus vários anos de experiência na área, terem parâmetros de cálculo diferentes. Com estes dados, tendo em conta que estes não são factuais, assumiram-se duas hipóteses no tempo de recuperação, uma e duas horas. Com esta diferença os sistemas serão diferentes, nomeadamente no volume de acumulação e da potência da caldeira.

Neste relatório apenas será apresentada a segunda hipótese, deste modo assumindo um tempo de recuperação de duas horas e seleccionando resultados dos dois programas de cálculo, isto é, os valores de acumulação e potência que serão apresentados são uma otimização, jogando pelo seguro, dos valores obtidos pelos softwares. Conclui-se um depósito de 1500 litros com serpentina interna de 3 m² superior e 2 m² inferior, sendo a serpentina inferior para o solar e a serpentina superior para a caldeira. A caldeira seleccionada necessita de 45 kW para cumprir este requisito e foi seleccionada uma caldeira de condensação BIOS Plus 50F da Baxi.

As superfícies das serpentinas são calculadas com a seguinte equação (Equação 1):

$$S = \frac{Qh}{K \times (t_{ms} - t_m)} \quad (1)$$

Onde:

- S = Superfície da serpentina [m²];
- Qh = Calor horário transmissível pela serpentina (calor horário pedido à caldeira) [kcal/h];
- K = Coeficiente de troca térmica de serpentina (neste caso K=500 para as de ferro preto) [kcal/h/m²/°C];
- t_{ms} = Temperatura média do fluido aquecedor, dada pela média entre a temperatura de emissão e de retorno do fluido aquecedor [°C];
- t_m = Temperatura média do fluido aquecido, dada pela média entre a temperatura da água de acumulação e a temperatura da água fria de alimentação [°C].

De seguida é necessário seleccionar a válvula misturadora termostática mais indicada para este sistema. Estas válvulas são montadas entre o acumulador e as torneiras de água quente sanitária. A sua função é misturar a água quente com a água fria e manter a uma temperatura constante a produção de AQS, para a seleccionar recorre-se novamente ao software de dimensionamento da Caleffi. O caudal é determinado com a tabela da figura 31.

Unidade de medida: l/s
 Tipologia de ponto de utilização: Escolas e centros de

Coefficiente de simultaneidade sugerido

Aparelhos	Número de aparelhos	Caudal unitário	Caudal
Lava-louça	2	0.2 l/s	0.4 l/s
Lavatório	6	0.1 l/s	0.6000000000000001 l/s
Bidê		0.1 l/s	0 l/s
Chuveiro	6	0.15 l/s	0.8999999999999999 l/s
Banheira		0.2 l/s	0 l/s
Outro		0 l/s	0 l/s
Caudal total			1.9 l/s
Caudal de projeto			1.82 l/s

OK

Figura 4.30 – Definição do caudal de projeto (Caleffi).

Com o caudal de 1.86 l/s definido obtêm-se algumas hipóteses para a válvula misturadora termostática, acabando por ser selecionada a válvula da Caleffi com código 523073.

De uma forma simples era possível ter uma ideia do número de coletores solares necessários tendo em conta que para cada metro quadrado de CS permite o aquecimento de 60 litros, logo sabendo que o depósito de acumulação de 1500 litros seriam necessários 12.5 coletores solares de 2 m². Para confirmar este valor recorrendo ao Baxi WICA selecionando o modelo e este número de coletores obtêm-se uma acumulação recomendada de 1482 litros (figura 32), deste modo foram considerados 12 coletores solares modelo Sol 200V com uma disponibilidade térmica de 20 kW, dispostos em duas baterias de 6 em cobertura horizontal como representado na figura 33, controlador solar CS10, grupo hidráulico SH14, um vaso de expansão sanitário de 100 litros, um vaso de expansão solar de 80 litros e uma eletrobomba com 1,2 m³/h para uma perda de carga de 8 m.c.a., no entanto o circulador presente no grupo hidráulico SH14 permite estes valores não sendo necessário selecionar um circulador diferente.

Coletor Solar	Nº de coletores solares	Acumulação solar recomendada (l)
SOL 200	12	1482

Figura 4.31 – Número de coletores na instalação.

Instalações técnicas de sistemas AVAC

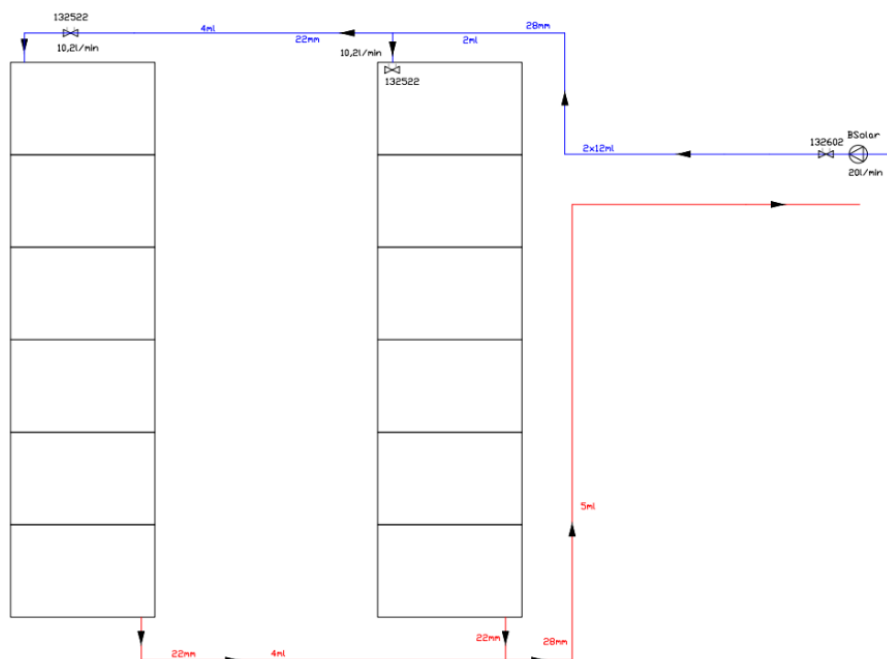


Figura 4.32 – Esquema da disposição das baterias de coletores.

Para calcular o caudal do circuito primário é utilizada a seguinte tabela Excel da figura 34, apresentado a dimensão da tubagem necessária para a velocidade máxima do fluido desejada. No entanto de um modo analítico aproximado este valor pode ser calculado com a seguinte forma (Equação 2). Logo fazendo o cálculo com 12 coletores cada um deles com 2 m² obtém se o valor de 1200 l/h, valor este aproximado ao dado pela tabela Excel.

$$Q = 50 \times n^{\circ} \text{ de coletores} \times A \quad (2)$$

Em que:

- Q = Caudal [l/h];
- A = Área por coletor [m²]

Velocidade máxima do fluido [m/s]		CIRCUI TO 1 - Tubagem		SOL 200									
Troço	Nº Coletores Alimentados	Caudal			Diâmetro da Tubagem [mm]			Velocidade [m/s]	Comprimento do troço [m]	Perda de Carga			Volume do Troço [L]
		[L/h]	[m ³ /h]	[m ³ /s]	Calculado	Interno	Externo			nº Reynolds (Re)	Factor de Atrito (f)	ΔP [m c.a.]	
	12	1224	1,224	0,0003	23,26	26	28	0,640386753	35	8325	0,0327823	0,9233422	18,58
	6	612	0,612	0,0002	16,45	20	22	0,541126807	12	5411	0,03713409	0,33286343	3,77
TOTAL (apenas no que respeita à tubagem)												1,256	22,35

Figura 4.33 – Cálculo do caudal e capacidade do circuito primário solar.

Com a capacidade calculada é agora possível calcular o vaso de expansão solar (Figura 35) e também o sanitário (Figura 36). A função do vaso de expansão é a de compensar o aumento do volume da água quando esta é aquecida, sendo o seu papel indispensável neste tipo de sistemas. Para o seu cálculo foi utilizado este mesmo Excel acima referido, pois uma vez que tem todos os dados da nossa instalação, como a capacidade total do circuito primário e dos coletores solares. Assim é possível chegar ao volume necessário do vaso, neste caso arredonda-se o valor para o vaso mais próximo disponível, o de 80 litros. Já para o vaso de expansão sanitário uma vez que o programa apenas calcula o tamanho necessário para o volume de acumulação e se pretende estar do lado da segurança opta-se em vez do vaso de 80 litros que é sugerido pelo software por um de 100 litros. O motivo desta decisão tem em conta que o tamanho da instalação não é um dado adquirido, consequentemente a capacidade total do circuito.

DIMENSIONAMENTO DO VASO DE EXPANSÃO - Circuito Primário	
O líquido do primário pode vaporizar ? (Sim / Não) <input type="button" value="Sim"/>	
Sim - [Pressão Primário (abs) < à Tensão de vapor para a temperatura de estagnação] Não - [Pressão Primário (abs) > à Tensão de vapor para a temperatura de estagnação]	
<input type="text" value="45"/>	V _T - Capacidade total do circuito primário, incluindo os coletores [L]
<input type="text" value="23"/>	V _{COL} - Capacidade total dos coletores [L]
<input type="text" value="200"/>	t - Temperatura máxima possível [°C]
<input type="text" value="5,5"/>	P _{MÁX} - Pressão relativa máxima no sistema (é inferior à máxima admissível - P _{SEG}) [bar]
<input type="text" value="2,6"/>	P _{CF} - Pressão relativa no circuito em frio, no ponto de ligação [bar]
<input type="text" value="6"/>	P _{SEG} - Pressão relativa de descarga da válvula de segurança [bar]
<input type="text" value="1,35"/>	V _R - Volume de reserva de água [L]
<input type="text" value="29,80"/>	V _E - Volume Útil do Vaso de expansão [L]
<input type="text" value="0,45"/>	η - Rendimento de utilização
<input type="text" value="66,79"/>	V _{NO} - Volume nominal do vaso de expansão [L]
<input type="text" value="2,53"/>	P _{VE} - Pressão relativa inicial no vaso de expansão [bar]
<input type="text" value="68"/>	V _{NC} - Volume nominal corrigido do vaso de expansão [L]
<input type="button" value="INPUT"/> <input type="button" value="OUTPUT"/>	

Figura 4.34 – Dimensionamento do vaso de expansão solar.

DIMENSIONAMENTO DO VASO DE EXPANSÃO - Circuito Secundário	
(Método de calculo considerando apenas a acumulação)	
1500	V_B - Volume de acumulação [L]
20	T_I - Temperatura inicial da água de acumulação [°C]
70	T_F - Temperatura final da água de acumulação [°C]
4	P_I - Pressão absoluta de carga do vaso de expansão [bar] <i>(igual à da rede de distribuição)</i>
8	P_F - Pressão absoluta de regulação da válvula de segurança [bar]
0,0018	e_0 - Coeficiente de expansão da água à temperatura inicial de acumulação
0,0227	e_B - Coeficiente de expansão da água à temperatura final de acumulação
62,7	V_v - Volume do vaso de expansão [L] <i>(podemos considerar uma tolerância de +/- 10%)</i>
<input type="button" value="INPUT"/> <input type="button" value="OUTPUT"/>	

Figura 4.35 – Dimensionamento do vaso de expansão sanitário.

O anexo 2 representada o sistema de AQS projetado, especificando cada equipamento e acessório desenhado para aquando da elaboração do mapa de quantidades e posterior orçamentação seja mais simples identificar os materiais a utilizar.

O diâmetro da tubagem do circuito da caldeira é obtido através do seu caudal. Para calcular o caudal é utilizada a (Equação 3):

$$P = \dot{m} \times c \times \Delta T \quad (3)$$

Onde:

- \dot{m} é o caudal mássico (massa de fluido por unidade de tempo);
- c é a capacidade calorífica específica do fluido;
- ΔT é a diferença de temperaturas.

Sendo que a potência é 45 kW, a capacidade calorífica específica da água é aproximadamente 4.186 J/(g·°C) e diferença de temperatura é 20°C, pois a temperatura do fluido que sai da caldeira é de 80°C e a que retorna de 60°C.

Convertendo o caudal mássico em caudal volumétrico obtém-se um caudal de 1.9349 m³/h.

A função de um dissipador num sistema solar é o de dissipar a energia em excesso, quando esta não é aproveitada, isto para não ocorrerem problemas com o sistema por sobreaquecimento. O dissipador para este sistema, da marca Termicol, foi escolhido recorrendo à seguinte tabela da figura 37. Sendo o número de coletores solares igual a 12, com a equivalência do modelo do coletor correta é sugerido pela tabela a referência 705DI018M.

MODELOS					
Aerotermos					
Nº Coletores	Modelos colectores	Descrição	Referência	PVP	
1 - 3	XL30	8 kW	705DI008M	585€	
1 - 4	S26, G26				
1 - 5	S21, G21, P21				
4 - 8	XL30	18 kW	705DI018M	655€	
5 - 9	S26, G26				
6 - 12	S21, G21, P21				
5 - 11	XL30	24 kW	705DI024M	782€	
10 - 13	S26, G26				
13 - 16	S21, G21, P21				
12 - 18	XL30	40 kW	705DI040M	1.199€	
14 - 21	S26, G26				
17 - 26	S21, G21, P21				
19 - 24	XL30	52 kW	705DI052M	1.327€	
22 - 28	S26, G26				
27 - 34	S21, G21, P21				
25 - 18	XL30	61 kW	705DI061M	1.604€	
29 - 33	S26, G26				
35 - 40	S21, G21, P21				
29 - 35	XL30	76 kW	705DI076M	1.767€	
34 - 42	S26, G26				
41 - 50	S21, G21, P21				
36 - 50	XL30	106 kW *	705DI106T	2.815€	
43 - 57	S26, G26				
51 - 70	S21, G21, P21				
51 - 71	XL30	152 kW *	705DI152T	3.279€	
58 - 84	S26, G26				
71 - 101	S21, G21, P21				
72 - 89	XL30	190 kW *	705DI190T	3.591€	
85 - 105	S26, G26				
102 - 126	S21, G21, P21				
90 - 114	XL30	243 kW *	705DI243T	5.969€	
106 - 134	S26, G26				
127 - 161	S21, G21, P21				
115 - 143	XL30	304 kW *	705DI304T	6.169€	
135 - 168	S26, G26				
161 - 200	S21, G21, P21				

*Os dissipadores de 106 kW, 152 kW e 190 kW são trifásicos, o resto são monofásicos


Condições de desenho
 - Temperatura de entrada do fluido primário = 90°C
 - Temperatura de entrada do ar = 35°C
 - Líquido de trabalho = propylenglicol 30 %

***Consulte com o departamento técnico para mais modelos com mais potência de dissipação.

Figura 4.36 – Seleção do dissipador do sistema solar térmico.

No circuito primário do sistema solar é também fundamental a utilização de válvulas de equilíbrio, isto porque estas asseguram que o fluido seja ajustado, garantindo que cada coletor solar recebe a quantidade adequada de fluido térmico. Este ajuste também é importante para adaptar o sistema a mudanças das condições de trabalho, ou seja, com a mudança na irradiação solar ou na temperatura ambiente o sistema tem diferentes desempenhos, com estas válvulas é possível uma otimização para isto não acontecer. Foi selecionada a válvula de balanceamento com caudalímetro da Caleffi, referência 132802.

É importante fazer uma correta seleção das válvulas de segurança para garantir a segurança do sistema. A água da rede tem uma pressão máxima de 6 bar, por esta razão a válvula de segurança selecionada será de 6 bar, estando deste modo o vaso de expansão protegido, uma vez que este é de 100 litros com uma pressão máxima de funcionamento 8 bar. Da mesma forma, no sistema primário do solar a válvula de segurança selecionada é de 8 bar e o vaso de expansão com pressão máxima de funcionamento de 10 bar, estes valores de pressão são mais elevados pois o fluido pode atingir temperaturas mais elevadas, logo é necessário este circuito estar preparado para aguentar uma maior pressão. Já para o circuito primário da caldeira, é necessário ter em conta a pressão máxima de serviço da mesma, como se verifica na figura 38, um valor de 4 bar. Desta forma é selecionada uma válvula de segurança de 3 bar, garantindo assim a segurança da caldeira.



		50 F
Potência útil 80/60°C (min-max)	kW	5,0-45,0
Potência útil 50/30°C (min-max)	kW	5,4-48,6
Classe eficiência aquecimento		A
Rendimento útil (1) carga 100%	%	105,0
Rendimento útil (1) carga 30%	%	107,8
Rendimento útil (1) carga 100%	%	97,4
Peso líquido aproximado	kg	40
Comprimento máx. conduta concêntrica	m	10
Comprimento máx. dupla conduta (3)	m	60
Capacidade água	l	4
Pressão máxima serviço	bar	4

Figura 4.37 – Características técnicas da caldeira Bios Plus 50 F.

4.2 Cálculo cargas térmicas

O cálculo das cargas térmicas é um passo muito importante para o projeto de um sistema de AVAC e consiste na quantidade de calor que é necessária retirar ou adicionar ao local a climatizar para garantir as condições térmicas de conforto, por unidade de tempo. Este ganho ou perda de calor é classificado como calor sensível e calor latente.

Calor sensível

O calor sensível representa a quantidade de energia térmica transferida que causa uma variação de temperatura numa substância sem provocar mudança de fase. Em termos simples, é o calor que afeta a temperatura de um material sem fazê-lo mudar de estado físico.

Calor latente

O calor latente refere-se à quantidade de energia térmica transferida durante uma mudança de fase de uma substância, como a fusão (mudança de sólido para líquido) ou vaporização (mudança de líquido para gasoso). Durante essas transições de fase, a temperatura permanece constante.

Para o cálculo das cargas térmicas de um edifício é normal recorrer-se a variados softwares, no entanto não é vantajoso para a empresa possuir chaves para algum destes programas, uma vez que a quantidade de projetos realizados assim não o justifica. Desta forma e para agilizar o processo é requisitado a um engenheiro de confiança, externo à Airking para realizar o cálculo das cargas térmicas.

Os valores escolhidos para as condições térmicas interiores são de 24°C de bolbo seco com HR de 50% para arrefecimento e 20°C de bolbo seco também com 50% HR para aquecimento as condições exteriores foram automaticamente preenchidas para a zona de Faro, verificadas na figura 39.

Design Conditions		Indoor (Return Air)			Outdoor			
Cooling	DBT	24.0	°C	▼	DBT	31.8	°C	▼
	WBT	17.1	°C	▼	WBT	20.3	°C	▼
	RH	50.0	%		RH	34.7	%	
Heating	DBT	20	°C	▼	DBT	5.9	°C	▼
	WBT	13.8	°C	▼	WBT	4.9	°C	▼
	RH	50	%		RH	86.0	%	

Altitude: m ▼

Figura 4.38 – Condições Térmicas.

Com estes valores obtemos uma:

- Potencia térmica de aquecimento = 17500 W;
- Potência térmica de arrefecimento = 32800 W.

Para estes valores optou-se, mais uma vez com recurso ao software LATS-HVAC da LG, por cinco sistemas do tipo Split unidade interior do tipo cassette de quatro vias CT24F.NB0 e unidade exterior UCC1.U40. Apesar de existirem soluções mais interessantes do ponto de vista da engenharia, foi por motivos monetários a escolha de sistemas do tipo Split.

4.3 Dimensionamento de rede aerúlica e difusão

Depois de obtidas as cargas térmicas e seleccionadas as máquinas para a climatização do espaço de refeitório, o passo seguinte a ter em conta são a qualidade do ar interior (QAI). Para a zona de refeitórios foi pensada uma solução com recurso a uma unidade de recuperação de calor, para a zona da cozinha a utilização de uma UTAN para tratamento do ar com condensador DX, para compensar a hotte do plano de confeção, com medidas de 21600x1000 [mm] e ventilação dos balneários.

O primeiro passo para o dimensionamento de qualquer sistema de ventilação é o de determinar o caudal mínimo de ar novo de cada espaço.

Qualidade de ar interior

“Os valores de caudal mínimo de ar novo são de satisfação obrigatória nos edifícios novos ou sujeitos a grandes intervenções de reabilitação.” (LNEC, 2023)

O método de cálculo analítico do caudal mínimo de ar novo encontra-se definido no ponto 2 da portaria 353-A/2013, baseando-se na resolução da equação de conservação de massa em regime transiente do dióxido de carbono, para que este valor de CO₂ não ultrapasse os valores limites estabelecidos na portaria. É utilizado o dióxido de carbono na análise da qualidade do ar interior pois este é um bom indicador da carga “poluente” e sensorial de origem humana.

O Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) dispõe de uma folha de calculo que permite determinar este valor, a mesma é exposta na figura 40.

Dados de entrada										
Designação do espaço ou agrupamento de espaços semelhantes	Área pav (m ²)	Pd (m)	n.º Ocup.	Faixa Etária	Tipo de atividade (metabólica)	Limiar de proteção CO ₂	Perfil Ocupa.	Tipo de espaço (Carga poluente edifício)	Método de Ventilação (Eficácia de remoção de poluentes)	
Refeitório	175	3	52	até 18 anos e adultos	Sedentária	1250 ppm (2250 mg/m ³)	Refeitório	Sem atividades que envolvam a emissão de poluentes específicos	3 - Insuflação pelo teto, de ar quente pelo menos 8°C acima da temperatura do local e extração/retorno pelo teto (ventilação mecânica e híbrida)	

Dados de saída				Informação		Informação		Valores associados às opções de entrada				Valor Cálculado	
Método analítico				Condição equilíbrio		Método Prescritivo						Analítico	
Caudal de ar/ev, QANf (m ³ /h)	Caudal de ar QAN (m ³ /h)	CO ₂ médio ocupação	CO ₂ máximo	Caudal de ar/ev, QANf (m ³ /h)	Caudal de ar QAN (m ³ /h)	Caudal de ar/ev, QANf (m ³ /h)	Caudal de ar QAN (m ³ /h)	Taxa metabolismo (met)	Área DuBois Adu (m ²)	Eficácia remoção poluentes ev	Caudal unidade área (m ³ /(h.m ²))	Critério Ocupantes (m ³ /h)	Critério Edifício (m ³ /h)
1089	871	1250 ppm (2250 mg/m ³)	1558 ppm (2805 mg/m ³)	1535	1228	1560	1248	1,20	1,80	0,80	3,0	871	525

Figura 4.39 – Cálculo do QAN – LNEC.

Para uma correta utilização da seguinte tabela recorre-se a um documento do LNEC com as suas instruções, onde é possível verificar as opções mais corretas para o preenchimento, de acordo com o caso em estudo. Ao preencher este documento para este projeto em específico determina-se o tipo de atividade como sedentária, o limiar de proteção de CO₂, o perfil de ocupação, o tipo de espaço e o método de ventilação.

Para a QAI dos balneários recorre-se à portaria 138-I 2021 no qual está presente a seguinte tabela da figura 41 para determinar os caudais mínimos de extração de ar a assegurar. Foram utilizados os seguintes valores no cálculo:

Instalação sanitária feminina:

- Área – 55 m²;
- Número de chuveiros – 3;
- Número de sanitas – 3.

Instalação sanitária masculina:

- Área – 70 m²;
- Número de chuveiros – 3;
- Número de sanitas - 2;
- Número de urinóis – 4.

Instalação sanitária para deficientes:

- Área – 6 m²;
- Número de chuveiros – 1;
- Número de sanitas – 1.

Tabela 13 — Caudais mínimos de extração de ar a assegurar para locais e instalações específicas (m³/h)

Tipo de espaço	Sistema de extração	Caudal de extração (m ³ /h)
Instalação Sanitária privada ⁽¹⁾	Com funcionamento contínuo ⁽³⁾ . . .	Máx (45; 10 x A _{pav})
	Sem funcionamento contínuo	Máx (90; 10 x A _{pav})
Instalação Sanitária pública ⁽²⁾	Funcionamento normal	Máx (90 x (número de urinóis + número de sanitas + número de duches); 10 x A _{pav})
	Funcionamento intensivo ⁽⁴⁾	Máx (125 x (número de urinóis + número de sanitas + número de duches); 10 x A _{pav})

Figura 4.40 – Caudais mínimos de extração em instalações sanitárias.

Tendo em conta que as instalações sanitárias presentes neste projeto são do tipo pública e com funcionamento intensivo é possível assumir que a soma dos caudais mínimos para as IS é de 1965m³/h.

Cálculo aeráulico

Existem vários métodos para o cálculo de redes de condutas, foi utilizado o método da perda de carga constante, com recurso a um software de cálculo de condutas, o Piper Sizer da Caleffi. Na figura 42 é possível verificar um desenho do traçado das condutas, com a sua dimensão e quantidade em metros lineares, juntamente com o mapa de quantidades em anexo (Anexo 2). Foi utilizada conduta de chapa galvanizada do tipo Spiro em quase toda a rede, apenas em algumas zonas do ramal principal foi escolhida conduta retangular, pois a utilização de Spiro de um diâmetro superior era inviável devido às alturas do teto falso. As redes foram idealizadas de maneira que a velocidade do ar estivesse num intervalo entre 3 e 4 m/s, e nos ramais secundários e terminais definiu-se um limite de 3 m/s. Embora esta seja uma zona de balneários é imperioso estes valores não serem ultrapassados para o ar não causar ruído elevado e desconfortável. Estes valores surgiram de modo a se obter um valor de perda de carga de 1 Pa/m.

Instalações técnicas de sistemas AVAC

No exemplo da seleção de uma grelha retangular para um caudal de 195 m³/h optamos por uma GAC2 10 de 300x100 para termos valores de perda de carga, ruído e alcance favoráveis. Estas grelhas vêm com plenos e registos de regulação de caudal. Para além destas foram desenhadas também grelhas de porta GAV91 e válvulas de extração do tipo Austral para aplicar acima da fonte poluente (zona das sanitas, chuveiros, etc.), conforme indicado na portaria n° 138-I_2021.

Caudal [m ³ /h]	L x H [mm]	150	200	300	300	600	400	300	500	1000	500
		x 75	x 100	x 75	x 100	x 75	x 100	x 150	x 100	x 75	x 150
	A _{eff} [m ²]	0,005	0,012	0,012	0,019	0,025	0,025	0,032	0,322	0,055	0,055
50	X [m]	2,9									
	L _w [dB(A)]	20									
	P [Pa]	5									
100	X [m]	5,5	3,6	3,6							
	L _w [dB(A)]	40	20	20							
	P [Pa]	21	3	4							
150	X [m]	8,1	5,3	5,2	4,1						
	L _w [dB(A)]	52	32	32	20						
	P [Pa]	47	4	9	4						
200	X [m]		6,9	6,9	5,4	4,6	4,6				
	L _w [dB(A)]		41	40	29	21	21				
	P [Pa]		17	16	7	4	4				

Figura 4.42 – Seleção de grelhas GAC2 10 da France-Air.

5 CONCLUSÕES

Neste relatório foram apresentadas e descritas as atividades realizadas pelo aluno durante o estágio na empresa Airking, que atua na área de instalações técnicas. Durante os oito meses de estágio foi dada a oportunidade ao aluno de passar por diferentes departamentos, mostrando diferentes fases de uma obra, bem como todos os trabalhos que estas acarretam.

Iniciar o estágio no departamento de compras foi uma grande maior valia, uma vez que introduziu o aluno na área. Este trabalho tem implícito a análise de variados projetos, suas peças escritas e peças desenhadas permitindo absorver conhecimentos basilares em instalações com um bom funcionamento.

Durante este estágio o aluno participou em diversas etapas no processo de análise execução de projetos de instalações térmicas, hidráulicas e de ventilação, tais como: levantamento de dados, dimensionamento, cálculo, desenho e acompanhamento na obra.

O estágio foi uma oportunidade de aplicar conhecimentos teóricos adquiridos durante o mestrado e a licenciatura em engenharia mecânica na área profissional, no mundo do trabalho. Além disso permitiu desenvolver novas competências e adquirir conhecimentos, como o funcionamento de uma empresa, o trabalho em equipa, dando noção ao aluno não só da parte técnica, mas também de outras competências. O estágio foi sem dúvida a melhor opção para terminar o mestrado pois toda esta realidade é muito diferente do âmbito da vida académica, permitindo assim ao aluno ter noção do mundo do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AENOR Portugal. (2023). Certificação. Recuperado de <https://www.aenorportugal.com/certificacion/aenor-portugal>
- ADENE. (2023). A ADENE. Recuperado de <https://www.adene.pt/a-adene/>
- BAXI. (2023). Catálogo 2023.
- BAXI. (2023). WICA Software [Software de alguma descrição]. Recuperado de URL
- Caleffi. (2023). DWS – Domestic Water Sizer Software [Software de alguma descrição]. Recuperado de URL
- Clima Instalador. (2023). Dimensionar sistemas solares AQS. Recuperado de <https://climainstalador.net/dimensionar-sistemas-solares-aqs/>
- Diário da República. (2021). N.º 126/2021, 2º Suplemento, Série I de 2021-07-01, Portaria nº 138-I 2021.
- Diário da República. (2013). N.º 235/2013, 1º Suplemento, Série I de 2013-12-04, páginas 2 – 9, Portaria nº 353 A2013.
- France-Air. (2023). Catálogo Geral.
- LG. (2023). Catálogo Geral 2023.
- LG. (2023). LATS HVAC Software [Software de alguma descrição]. Recuperado de URL
- LNEC. (2013). Manual de instruções da ferramenta de cálculo - Aplicação LNEC para determinar o caudal mínimo de ar novo de acordo com o método analítico do RECS V01B, 2013-12-10.
- Malça, J. (2016). Apresentações das aulas de Climatização e Refrigeração. Licenciatura em Engenharia Eletromecânica.
- Raposo, J. (2020). Apresentações das aulas de Instalações de AVAC. Mestrado em Engenharia Mecânica. ISEC 2020.
- TROX. (2023). FKR-EU. Recuperado de https://www.contimetra.com/Conteudos_F/AC/Folhetos/trox/fkr-eu.pdf

ANEXOS

Anexo 1: Ficha técnica válvula misturadora termostática




ESCOLHA E DIMENSIONAMENTO DE COMPONENTES PARA INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS MISTURADORAS TERMOSTÁTICAS PARA CAUDAL MÉDIO/GRANDE



Especificações de dimensionamento	
Tipologia de utilização:	Média ou grande
Perda de carga objetiva [m.c.a.]	6
Caudal total [l/s]	1.9
Caudal de projeto [l/s]	1.82
Simultaneous-use factor	0.96

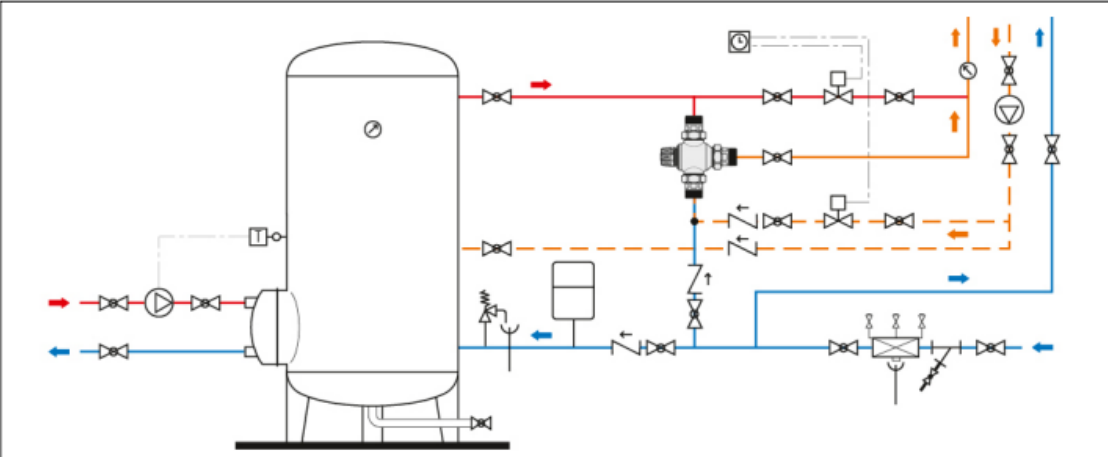
Misturadora escolhida	
Código	523073
Dimensão	1 1/4"
Kv [m³/h]	9.10
Intervalo de regulação [°C]	30-65
Caudal mínimo aconselhado [l/s]	0.28
Perda de carga nas condições de projeto [m.c.a.]	5.29

Série 5230

Catálogo técnico
Página do produto





NOTA: A Caleffi S.p.a. declina qualquer responsabilidade que derive do uso impróprio dos dados.

Anexo 2: Catálogo Baxi – Coletores solares térmicos planos

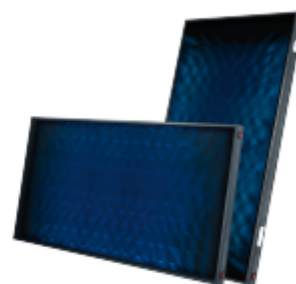
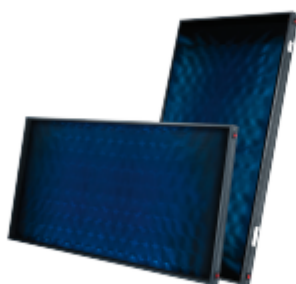
Energia solar e acumuladores | Coletores solares térmicos planos

Sol 250

Sol 250 H

Sol 200

Sol 200 H

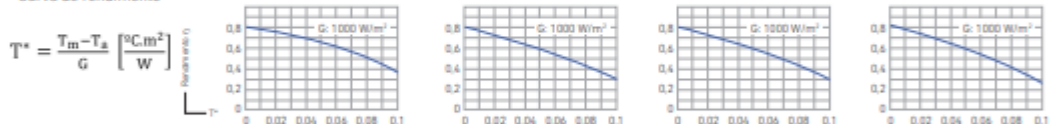


	Sol 250	Sol 250 H	Sol 200	Sol 200 H
Instalação	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
Superfície total m ²	2,5	2,5	2	2
Coletores por fila	Até 10	Até 10	Até 10	Até 10
Absorvedor	De alumínio, com tratamento altamente seletivo	De alumínio, com tratamento altamente seletivo	De alumínio, com tratamento altamente seletivo	De alumínio, com tratamento altamente seletivo
Espessura absorvedor mm	0,4	0,4	0,4	0,4
Absortância %	95	95	95	95
Emitância %	5	5	5	5
Circuito hidráulico	Serpentina	Serpentina	Serpentina	Serpentina
Vidro solar	Texturizado 3,2 mm	Texturizado 3,2 mm	Texturizado 3,2 mm	Texturizado 3,2 mm
Isolamento posterior	Fibra de vidro com manto negro de 40 mm	Fibra de vidro com manto negro de 40 mm	Fibra de vidro com manto negro de 40 mm	Fibra de vidro com manto negro de 40 mm
Carcaça	Alumínio cinzento RAL 7016	Alumínio cinzento RAL 7016	Alumínio cinzento RAL 7016	Alumínio cinzento RAL 7016
Garantia (1) anos	10	10	10	10

Características coletores solares

	Sol 250	Sol 250 H	Sol 200	Sol 200 H
Superfície total m ²	2,51	2,51	2,01	2,01
Superfície abertura m ²	2,37	2,37	1,90	1,90
Capacidade l	2,3	2,7	1,9	2,2
Peso vazio kg	47	49	35	36
Pressão máx. trabalho bar	10	10	10	10
Temp. estagnação °C	198	198	197	198

Curva de rendimento



Equação característica (2)	$\eta = 0,812 - 3,478 T^* - 0,018 GT^*$	$\eta = 0,818 - 3,748 T^* - 0,016 GT^*$	$\eta = 0,817 - 3,716 T^* - 0,018 GT^*$	$\eta = 0,809 - 3,989 T^* - 0,017 GT^*$
Senha certificação	GPS-8449	GPS-8450	GPS-8417	GPS-8420
Referência	720364401	720364501	720364001	720364301
PVP	742 €	773 €	577 €	598 €

(1) Ver condições detalhadas da garantia nas Condições de Garantia que acompanham o produto.

(2) Referida à superfície de abertura



Anexo 3: Catálogo Baxi – Grupos Hidráulicos

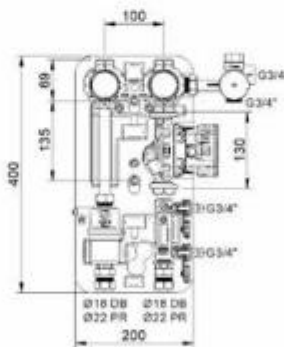
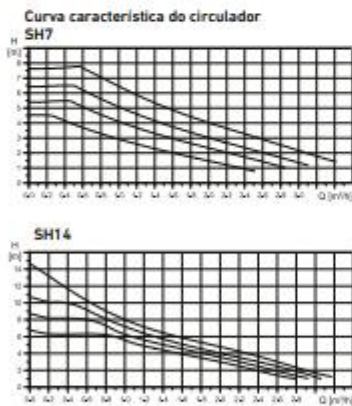
Energia Solar Térmica e Acumuladores

Complementos para instalações solares

Grupos Hidráulicos



	SH 7 Compact Top	SH 7 Compact	SH 7	SH 7 Simple	SH 14
Até 7 litros/minuto	Até 7 litros/minuto	Até 7 litros/minuto	Até 7 litros/minuto	Até 7 litros/minuto	Até 28 litros/minuto
Inclui:	Central de regulação solar com 4 relés, circulador de alta eficiência, separador de ar, termómetros de ida e retorno, válvula de segurança, manómetro, caudalímetro e válvulas de drenagem e enchimento.	Central de regulação solar, circulador de alta eficiência, separador de ar, termómetros de ida e retorno, válvula de segurança, manómetro, caudalímetro e válvulas de drenagem e enchimento.	Circulador de alta eficiência, separador de ar, termómetros de ida e retorno, válvula de segurança, manómetro, caudalímetro e válvulas de drenagem e enchimento.	Circulador de alta eficiência, termómetro de retorno, válvula de segurança, manómetro, caudalímetro e válvulas de drenagem e enchimento.	Circulador de alta eficiência, separador de ar, termómetros de ida e retorno, válvula de segurança, manómetro, caudalímetro e válvulas de drenagem e enchimento.
Referência	7756326	7726450	7726451	7726453	7726452
PVP	842 €	693 €	486 €	403 €	558 €



228 | Preços recomendados de venda ao público • abril 2020 • Os preços indicados não incluem I.V.A. • O presente Catálogo-Tabela anula os anteriores • Medidas em mm.

Anexo 5: Mapa de quantidades do projeto

Artº	Descrição	Quant	Unid
	AVAC		
	Cassetes 4 vias modelo CT24F.NB0+UUC1.U40, incluindo painel e comando por cabo	5	un
	Tubos cobre pré-isolado em esteira		
	9,52mm	130	ml
	15,88mm	130	ml
	Tubo Condensados em PVC		
	DN25	115	ml
	Cabo Lyicy 2x1mm2	30	ml
	Tubo Isogris 16mm	30	ml
	Gás R32	6	Kg
	Recuperador de fluxos cruzados modelo LZ-H150GBA5	1	un
	Filtro F7	1	un
	Comando PREMTB011	1	un
	Conduta chapa galvanizada tipo Spiro incluindo isolamento térmico		
	250 mm	3	ml
	400 mm	22	ml
	315 mm	16	ml
	Grelha exterior tipo GEA		
	400x350	1	un
	600x500	1	un
	Difusores Rotacionais, incluindo pleno, rede de equilíbrio e registo tipo DTRQ.ST		
	800-80	1	un
	600-36	1	un
	Grelha de Retorno tipo GAC10-500X150, incluindo manta filtro G4	1	un
	Grelha de porta tipo GAV91-600X300	1	un
	IS		
	Conduta chapa galvanizada tipo Spiro		
	80mm	16	ml
	100mm	6	ml
	125mm	15	ml
	160mm	5	ml
	200mm	6	ml

Instalações técnicas de sistemas AVAC

	250mm	6	ml
	315mm	9	ml
	Conduta chapa galvanizada Rectangular		
	400x300mm	6	ml
	Registos Borboleta Manuais		
	400x300mm	1	un
	200mm	1	un
	Válvulas Extração IS tipo Australe		
	100	11	un
	125	1	un
	Grelhas Rectangulares incluindo registo e pleno tipo GAC10		
	300x100	6	un
	200x100	1	un
	Ventilador tipo RectilAir-ECM-Isolado 300	1	un
	Regulador tipo Evolys One	1	un
	Comutador on-off	1	un
	Bico Pato com rede anti-pássaro		
	400x300mm	1	un
	Grelhas de porta Tipo GAV91		
	600X400mm	2	un
	300x150mm	1	un
	600x300mm	2	un
	500x300mm	1	un
	DataCenter		
	Split Mural modelo MU18PC.NSK+UUB1.U20	2	conj
	Tubo Cobre pré-isolado em esteira		
	6,35mm	20	ml
	12,7mm	20	ml
	Tubo Condensados	15	ml
	Quadro de redundância Composto por:		
	PREMTB100	1	un
	PZCWRCG3	2	un
	IS Individuais		
	Ventilador tipo Energy Silence 150T	2	un
	Conduta para atravessamento de parede 150mm L375mm	2	un
	Grelha exterior branca 150	2	un

	Ensaaios	1	serviço
	Manuais e telas em formato digital	1	cópia
	Notas		
	Não possuindo o projecto SCIE, não foi contabilizado cortina corta fogo na fronteira entre a cozinha profissional e a sala de restauração		
	Não possuindo o projecto SCIE, não foi contabilizado sistema de By-Pass ao filtro electrostático + Carvão Activado em caso da Hotte participar na		
	Foi considerado condutas em chapa galvanizada na cozinha profissional		
	Foi considerado que os equipamentos exteriores estão posicionados na cobertura invertida		
	Exclusões		
	Trabalhos de Construção Civil		
	Elevação Equipamento para a Cobertura		
	Alimentação eléctrica aos nossos QE		
	Sinal da CDI		



**Instituto Superior
de Engenharia**

Politécnico de Coimbra