



Instituto Superior de Engenharia

Politécnico de Coimbra

MESTRADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Orçamentação, acompanhamento de obra e medidas de melhoria em instalações AVAC

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

Especialização em Projeto, Instalação e Manutenção de Sistemas
Térmicos

Autor

Ricardo André Santos Gonçalves

Orientador

**Professor Doutor João Manuel Nogueira Malça de Matos
Ferreira**

Supervisor na empresa Piclima Lda.

Eng. Hugo Filipe Rodrigues Serra

Coimbra, fevereiro de 2025



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Resumo

O presente relatório pretende dar uma panorâmica global do estágio, no âmbito da unidade curricular Estágio/Projeto/Dissertação realizado no 2º ano do Mestrado em Engenharia Mecânica, na área de especialização em Projeto Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos, do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC). A realização e concretização que este estágio representou foi uma mais-valia para o reforço e aprofundamento dos conceitos adquiridos durante a formação académica e, adicionalmente contribuiu para aumentar a perceção prática da aplicação da engenharia em contexto profissional, permitindo ao estudante de engenharia enquadrar-se no mercado de trabalho. A empresa de acolhimento opera maioritariamente nas áreas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC), sendo conceituada e reconhecida a nível nacional no ramo. Desenvolve a sua atividade principal no setor da climatização tendo como objetivo satisfazer as necessidades do mercado nas áreas projeto, comercialização e instalação de sistemas de climatização e energia, que complementa com a assistência técnica pós-venda.

Ao longo deste relatório são descritas as diversas atividades realizadas no decorrer do estágio, como por exemplo: orçamentos, elaboração de propostas, análise de cadernos de encargos, cálculo e seleção de equipamentos, máquinas, tubagens, acessórios, dispositivos de controlo, entre outras. A estas funções acresce o levantamento do estado e funcionamento dos sistemas AVAC de clientes para implementação de melhorias e manutenção. É sobre esta última que assenta o presente relatório.

No final são extraídas conclusões que sustentam a validade e os contributos positivos de um estágio desta natureza para a evolução na formação profissional e pessoal.

Palavras-Chave: AVAC, Orçamentação, Medidas de Melhoria, Projeto

Abstract

This report aims to give a global overview of the internship, within the scope of the Internship/Project/Dissertation curricular unit carried out in the 2nd year of the Master's Degree in Mechanical Engineering, in the area of specialisation in Design, Installation and Maintenance of Thermal Systems, at the Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC). This internship provided added value in terms of reinforcing and deepening the concepts acquired during academic training and, in addition, helped to increase the practical perception of the application of engineering in a professional context, allowing the engineering student to fit into the labour market. The host company operates mainly in the areas of Heating, Ventilation and Air Conditioning (HVAC), and is well known and recognised nationwide in the field. It carries out its main activity in the air conditioning sector with the aim of satisfying the needs of the market in the areas of design, commercialisation and installation of air conditioning and energy systems, which it complements with after-sales technical assistance.

This report describes the various activities carried out during the internship, such as budgets, drawing up proposals, analysing specifications, calculating and selecting equipment, machines, pipes, fittings, control devices, among others. In addition to these tasks, I also surveyed the state and operation of clients' HVAC systems in order to implement improvements and maintenance. This report is based on the latter.

In the end, conclusions are drawn that support the validity and positive contributions of an internship of this nature to the evolution of professional and personal training.

Keywords: HVAC, Budget, Improvement Measures, Project

Não há nada mais permanente que a mudança.

Heraclito, filósofo (séc. IV a.C.)

Agradecimentos

Esta página é dedicada a todos que os fizeram parte da minha vida durante o período académico que só foi possível graças ao apoio dos meus pais e dos meus avós, por tornarem isto possível e a eles dedico os meus esforços e trabalho empenhado. Sem o seu apoio incondicional não teria conseguido. Realço o seu constante apoio psicológico e pelo enorme esforço financeiro que permitiu a minha educação, formação e ser o primeiro elemento da família a ter oportunidade de ir para o ensino superior e concluir a Licenciatura e o Mestrado.

Agradeço a todos aos restantes familiares e amigos que me acompanharam nos momentos bons e menos bons que a vida académica proporciona. Uma palavra de agradecimento para o Engenheiro Vítor Monteiro pelo apoio, disponibilidade e orientação técnica prestada durante todo o meu período de estágio.

Um agradecimento muito especial ao meu orientador, Professor Doutor João Malça pelo apoio empenhado na elaboração deste relatório, mas também por todos os ensinamentos que partilhou durante todo o percurso académico. A todos os docentes e não docentes que ao longo dos anos me incentivaram e ajudaram a adquirir, interpretar e compreender os múltiplos conhecimentos científicos e técnicos das várias temáticas lecionadas na engenharia mecânica.

Sendo uma empresa de referência a nível nacional, agradeço o acolhimento à empresa Piclima Lda. bem como a todos os elementos que me acolheram, em especial ao Engenheiro Hugo Serra e à Dr.^a Lara Branco que, desde o início, tudo fizeram para me integrar e realizar, com êxito, o meu estágio, não podendo esquecer os que trabalharam mais próximos: Eng. Filipe Prata, Bruno Simões, Ricardo Batista, Ricardo Bandarra, Miguel Branco, Manuel Branco, Alexandra Mesquita que estiveram sempre disponíveis para guiar e orientar nas tarefas e objetivos que me foram destinados. Aos técnicos instaladores João Raposo e André Ferreira, com quem tive oportunidade de executar trabalhos de campo, um obrigado sincero e respeitoso.

Finalmente, a todos os colaboradores da Piclima Lda. agradecer-lhes o apoio, disponibilidade e atenção especial pelo seu contributo na transmissão do conhecimento prático e modo de funcionamento empresarial.

Índice

Resumo	i
Abstract.....	ii
Agradecimentos	iv
Índice.....	v
Índice de Figuras.....	ix
Índice de Tabelas	xi
Lista de Simbologia e Abreviaturas.....	xii
Capítulo 1 – Introdução	1
1.1 Enquadramento do Estágio	1
1.2 Objetivos do Estágio.....	2
1.3 Estrutura do Relatório.....	4
1.4 Fluxograma do Relatório	5
Capítulo 2 – Caracterização da Empresa de Estágio	6
2.1 Caracterização da Empresa de Acolhimento de Estágio.....	6
2.2 Recursos Humanos e Meios Técnicos	8
2.2.1 Recursos Humanos.....	8
2.2.2 Recursos Técnicos.....	9
2.2.3 Parcerias Fornecedores e Marcas	10
2.3 Portfólio da Empresa.....	11
2.4 Instalações Técnicas Preponderantes.....	11
2.4.1 Nota Introdutória	11
2.4.2 Instalações de Sistema <i>Split</i>	12
2.4.3 Instalação do Sistema <i>Multisplit</i>	13
2.4.4 Instalações de Sistema VRV e VRF.....	14
2.4.5 Instalações de Unidades de Cobertura – RTU	16
2.4.6 Instalação do Sistema Hidráulico 2 ou 4 Tubos – <i>Chiller</i>	17
2.4.7 Instalação Aquecimento Central e Produção de AQS.....	20
2.4.8 Instalação de Ventilação de Cozinhas Profissionais	22
2.4.9 Instalações de Salas Brancas ou Cinzentas	25

2.4.10	Atividades e Instalações Conexas.....	27
Capítulo 3 – Enquadramento e Desenvolvimento do Estágio		29
3.1	Objetivos e Enquadramento Legislativo.....	29
3.2	Critério de Escolha e Seleção da Empresa.....	29
3.3	Aceitação, Integração e Acolhimento	30
3.4	Trabalho, Tarefas e Responsabilidades.....	30
3.4.1	Preparação de Obra	31
3.4.2	Acompanhamento e Visita de Obras.....	31
3.4.3	Medições de Obras	31
3.4.4	Adjudicação.....	32
3.5	Participação em Trabalhos Relevantes em Equipa	32
3.5.1	Trabalhos de Campo em Equipa	32
3.5.2	Metodologia Interna para Orçamentação e Propostas.....	33
3.5.3	Procedimentos	36
3.5.4	Abertura de Processos/Caderno de Encargos.....	36
3.5.5	Análise de Processo.....	37
3.5.6	Pedidos de Cotação	38
3.5.7	Orçamentos.....	39
3.5.8	Erros e Omissões.....	39
3.5.9	Mapa Comparativo.....	40
3.5.10	Proposta ao Cliente.....	40
3.5.11	Negociação da Proposta.....	41
Capítulo 4 – Análise da Instalação de AVAC de um <i>Campus</i> Tecnológico em Lisboa.....		43
4.1	Nota Introdutória.....	43
4.2	Metodologia de Trabalho.....	44
4.3	Caracterização da Instalação de AVAC de um <i>Campus</i> Tecnológico em Lisboa.....	45
4.4	Projeto Original.....	46
4.5	Instalação Original e sua Evolução.....	47
4.6	Caraterização da Instalação Atual.....	48
4.7	Parâmetros Funcionais a Obter	56
4.8	Medições no Sistema Aerúlico.....	58

4.8.1	Considerações Iniciais.....	58
4.8.2	Aparelho de Medição	58
4.8.3	Procedimento de Medição.....	59
4.8.4	Indicação dos Pontos de Medição	60
4.8.5	Identificação de Anomalias.....	61
4.8.6	Crítérios para Definir Conformidades/Não Conformidades	62
4.8.7	Evidências Resultantes.....	65
4.8.8	Sugestões de Melhoria	66
4.9	Medições no Sistema Hidráulico	67
4.9.1	Considerações Iniciais.....	67
4.9.2	Aparelho de Medição	67
4.9.3	Procedimento de Medição.....	68
4.9.4	Identificação dos Pontos de Medição.....	70
4.9.5	Identificação de Anomalias.....	70
4.9.6	Medição em Válvulas de Equilíbrio Estático.....	72
4.9.7	Evidências Resultantes.....	74
4.9.8	Sugestões de Melhoria	74
	Capítulo 5 – Conclusões	76
	Referências Bibliográficas.....	77
	Apêndices.....	79
	Apêndice I — Telas Finais Edifício 1 de um <i>Campus</i> Tecnológico em Lisboa.....	79
	Apêndice II — Telas Finais Edifício 2 de um <i>Campus</i> Tecnológico em Lisboa	80
	Apêndice III — Telas Finais Edifício 3 de um <i>Campus</i> Tecnológico em Lisboa.....	81
	Apêndice IV — Telas Finais Edifício 4A de um <i>Campus</i> Tecnológico em Lisboa.....	82
	Apêndice V — Telas Finais Edifício 4B de um <i>Campus</i> Tecnológico em Lisboa.....	83
	Apêndice VI — Telas Finais Edifício 9 de um <i>Campus</i> Tecnológico em Lisboa.....	84
	Anexos	85
	Anexo I — Estrutura Organizacional da Empresa.....	85
	Anexo II — Frontispício da Norma NP EN ISO 9000	86
	Anexo III — Exemplo de Mapa de Quantidades.....	87
	Anexo IV — Exemplo de Peças Desenhadas	88

Anexo V — Exemplo de um Mapa Comparativo.....	89
Anexo VI — Exemplo de Proposta a um Cliente	90
Anexo VII — Vista Aérea de um <i>Campus</i> Tecnológico em Lisboa.....	91
Anexo VIII — Exemplo de Folha de Anotações das UTA do Edifício 4A de um <i>Campus</i> Tecnológico em Lisboa.....	92
Anexo IX — Exemplo de Folha de Anotações das UTA do Edifício 9 de um <i>Campus</i> Tecnológico em Lisboa.....	93
Anexo X — Exemplo de Medição de um <i>Campus</i> Tecnológico em Lisboa.....	94
Anexo XI — Capa de Relatório Base de Auditoria/Verificação de um <i>Campus</i> Tecnológico em Lisboa.....	95
Anexo XII — Capa de Relatório Sistema Aeráulico de Auditoria/Verificação de um <i>Campus</i> Tecnológico em Lisboa.....	96
Anexo XIII — Capa de Relatório Sistema Hidráulico de Auditoria/Verificação de um <i>Campus</i> Tecnológico em Lisboa.....	97
Anexo XIV — Medições do Sistema Aeráulico de um <i>Campus</i> Tecnológico em Lisboa	98
Anexo XV — Medições das Unidades de Tratamento de Ar.....	99
Anexo XVI — Certificado de Calibração Testo 549i (Excerto).....	100
Anexo XVII — Certificado de Calibração KIMO AMI 300.....	103
Anexo XVIII — Certificado de Calibração KIMO AMI 300 (Velocidade de Ar).....	104
Anexo XIX — Certificado de Calibração KIMO AMI 300 (Calibração de Higrometria)....	106
Anexo XX — Certificado de Calibração KIMO AMI 300 (Pressão).....	107
Anexo XXI — Ábaco Válvulas <i>Tour & Andersson</i> de DN 15 a 150.....	108
Anexo XXII — Ábaco Válvulas <i>Tour & Andersson</i> de DN 65 a 150.....	109
Anexo XXIII — Ábaco Válvula DN 100 da BROEN <i>Ballorex Venturi</i>	110

Índice de Figuras

Figura 1.1 – Fluxograma do Relatório	5
Figura 2.1 – Logótipo da Empresa.....	6
Figura 2.2 – Vista Geral da Piclima Lda.....	7
Figura 2.3 – Viatura Oficina	10
Figura 2.4 – Esquema de Funcionamento do Sistema <i>Split</i> – Bomba de Calor [3].....	12
Figura 2.5 – Esquema de Instalação dos Sistema <i>Split</i> – Bomba de Calor [3]	13
Figura 2.6 – Esquema de Instalação do Sistema <i>Multisplit</i> – Bomba de Calor [3]	13
Figura 2.7 – Esquema de Funcionamento Bomba de Calor para AQS [3]	14
Figura 2.8 – Esquema de Funcionamento do Sistema VRV [3]	15
Figura 2.9 – Esquema de Funcionamento do Sistema VRF [3].....	16
Figura 2.10 – Unidade de Cobertura (RTU) e Esquema de Funcionamento [3]	16
Figura 2.11 – Comparação Esquemática dos Sistemas a Dois e Quatro Tubos [3].....	19
Figura 2.12 – Esquema de Aquecimento Central Residencial com Produção de AQS [4]	20
Figura 2.13 – Esquema de Produção de AQS “à medida” [3][4]	21
Figura 2.14 – Ventilação de Cozinha Profissional (3D) [5]	22
Figura 2.15 – Fases e Procedimentos para Conceção e Projeto [5]	23
Figura 2.16 – Esquema Funcional de Instalação de VCP [5]	24
Figura 2.17 – Quadro Sinótico Funcional do Sistema VCP [5].....	25
Figura 2.18 – Esquema Funcional de uma Sala Branca [4]	26
Figura 2.19 – Instalação de Painéis Fotovoltaicos.....	27
Figura 2.20 – Esquema Funcional de Climatização e Produção de AQS por Geotermia [4] ..	28
Figura 3.1 – Fluxograma do Processo de Orçamentação.....	35
Figura 3.2 – Exemplo de uma Pasta em Formato Digital de um Processo de Orçamentação .	37
Figura 3.3 – Exemplo de um Enxerto de Caderno de Encargos	38
Figura 3.4 – Exemplo de uma Proposta ao Cliente.....	41
Figura 4.1 – Esquema de Funcionamento (Sinótico da GTC) (<i>Campus Tecnológico em Lisboa</i>)	49
Figura 4.2 – Esquema de Funcionamento (Alçado-Parcial) (<i>Campus Tecnológico em Lisboa</i>)	51

Figura 4.3 – Esquema de Funcionamento em Layout (Parcial) (<i>Campus Tecnológico em Lisboa</i>)	52
Figura 4.4 – Distribuição Térmica pelos Edifícios	54
Figura 4.5 – Princípio de Funcionamento de UTA (genérico)	55
Figura 4.6 – Esquema de Distribuição de Ar Tratado (<i>Campus Tecnológico em Lisboa</i>).....	55
Figura 4.7 – Exemplo de Aplicação da Norma EN 15251 [16].....	56
Figura 4.8 – Classificação do ar segundo EN 13779	57
Figura 4.9 – Instrumento de Medição KIMO AMI 300 a) Mostrador do Aparelho b) Anemómetro/Fio Quente	59
Figura 4.10 – Anemómetro em Função	60
Figura 4.11 – Marcação dos Pontos de Medição	60
Figura 4.12 – Exemplo para Identificação dos Pontos de Medição.....	61
Figura 4.13 – Conceito de Zona Ocupada [16].....	62
Figura 4.14 – Registo Fotográfico de Não Conformidades a) Isolamento e forra mecânica em falta b) O local não tem extração de ar viciado c) Difusor de pavimento sem pleno d) Boca de insuflação obstruída por cabos.....	64
Figura 4.15 – Manómetro testo 549i [19]	67
Figura 4.16 – Ilustração da Metodologia de Medição [20].....	68
Figura 4.17 – Exemplo de Medição.....	69
Figura 4.18 – Exemplo de Medição em Válvulas TA Distintas a) Demonstração de medição nas Válvulas TA b) Outra perspetiva de medição nas Válvulas TA.....	69
Figura 4.19 – Exemplos de Medição em Válvulas <i>Ballorex Venturi</i> : a) A metodologia de medição b) Outra perspetiva	70
Figura 4.20 – Registo Fotográfico de Múltiplas Anomalias/ Não Conformidades: a) Ligações elétricas expostas à intempérie b) Cablagem em excesso e fora do caminho de cabos c) Condensação nas tubagens por falta de isolamento d) Instrumentos de medição danificados ou em falta.....	71
Figura 4.21 – Valores de Kv das Válvulas <i>Tour & Andersson</i> [19].....	72

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 – Principais Áreas e Serviços de Intervenção	7
Tabela 2.2 – Lista de Recursos Humanos.....	9
Tabela 4.1 – Equipamentos da Central Térmica.....	50
Tabela 4.2 – Valores de velocidade do ar segundo da ASHRAE 55:2013 e ISO 7730:2021 .	57
Tabela 4.3 – Critério para Conformidade/Não Conformidade para Velocidade do Ar	63
Tabela 4.4 – Desvio entre os Caudais de Ar de Projeto e os Atuais	63
Tabela 4.5 – Resumo das Não Conformidades - Custo	66
Tabela 4.6 – Variantes da Equação 4.1	73
Tabela 4.7 – Exemplo de Medições das Válvulas TA e BROEN	73
Tabela 4.8 – Resumo das Não Conformidades.....	75

Lista de Simbologia e Abreviaturas

AQS – Água Quente Sanitária

ASHRAE – *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

CAD – *Computer Assisted Design* – Desenho Assistido por Computador

CAE – Classificação Portuguesa das Atividades Económica

CE – Caderno de Encargos

CO₂ – Dióxido de Carbono

COV – Compostos Orgânicos Voláteis

DEM – Departamento de Engenharia Mecânica

DN – Diâmetro Nominal

EN – Norma Europeia

EHA – *Extract Air*

ETA – *Exhaust Air*

EXF – *Exfiltration*

GTC – Gestão Técnica Centralizada

HC – Hote Central

IDA – *Indoor Air*

INF – *Infiltration*

I/R – Ida/Retorno

ISO – *International Organization for Standardization*

IEFP – Instituto do Emprego e Formação Profissional

LEA – *Leakage*

MIA – *Mixed Air*

NP – Norma Portuguesa

ODA – *Outdoor Air* – Ar Exterior ou Ar Novo

PI – Plano de Instalação

PM – Plano de Manutenção

PQ – Perito Qualificado

PME – Pequenas e Médias Empresas

PIMST – Projeto, Instalação e Manutenção de Sistema Térmicos

QAI – Qualidade do Ar Interior

RCA – *Recirculation Air*

RTU – *Roof Top Unit*

SEC – *Secondary Air*

SI – Sistema Internacional de Unidade

SUP – *Supply Air*

SPQ – Sistema Português da Qualidade

SCE – Sistema de Certificação Energética dos Edifícios

TRA – *Transfereed Air*

UCC – Unidade Cuidados Continuados

UTA – Unidade de Tratamento de Ar

UTAN – Unidade de Tratamento de Ar Novo

VC – Ventilconvector

VCP – Ventilação de Cozinhas Profissionais

VRF – Volume de Fluido Frigorígeno Variável

VRV – Volume de Fluido Frigorígeno Variável

Δp – *Diferencial* de pressão [bar]

ΔT – Diferencial de temperatura [°C]

Q – Caudal Instantâneo [m³/h]

Kv – Coeficiente de Passagem [m³/h]

kW – Kilowatt

Capítulo 1 – Introdução

1.1 Enquadramento do Estágio

O presente relatório tem por objetivo enquadrar e descrever as principais atividades desenvolvidas durante o estágio curricular, no âmbito do Mestrado em Engenharia Mecânica, na área de especialização Projeto, Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos, ministrado pelo departamento de Engenharia Mecânica, do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra fazendo parte integrante dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica.

Consiste no documento final de curso que tenta pormenorizar as funções, tarefas incluindo a recolha e tratamento de dados e documentar as atividades desenvolvidas assim como os conhecimentos adquiridos com o decorrer do estágio curricular na empresa Piclima - Projetos e Instalações de Climatização, Lda., sediada em Miranda do Corvo, distrito de Coimbra, durante o período de 8 meses, compreendido entre 27 de novembro de 2023 e 02 de agosto de 2024, em regime laboral. A Piclima Lda. é uma empresa moderna e inovadora que aposta, forte e constantemente, na formação dos seus Recursos Humanos, com o objetivo de aumentar as competências e aptidões dos mesmos, estando sempre na vanguarda da evolução do mercado na qual esta se encontra inserida, visando ultrapassar as expectativas dos seus clientes. Significa que pratica a cultura da QUALIDADE e isso está plasmado nos diversos prémios que lhe foram atribuídos pelas organizações empresariais com competência para o efeito. E isto foi determinante para a escolha desta empresa para realização do estágio. Durante o período de estágio realizaram-se múltiplas e diversificadas atividades, em particular, no departamento de orçamentação, onde eram elaboradas consultas ao mercado, orçamentos e organização profissional de propostas de fornecimento, instalação, montagem, comissionamento e assistência pós-venda, em que o autor deste relatório se envolveu. E, assim, foi acumulando conhecimento para mais tarde poder acompanhar a realização das obras por si orçamentadas, com a devida supervisão, que lhe permitiu, mais tarde, realizarem-se as múltiplas tarefas inerentes como medições em obra, dimensionamento de condutas, equipamentos de difusão e, não menos importante, procurar e encontrar erros e omissões nos projetos, entre outras tarefas realizadas em gabinete.

Realça-se que o estágio proporcionou também a inserção no mundo real do trabalho, aprofundou os conhecimentos adquiridos nas áreas da engenharia mecânica, dando a oportunidade de pôr em prática os vários anos de formação académica ao nível da licenciatura e do mestrado.

1.2 Objetivos do Estágio

Este relatório foi elaborado no âmbito do estágio curricular, tendo como escopo a conclusão do Mestrado em Engenharia Mecânica com especialização em Projeto, Instalação e Manutenção de Sistema Térmicos (PIMST), promovido pelo Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC).

Como ele pretende-se descrever as principais atividades realizadas, durante os 8 meses de estágio na Piclima Lda., demonstrando o envolvimento e grau de desempenho. A prática diária permitiu o contacto com várias temáticas procurando-se, sempre que possível, relacioná-las com os conceitos teóricos abordados nas unidades curriculares do mestrado, com especial enfoque nos sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC).

Os objetivos específicos do estágio passaram por:

- Conhecer, identificar e compreender as atividades da empresa a sua integração e prestígio na sociedade em geral e no setor empresarial, em particular.
- Aprofundar o conhecimento sobre o cálculo, dimensionamento e seleção de sistemas térmicos recorrendo também a energias renováveis;
- Projetar e dimensionar sistemas AVAC, respetivas redes aeráulicas e hidráulicas;
- Aplicar e aprofundar os conhecimentos adquiridos em Desenho Computacional, recorrendo, nomeadamente, ao uso do programa AutoCAD da AutoDesck;
- Realizar orçamentos e propostas recorrendo a mapas ou listas de medições;
- Estudar e propor alternativas económicas com o recurso a equipamentos alternativos, sistemas e materiais, com aplicações similares, maximizando a relação preço-qualidade;
- Consolidar as noções e princípios de eletricidade e eletrónica em geral com ênfase nos sistemas de controlo, na ótica do utilizador;
- Garantir a existência de conformidade, uniformidade e concordância com as análises e leituras dos cadernos de encargos, mapas de medições e peças desenhadas de modo a tornar nulos os erros e omissões e os custos a eles inerentes;
- Elaborar e estruturar planos de instalação (PI) e de manutenção (PM) dos sistemas AVAC e respetivas redes aeráulicas e hidráulicas complementares;
- Contactar diretamente com múltiplos e diversificados equipamentos de AVAC;
- Conhecer o mercado dos sistemas energéticos e familiarizar-se com a multiplicidade de produtos, tecnologias e fornecedores existentes no mercado, passando também pela análise e interpretação dos catálogos comerciais e técnicos, físicos e digitais, fornecidos pelas respetivas marcas;

- Desenvolver aptidões e capacidades de comunicação com os clientes e fornecedores, sendo capaz de fazer passar a sua mensagem com clareza técnica, objetividade e profissionalismo.

O estágio ofereceu a oportunidade de enfrentar desafios práticos. Através dessa experiência, aprendeu-se a importância da metodologia científica na resolução de problemas, bem como a necessidade de documentar cada etapa do processo para futuras referências. Uma das principais aprendizagens foi a importância do trabalho em equipa e a comunicação eficaz. O autor deste relatório participou em reuniões de projeto e essa interação com os profissionais de diferentes áreas ajudou a compreender melhor as dinâmicas de um ambiente de trabalho em equipa e a relevância de cada função dentro de um projeto. No final do estágio, ficou evidente que a experiência contribuiu significativamente para o desenvolvimento profissional, ampliando a visão sobre a engenharia mecânica e preparando o próximo passo na sua carreira profissional. O estágio não só proporcionou uma aprendizagem prática e valiosa, mas também ajudou a construir uma rede de contatos profissionais que será benéfica no futuro.

Com uma base sólida de conhecimentos e experiências adquiridas, o autor deste relatório sente-se mais confiante e preparado para enfrentar os desafios do mercado de trabalho, ciente de que cada experiência contribuiu para sua formação como um profissional completo.

1.3 Estrutura do Relatório

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

No Capítulo 1 – Procede-se ao enquadramento do estágio, faz-se a introdução deste documento, fundamentando-se a opção pela realização do estágio curricular e o respetivo enquadramento do estágio.

Já no Capítulo 2 – Intitulado “Caracterização da Empresa de Estágio”, apresenta-se a empresa de acolhimento, os recursos humanos os meios técnicos, as parcerias e o portfólio da empresa. Este Capítulo é também contém a introdução e exemplificação de conceitos, expõe também diversos assuntos ligados ao setor do AVAC da área a climatizar, sua utilização, equipamentos mais comuns e disponibilizados pela empresa de acolhimento.

O Capítulo 3 – Intitulado “Enquadramento e Desenvolvimento do Estágio” este apresenta os objetivos e enquadramento legislativo. Pretende-se apresentar a escolha e seleção da empresa, tarefas desempenhadas e é particularmente dedicado a evidenciar as tarefas realizadas durante o período de estágio e participações no exterior.

O Capítulo 4 – Intitulado “Análise da Instalação de AVAC de um *Campus* Tecnológico em Lisboa” pretende dar a conhecer a participação no estudo desenvolvido num *Campus* Tecnológico em Lisboa

O Capítulo 5 – É o capítulo onde se apresentam as “Conclusões” inerentes à realização do estágio curricular.

1.4 Fluxograma do Relatório

Para melhor compreensão da leitura e desenvolvimento deste relatório desenhou-se o fluxograma seguinte, apresentado na figura 1.1.

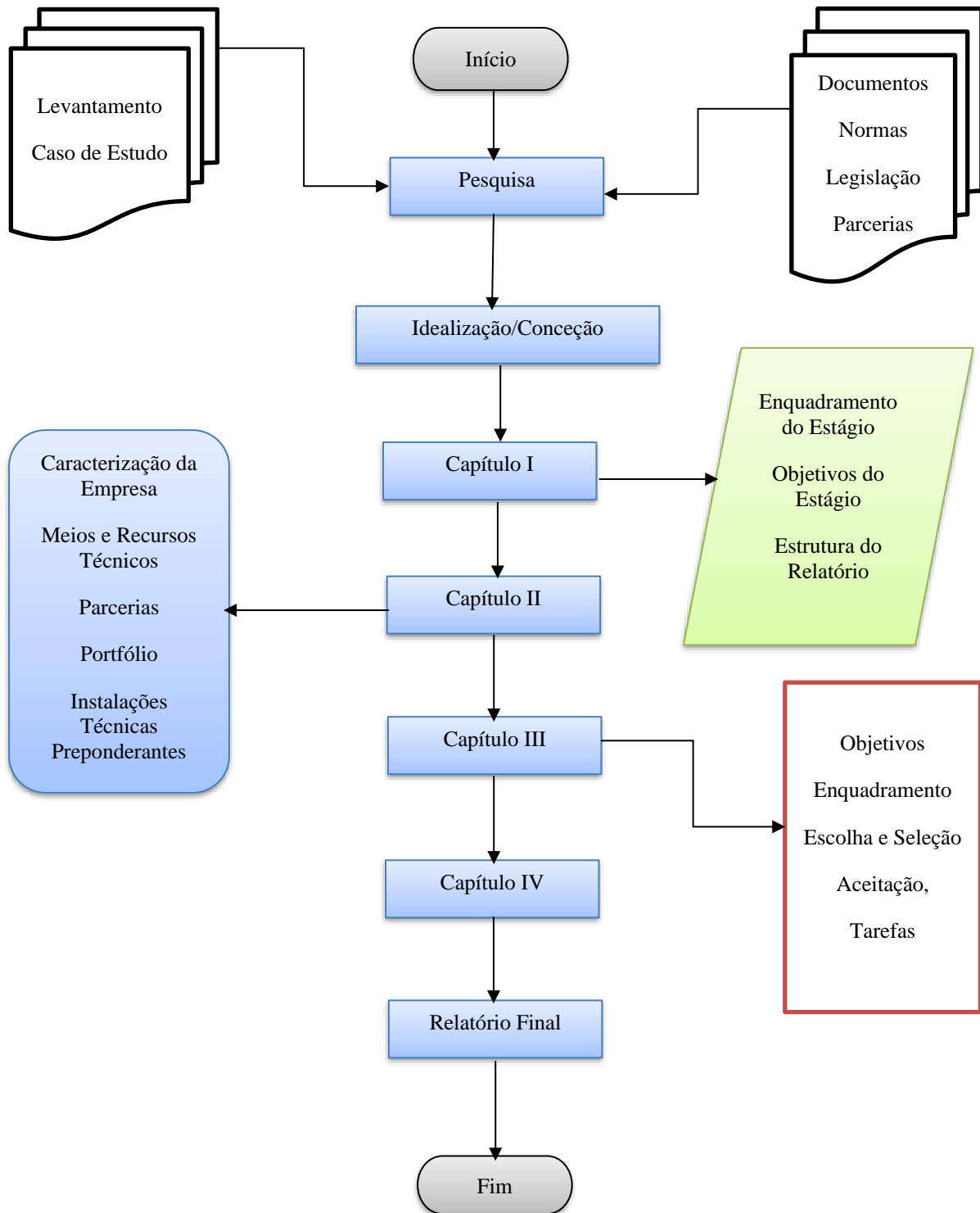


Figura 1.1 – Fluxograma do Relatório

Capítulo 2 – Caracterização da Empresa de Estágio

2.1 Caracterização da Empresa de Acolhimento de Estágio

A empresa de acolhimento do estágio denomina-se por Piclima - Projetos e Instalações de Climatização Lda., inscrita na conservatória do Registo Comercial de Coimbra, com sede na Zona Industrial, Estrada da Pereira, 3220-119 Miranda do Corvo, distrito de Coimbra, coordenada GPS (N.40.81006, O -8.3215769), sítio <https://www.piclima.servicos> e-mail: geral@piclima.com e cujo logótipo se observa na figura 2. A data de fundação foi março de 2005 inserida na categoria das Pequena e Médias Empresas (PME), com o NIF 507 273 702, CAE 43222 e capital social de 250.000 euros.



Figura 2.1 – Logótipo da Empresa

Segundo o seu prospeto comercial esta PME nasceu para concretizar uma ideia de negócio do seu fundador e sócio gerente, Eng. Hugo Serra, cujo objetivo era preencher uma lacuna no mercado da climatização comercial de execução de obras, com rigor técnico e normativo, na área da concretização e realização de projetos de AVAC. No momento atual a sua estrutura encontra-se montada, vocacionada e preparada para abordar uma obra desde a sua fase de projeto até à completa execução da instalação, possibilitando assim um serviço tipo “chave na mão” aos seus clientes.

A figura 2.2 apresenta uma panorâmica geral exterior das instalações físicas da empresa e mostra, parcialmente, a sua frota automóvel que percorre o País, diariamente, quer na execução de estudos, levantamentos, obra e seu comissionamento e assistência técnica pós-venda. O setor técnico-comercial dispõe de viaturas de dois lugares também devidamente identificadas com o logótipo da empresa e imagem de marca.



Figura 2.2 – Vista Geral da Piclima Lda.

De acordo com o sítio da empresa, como principais serviços e áreas de intervenção transcrevem-se os mesmos para a tabela 2.1:

Tabela 2.1 – Principais Áreas e Serviços de Intervenção

Serviços	Áreas de Intervenção
- Estudos e Projetos	- Ar condicionado e aquecimento central
- Consultoria	- Ventilação Industrial e doméstica
- Orçamentos	- Energias Renováveis e eficiência energética
- Instalações	- Piscinas
- Assistência Técnica	- Sistemas de climatização em geral

2.2 Recursos Humanos e Meios Técnicos

2.2.1 Recursos Humanos

A Piclima Lda. conta nos seus quadros com técnicos superiores especializados nas áreas de ar condicionado, ventilação, aquecimento central, energias renováveis e outras conexas ou ligadas ao setor, cujo organograma funcional se descreve no Anexo I. [1]

“Para fazer face à concorrência no setor, a Piclima Lda. desenvolveu parcerias com os principais fabricantes de equipamentos de AVAC, sendo neste momento considerados instaladores de referência dos mesmos, desde a consultadoria estudos, projetos, orçamentação e instalação dos mesmos. Assim, dispõe de um departamento técnico capaz de prestar serviços de elevada qualidade e eficiência, promovendo uma relação de confiança com clientes, fornecedores e colaboradores.” [1]

“Por isso, é uma empresa reconhecida no mercado, operando a nível nacional, com uma equipa especializada nas áreas de projeto, instalação, comissionamento e assistência técnica pós-venda. Todas as obras realizadas pela empresa visam assegurar conforto térmico aos ocupantes das instalações, controlo da qualidade do ar no interior das instalações obtendo delas a máxima eficiência energética e funcional visando, naturalmente, a satisfação dos seus clientes.” [1] Para obtenção deste desiderato, a Piclima Lda. encontra-se certificada pela Norma NP EN ISO 9001 (vd. Anexo II) que é uma norma de gestão da qualidade, por excelência. Na sua versão portuguesa a NP EN ISO 9001 [2]. É uma norma internacionalmente reconhecida que especifica os requisitos para Sistemas de Gestão da Qualidade, tendo como base de partida princípios fundamentais de gestão e uma abordagem por processos. Com os clientes cada vez mais informados, tornam-se mais exigentes e, obviamente, as suas expectativas crescem.

“Para uma empresa se manter concorrencial tem não só se satisfazer os requisitos dos seus clientes, como exceder as suas expectativas e, ao mesmo tempo, demonstrar confiança a outras partes interessadas. A estratégia da empresa pressupõe objetivos definidos anualmente, considerando as oportunidades, os recursos disponíveis e o ajuste à realidade do mercado sempre que necessário, adaptando-se, assim, às mudanças e exigências.” [1] A qualidade garantida pela experiência e *know-how*, adquiridos ao longo dos anos, conferem à Piclima Lda. aptidões para apresentar e recomendar soluções de sistemas de climatização adequadas a qualquer situação. A empresa tem granjeado e arrecadado vários prémios de Excelência, nomeadamente das PME Líder, promovidos pelo IAPMEI, nos anos de 2011, 2014, 2018, 2019, 2020, 2021.

À data da realização deste documento, a empresa dispõe dos recursos humanos (RH) listados, quantificados e descritos funcionalmente na tabela 2.2.

Tabela 2.2 – Lista de Recursos Humanos

Área/Departamento	Qtd^a	Função
Gestão	1	Gerência
Executiva	27	Técnica
Comercial	1	Vendas-Apoio Técnico
Financeiro	2	Administrativo
Qualidade, Ambiente, RH	1	Gerência
Orçamentação	1	Execução de Propostas
Técnico	3	Direção de Obra
Técnico	4	Assistência Técnica PV
Técnico	3	Aprovisionamento
Técnico	4	Chefes de Equipa
Gestão	3	Armazém
TOTAL	51	

2.2.2 Recursos Técnicos

Além de instalações próprias com área coberta de 400 m² e 200 m², respeitantes a vias, parque e armazenagem exterior, perfazendo um total aproximado de 600 m². Dispõe ainda dos seguintes recursos técnicos:

- 1 Camião grua;
- 1 Camião de transporte até 30 ton;
- 30 Viaturas oficina equipadas;
- 5 Viaturas comerciais;
- 2 Plataformas de elevação vertical;
- 2 Empilhadores elétricos;

Das instalações cobertas, mais de 60% da área são dedicadas à armazenagem, aprovisionamento, organização e gestão das obras. A restante é distribuída por departamentos técnico, administrativo, receção, sala de exposição, sala de formação, oficina fixa, refeitório, instalações sociais e instalações sanitárias.



Figura 2.3 – Viatura Oficina

2.2.3 Parcerias Fornecedores e Marcas

Como já foi mencionado a empresa possui parcerias técnicas e comerciais que lhe permite dispor, quase de imediato, de equipamentos, dispositivos e materiais relativos à realização e concretização das suas atividades, obras e negócios. Destes destacam-se o(a)s seguintes:

- DAIKIN, HISENSE, LGe, GREE e MITSUBISHI – Ar Condicionado;
- THERMITAL, STEP e BAXIROCA – Aquecimento Central;
- THINKTECH, ECOFOREST e SOLZAIMA – Biomassa e Bombas de Calor;
- THERMITAL, THINKTECH, VULCANO, ENERTRES e MPRIME – Solar Térmico e Fotovoltaico;
- SODECA e S&P – Ventiladores;
- SANDOMETAL, NETOS do SIMÃO, SPIROCENTRO – Conduatas;
- EVAC – Unidades de Tratamento de Ar (UTA) e UTAN;
- CONTIMETRA, SISTIMETRA – Eletrónica de Proteção Comando e Controlo;
- SANITOP – Componentes Hidráulicos;
- EFAPEL – Componentes Elétricos
- GONFIL – Componentes de Quadros Elétricos.

2.3 Portfólio da Empresa

O estágio permitiu constatar que a empresa possui muitas obras em curso: umas em fase de início, outras aproximadamente a meio e outras próximas da sua conclusão. Por consulta ao sítio da empresa é possível verificar que a empresa atua em várias áreas como a Saúde, Ensino, Turismo, Cultura, Indústria e Serviços de onde se destacam:

- Unidade de Cuidados Continuados (UCC), de Orvalho, Pampilhosa da Serra;
- Unidade de Cuidados Continuados (UCC), de Samuel, Soure;
- Lar de Idosos de Almalaguês, Coimbra;
- Lar de Idosos Dr. Clemente de Carvalho, Miranda do Corvo;
- Centro Social “O Mágico”, Águeda;
- Centro Social de Orvalho, Pampilhosa da Serra;
- Escola Básica N.º 1 de Penacova, Penacova;
- Agrupamento de Escolas, Viseu Norte, Viseu;
- Hotel Convento St. ° António, Sertã;
- Duecitânia Hotel, Penela;
- Casa das Artes, Miranda do Corvo;
- Estradas de Portugal, IP, Almada;
- Supermercado Intermarché, Vila Nova de Poiares;
- Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro, Coimbra;
- EFAPEL, Serpins, Lousã.

2.4 Instalações Técnicas Preponderantes

2.4.1 Nota Introdutória

Como já foi mencionado, a Piclima Lda., encontra-se especialmente vocacionada e preparada para abordar qualquer tipo obra desde a sua fase de projeto até à completa execução da instalação, possibilitando, assim, um serviço tipo “chave na mão” aos seus clientes. Poderá ser a obra mais simples, como a instalação de um sistema *Split*, até à execução de uma Estrutura Residencial para Idosos em que, além dos sistemas de AVAC, inclui a produção e distribuição de água quente sanitária (AQS) com a complementaridade dos painéis solares térmicos à instalação de caldeiras, a ventilação de cozinhas profissionais (VCP), salas brancas ou cinzentas e a instalação de painéis solares fotovoltaicos. Recorre-se a oito exemplos tipo de instalação que se apresentam, de seguida, de forma resumida:

2.4.2 Instalações de Sistema *Split*

Não é este o tipo de obra que interessa à empresa. Porém, são muitos os clientes particulares do conhecimento pessoal do gerente da empresa que adquirem este tipo de serviço de climatização de espaço único. Estas instalações são, normalmente planeadas para serem executadas no período de menor “aperto de serviço” em que não existe qualquer risco de incumprimento de prazos de execução das “grandes obras”. Como mostra a figura 2.4, este sistema é constituído por uma unidade interior, comumente designada por evaporador e uma unidade exterior que se designa também por unidade condensadora ou apenas condensador, interligados por duas tubagens de cobre de diferentes diâmetros (linha de alta pressão e linha de baixa pressão), dois cabos de alimentação elétrica e de comando e um ramal de escoamento de condensados. Este sistema de climatização individualizado também é conhecido como bomba de calor e, no interior do condensador existe a válvula de quatro vias que permite efetuar a inversão do ciclo de refrigeração para que o evaporador efetue a função de condensador no inverno e evaporador propriamente dito no verão. [3]

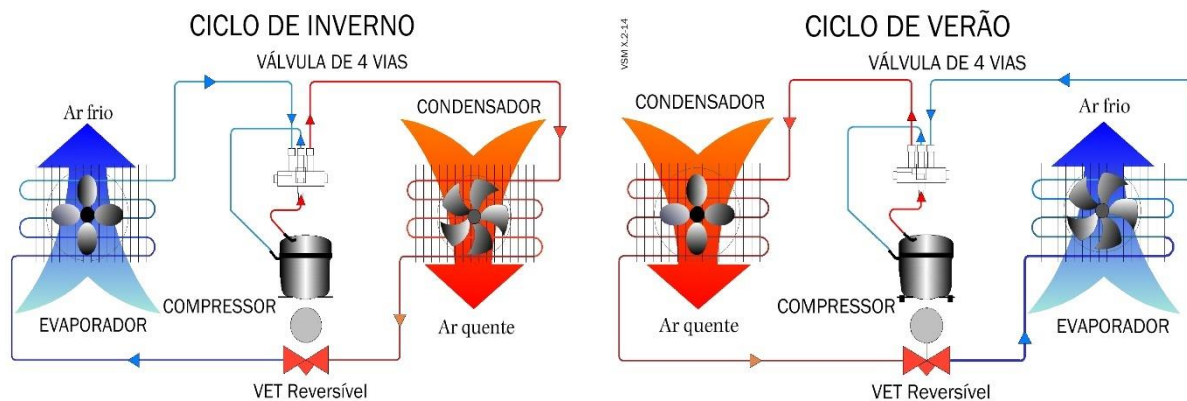


Figura 2.4 – Esquema de Funcionamento do Sistema *Split* – Bomba de Calor [3]¹

Na figura 2.5 é apresentada um esquema físico da instalação de uma unidade de climatização por bomba de calor. A empresa comercializa um serviço de excelência com este produto, para clientes normalmente exigentes e estima-se que sejam montadas entre 200 a 300 unidades anuais predominantemente das marcas DAIKIN e MITSUBISHI.

¹ Este esquema e seguintes, cuja fonte não está identificada foram retirados do site www.lidel.pt/ das obras Refrigeração I e II (Monteiro, 2015) disponíveis online para formação profissional.

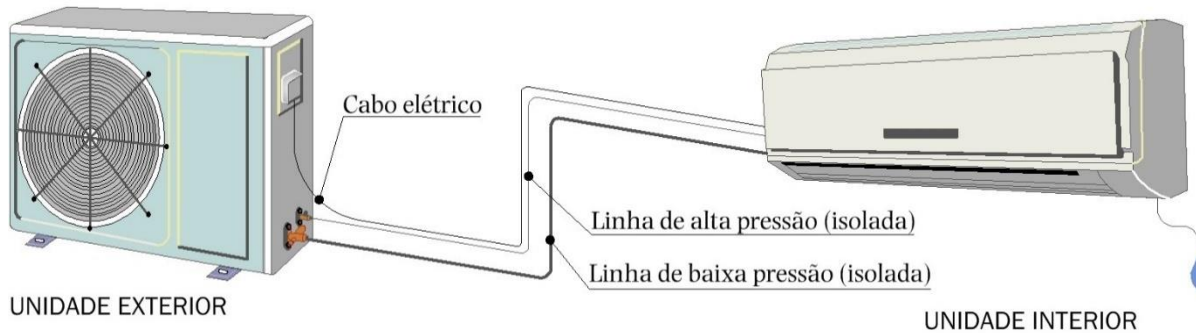


Figura 2.5 – Esquema de Instalação dos Sistema *Split* – Bomba de Calor [3]

2.4.3 Instalação do Sistema *Multisplit*

O sistema *multisplit* trata-se de um produto interessante sob o ponto de vista comercial, tendo como principal aplicação a climatização de moradias unifamiliares. Aqui é exigido um estudo da obra e dos espaços mais cuidadoso de modo a ocultar a única unidade condensadora que pode alimentar até cinco unidades evaporadoras, ou seja, cinco espaços distintos. A ocultação da unidade condensadora, no exterior, por meios naturais ou artificiais, sem reduzir a eficiência funcional é crucial para minimizar o impacto visual. A figura 2.6 tenta exemplificar uma instalação desta natureza. As unidades interiores poderão ser de qualquer tipologia conhecida em função da sua localização: mural, de chão, cassete de uma ou quatro vias e de conduta. [3]

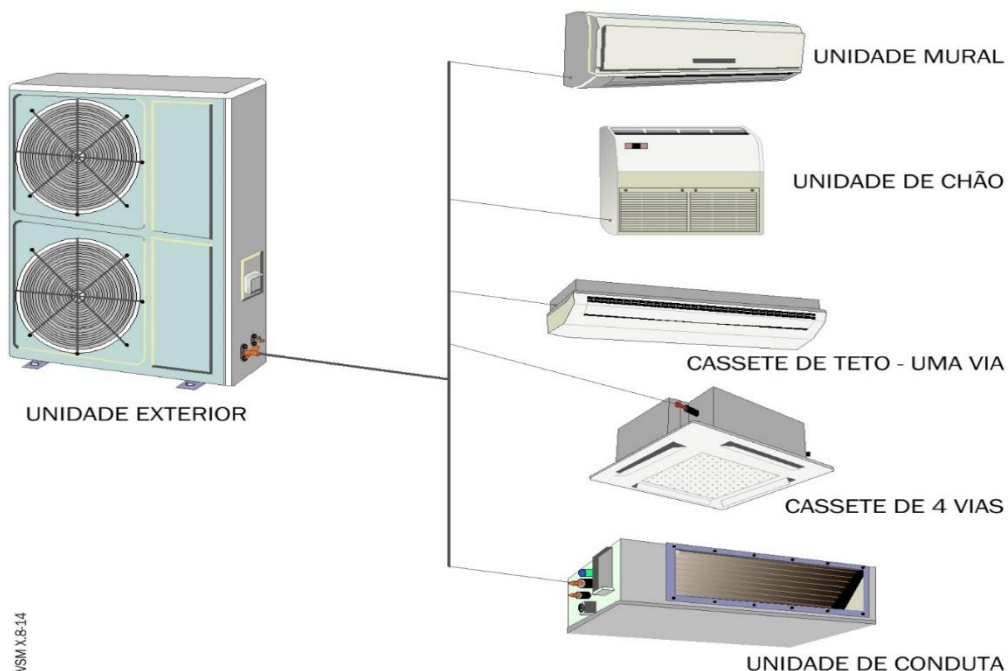


Figura 2.6 – Esquema de Instalação do Sistema *Multisplit* – Bomba de Calor [3]

De modo idêntico à instalação anterior, este produto destina-se a clientes que estão construindo uma moradia e pretendem equipamento que deem excelentes garantias funcionais, de baixos consumo e nível de ruído. Estima-se que durante um ano sejam montadas entre 100 a 150 instalações desta tipologia, predominantemente, das marcas DAIKIN e MITSUBISHI. Neste tipo de obras, além do ar condicionado é usual serem fornecidos uma bomba de calor para produção de AQS e, por vezes, em complementado com um ou dois painéis solares térmicos. A figura 2.7 mostra o esquema funcional de uma bomba de calor para produção de AQS.

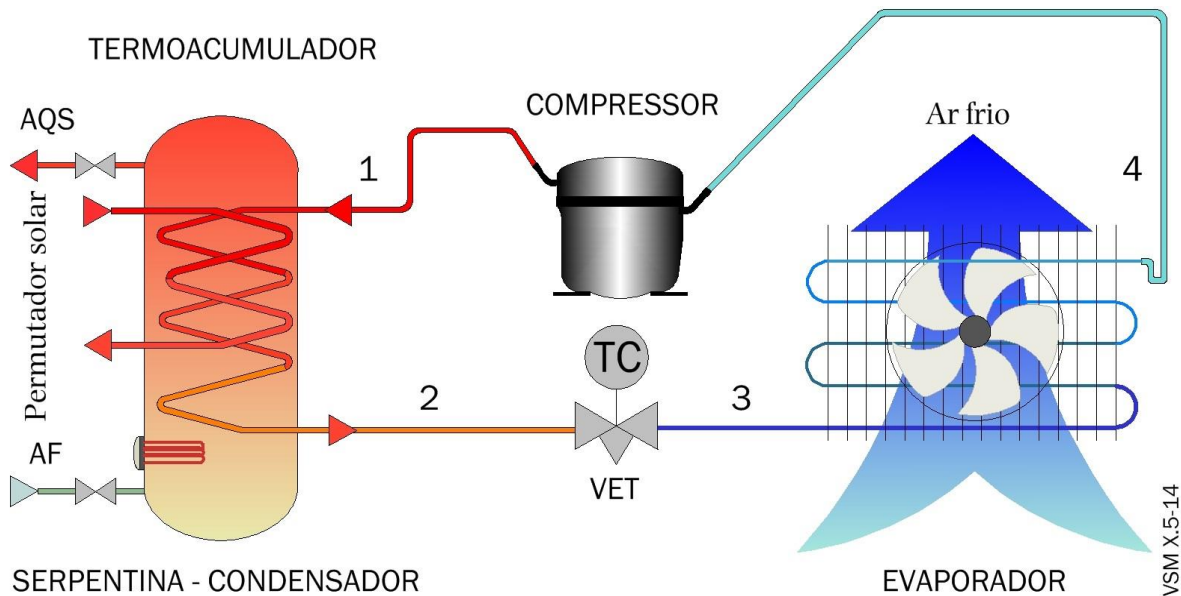


Figura 2.7 – Esquema de Funcionamento Bomba de Calor para AQS [3]

2.4.4 Instalações de Sistema VRV e VRF

As tecnologias *Variable Refrigerant Volume*, (VRV) ou *Variable Refrigerant Flow*, (VRF) nasceram da experiência e utilização dos sistemas *multisplit* e onde eles não tinham capacidade frigorífica suficiente que pudesse climatizar grandes espaços confinados, ou até mesmo escritórios em *open space*. Assim estes equipamentos e sistemas permitem colocar um grande número de unidades de evaporadoras, mediante a regulação do caudal de fluido refrigerante. Assim a instalação destes sistemas é o principal *core business* da empresa já que abrange os médios e grandes edifícios de escritórios e serviços, setor hoteleiro, alimentar, edifícios dedicados ao setor da saúde, educação, indústria farmacêutica de componentes eletrônicos, laboratórios e produção agroalimentar, entre outros. Também aqui as marcas de eleição são a DAIKIN e a MITSUBISHI, mas se existirem nos cadernos de encargos (CE) a sugestão de determinada marca proposta pelo dono da obra, não existirá nenhum entrave à sua aquisição e instalação. [3]

As figuras 2.8 e 2.9 mostram, os esquemas dos sistemas VRV e VRF, respetivamente.

A particular vantagem desta tecnologia de climatização é cobrir as necessidades de arrefecimento e aquecimento nas estações intermédias (primavera e outono) nos grandes edifícios de serviços, nomeadamente hotéis, em que os quartos com as fachadas a norte necessitam de calor e os quartos com as fachadas virada a sul necessitam de arrefecimento.

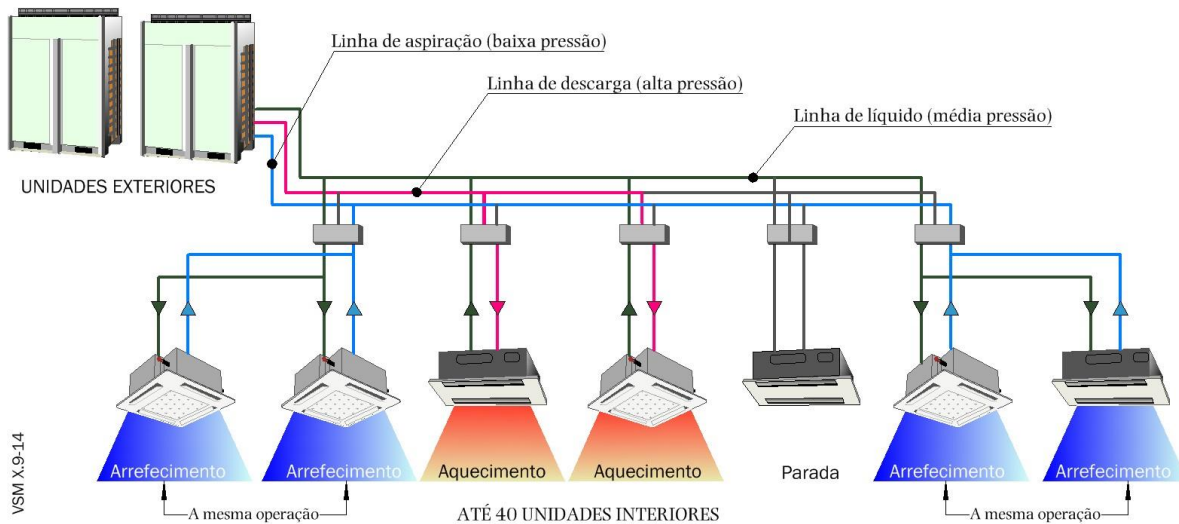


Figura 2.8 – Esquema de Funcionamento do Sistema VRV [3]

O sistema VRF difere do sistema VRV pela ausência de caixas de distribuição e surge como a resposta dos fabricantes de equipamentos de ar condicionado por expansão direta à climatização dos grandes edifícios de comércio e serviços em oposição aos sistemas hidráulicos, conhecidos no meio do AVAC como sistemas *hidrónicos*, por *chiller*. Para efetuar as interligações recorre-se a derivações em Y, fabricadas em cobre, especialmente concebidas e dotadas de caixa envolvente com isolamento em poliuretano em substituição das caixas de distribuição no sistema VRF. Existem algumas variantes a estes dois sistemas que permitem a introduzir recuperadores de calor na introdução de ar novo e *kit hidrónico*, ou hidráulico, com acumuladores de AQS, dotados das respetivas bombas, visando a eficiência energética e minimização de custos funcionais. [3] Estimam-se entre 30 e 40 as instalações em curso no corrente ano. Segundo o gabinete técnico da empresa, estes sistemas (VRF/VRV) tem vindo a ganhar terreno aos sistemas *Multisplit* sobretudo nos edifícios residenciais e de serviços pela sua adaptabilidade e pela rápida instalação e economia de materiais e mão de obra. Durante o estágio houve a oportunidade de observar uma montagem destas em obra (Lar de Areias, Ferreira do Zêzere) e constatar era comentado entre os técnicos poderia corresponder à verdade. Sob o ponto de vista comercial poderá ser interessante listar as vantagens e desvantagens do Sistema VRV/VRF, relativamente aos sistemas convencionais por água arrefecida, para apresentação a potenciais investidores.

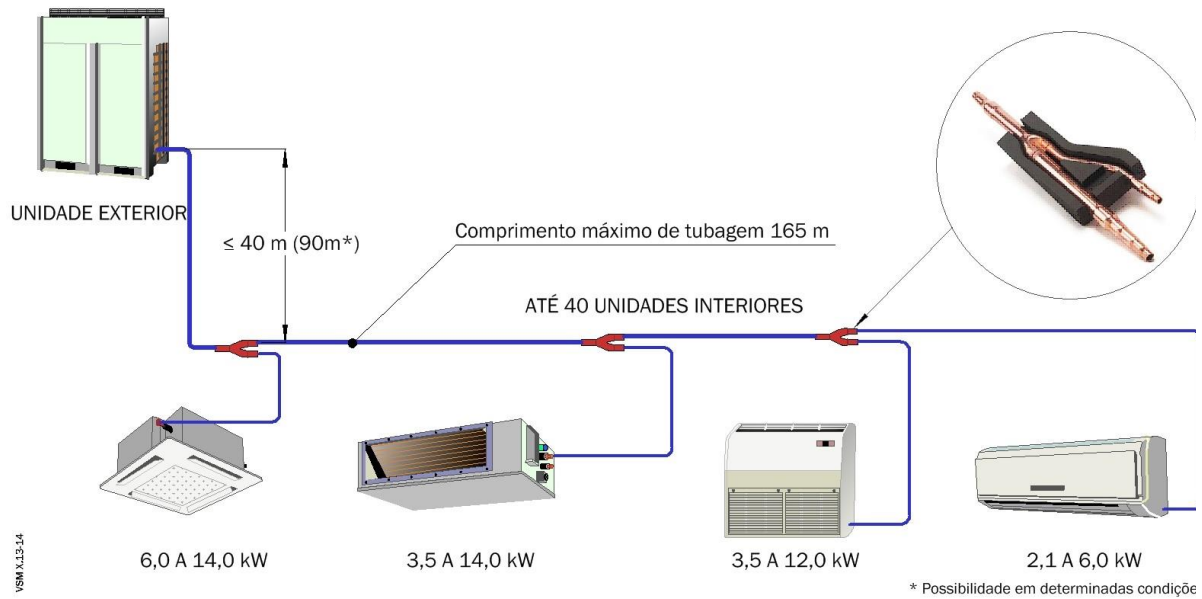
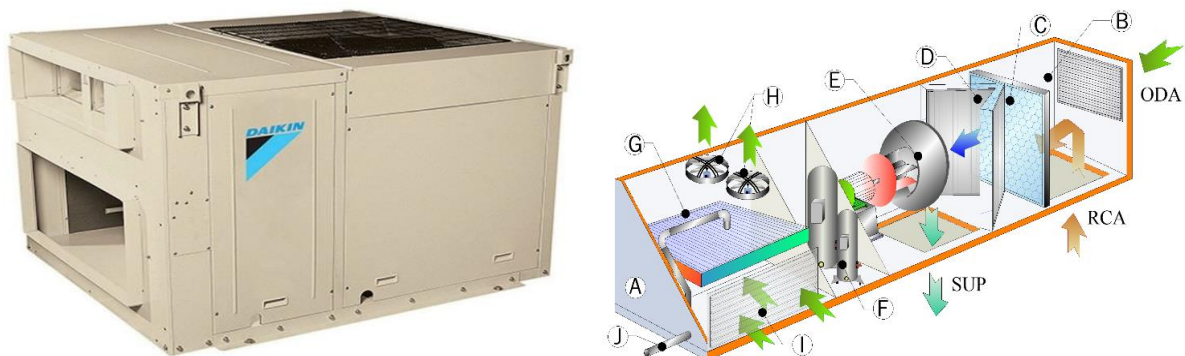


Figura 2.9 – Esquema de Funcionamento do Sistema VRF [3]

2.4.5 Instalações de Unidades de Cobertura – RTU

Embora seja pouco frequente a sua comercialização e montagem pela empresa, recorre-se a esta solução, em situações pontuais para climatizar um espaço único de grandes dimensões, em situações de “grande necessidade e urgência”, caracterizadas pela gerência ou departamento comercial.



Legenda:

- | | |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| A – Envoltente metálica | G – Condensador |
| B – Câmara de mistura (ar novo+ retorno) | H – Ventiladores |
| C – Filtro G | I – Entrada de ar para o condensador |
| D – Filtro F | J – Entrada de água para arrefecimento adicional (opcional) |
| E – Ventilador | |
| F – Compressores <i>Inverter</i> | |

Figura 2.10 – Unidade de Cobertura (RTU) e Esquema de Funcionamento [3]

Estas unidades de cobertura são conhecidas como *Roof Top Units*, (RTU) e é uma solução de climatização compacta que utiliza, tal como os anteriores, o sistema de expansão direta para arrefecer o ar novo a introduzir nos espaços a climatizar através de Unidade de Tratamento de Ar, UTA. É típico equipamento “dois em um”, que significa a associação de uma unidade de expansão direta acoplada a uma UTA. [3] Um exemplo típico deste equipamento pode ser observado na figura 2.10. Prevê-se que no corrente ano à volta de 10 RTU, de diferentes capacidades e tamanhos, serão instaladas pela Piclima Lda., no corrente ano civil.

2.4.6 Instalação do Sistema Hidráulico 2 ou 4 Tubos – Chiller

Esta atividade é geralmente feita em função de análise e orçamentação de projeto completo do cliente que é normalmente constituído por um CE, condições técnicas gerais e especiais, lista ou mapa de medições, diagrama de execução, peças desenhadas, classe energética pretendida (SCE) e termo de responsabilidade do autor do projeto, comumente um perito qualificado, (PQ). É uma solução muito custosa pelo que a análise ao projeto e a sua orçamentação deverá ser muito cuidada e minuciosa de modo a que nada possa ser omissa uma vez que o custo de uma instalação tipo poderá ultrapassar o meio milhão de euros. Instalações de AVAC envolvendo a montagem de *chiller* foram executadas e acompanhadas durante o período de estágio. Algumas estavam em curso antes do início, outras iniciaram-se durante e ainda outras estão previstas para o presente ano pelo que não é possível quantificar as mesmas. No entanto, estima-se que sejam entre 4 e 6 as obras, adjudicadas à Piclima, Lda., com instalação de climatização desta tipologia, no ano de 2024. A sua montagem execução e conclusão deverá estender-se pelo ano de 2025. A figura 2.11 tenta estabelecer uma comparação entre o sistema a dois e a quatro tubos. Enquanto o sistema a dois tubos se afigura simples, como o recurso a uma válvula seletora, já a sofisticação e complexidade do sistema a quatro tubos exige que nas características construtivas dos ventiloconvectores (VC) também conhecidos no meio técnico como *fancoils*, estes sejam dotados de duas baterias cobre-alumínio que permitem que a instalação possa fornecer, em simultâneo, frio e calor. Já com o sistema a dois tubos, os *fancoils* possuem apenas uma bateria e, assim, só será possível o fornecimento de arrefecimento ou, em alternativa, aquecimento. O sistema a dois tubos é um sistema limitado. Portanto, não é adequado a edifícios de serviços com perfis de utilização contínuo. Também não é aconselhada a sua seleção em edifícios dotados com compartimentos ou espaços cujas fachadas estejam viradas a norte ou a sul, como é o caso dos hotéis. Neste caso os sistemas a VRV ou VRF ganham enormes vantagens os níveis dos custos de instalação e funcionamento, cujos fabricantes estimam em cerca de 15% quer em custo inicial, quer de funcionamento e manutenção.

Durante o estágio detetou-se que os sistemas hidráulicos² que usam o *chiller* como transformador de energia, apresentam alguns problemas quando comparados com os sistemas de VRF/VRV, nomeadamente:

- Falta de equilíbrio ou balanceamento da instalação. Poderá minimizar-se este problema com a instalação de válvulas específicas, efetuar medições, regulação e ajustamentos para evitar problemas gerados com a circulação descontrolada do caudal de água. Contudo, tudo isto gera custos adicionais.
- Necessidade do tratamento da água quente: obrigam à inibição da corrosão, utilização de produtos químicos que evitem incrustações e formação de bactérias, elevação do ponto de ebulição, redução do ponto de congelação e sistema permanente de deteção de fugas.
- Requerem maior manutenção;
- Possuem maior propensão para avarias devido as vibrações, fugas e eventuais “golpes de ariete”;
- Não dispensam equipamentos complementares (UTA) para renovação do ar;
- Instalação mais cara e onerosa;
- Maior ruído para igual capacidade;
- Menos preciso, mas adequado para grandes ZO;
- Instalação mais complexa;
- Capacidade limitada em (kW);
- Unidades grandes e pouco estéticas;
- Aplicação limitada aos grandes edifícios.

O conhecimento mais aprofundado e adquirido sobre os sistemas hidráulicos resulta do envolvimento no estudo e levantamento para a introdução de melhorias funcionais que se irá descrever e detalhar em pormenor a partir do ponto 3.6 – Participação e Trabalhos no Exterior. Tratar-se de um estudo e levantamento das instalações existentes, visando a elaboração de um relatório com vista a melhorias, devidamente especificadas e quantificadas em mapa de trabalhos do qual se conhecem os materiais, mão- de- obra, tempos, calendarização resultados ganhos esperados e medíveis, custos para o cliente final – dono de obra.

²Esta temática e todos os assuntos a ela relacionados a foi a mais trabalhada durante o estágio. Obteve-se um conhecimento prático profundo registado em arquivo fotográfico no Computador.

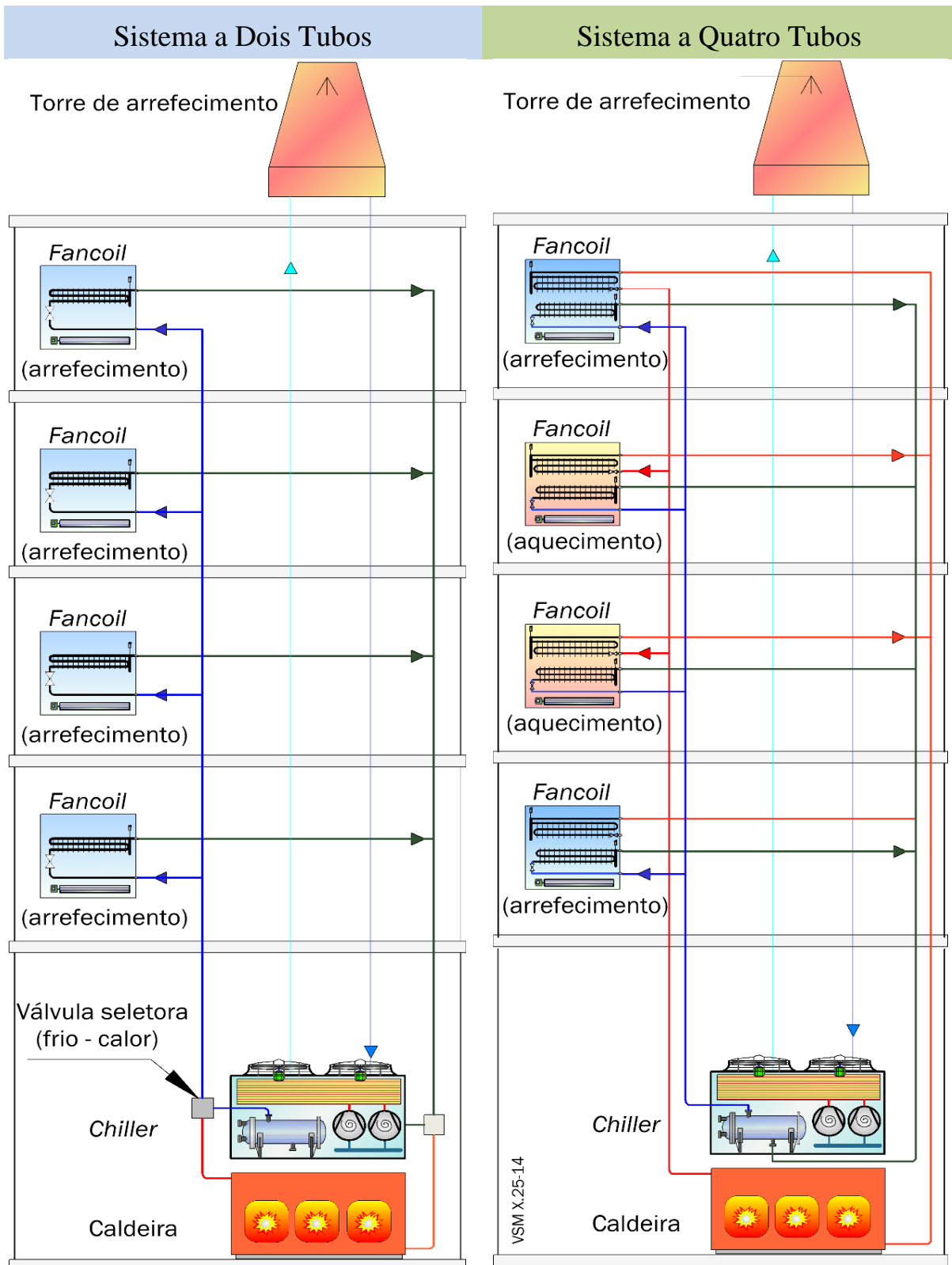


Figura 2.11 – Comparação Esquemática dos Sistemas a Dois e Quatro Tubos [3]

Mais adiante serão especificados os trabalhos de acompanhamento, da instalação e montagem de sistemas de AVAC que além de incluírem os sistemas de VRV/VRF também se reportam às instalações de climatização que recorrem a *chiller*.

2.4.7 Instalação Aquecimento Central e Produção de AQS

Estas duas especialidades específicas e conexas do AVAC encontram-se quase sempre juntas e ligadas nas obras adjudicadas à Piclima, Lda., uma é praticamente indissociável da outra. Isto acontece porque a empresa especializou-se na realização de instalações desta natureza em edifícios residenciais para idosos, como lares para a terceira idade, centros de dia, creches e jardins-de-infância, ginásios e centros desportivos onde o conforto térmico de inverno e as necessidades de AQS são sempre um problema a resolver de forma conveniente e segura já que as constantes exigências da legislação e crescente lotação obriga a um sobredimensionamento aceitável para futura expansão. Estas condicionantes são sempre tidas em conta desde a conceção até à instalação. E é aqui que se manifesta e verifica o prestígio e idoneidade da empresa. Atendendo à demanda do cliente por mais aquecimento e mais produção de AQS os custos não são proporcionais já que se manteve “em segredo” que o equipamento vai responder a essas solicitações sem grandes custos adicionais. E isso faz toda a diferença para os gestores/donos da obra. [4] A figura 2.12 mostra, esquematicamente, uma instalação de aquecimento central residencial tipo, recorrendo a caldeira alimentada a combustível, gasoso ou líquido, apoiada por painéis solares térmicos em que as diferentes distribuições do calor: aquecimento de piscina interior, dos espaços por radiadores ou piso radiante e consumo de AQS.

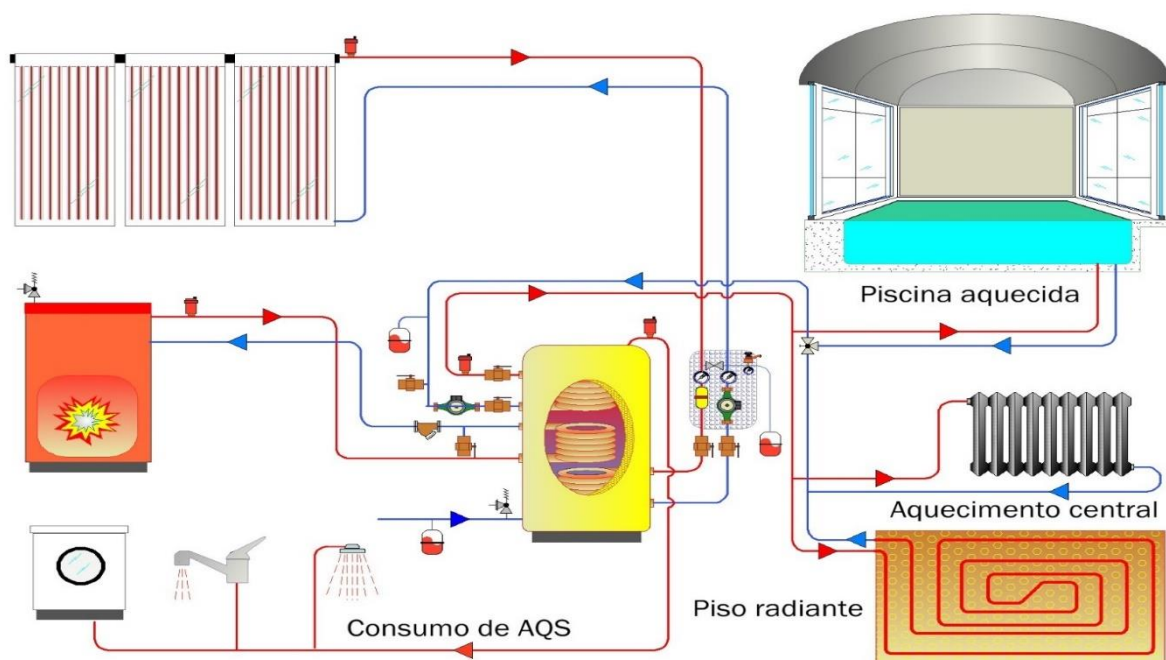
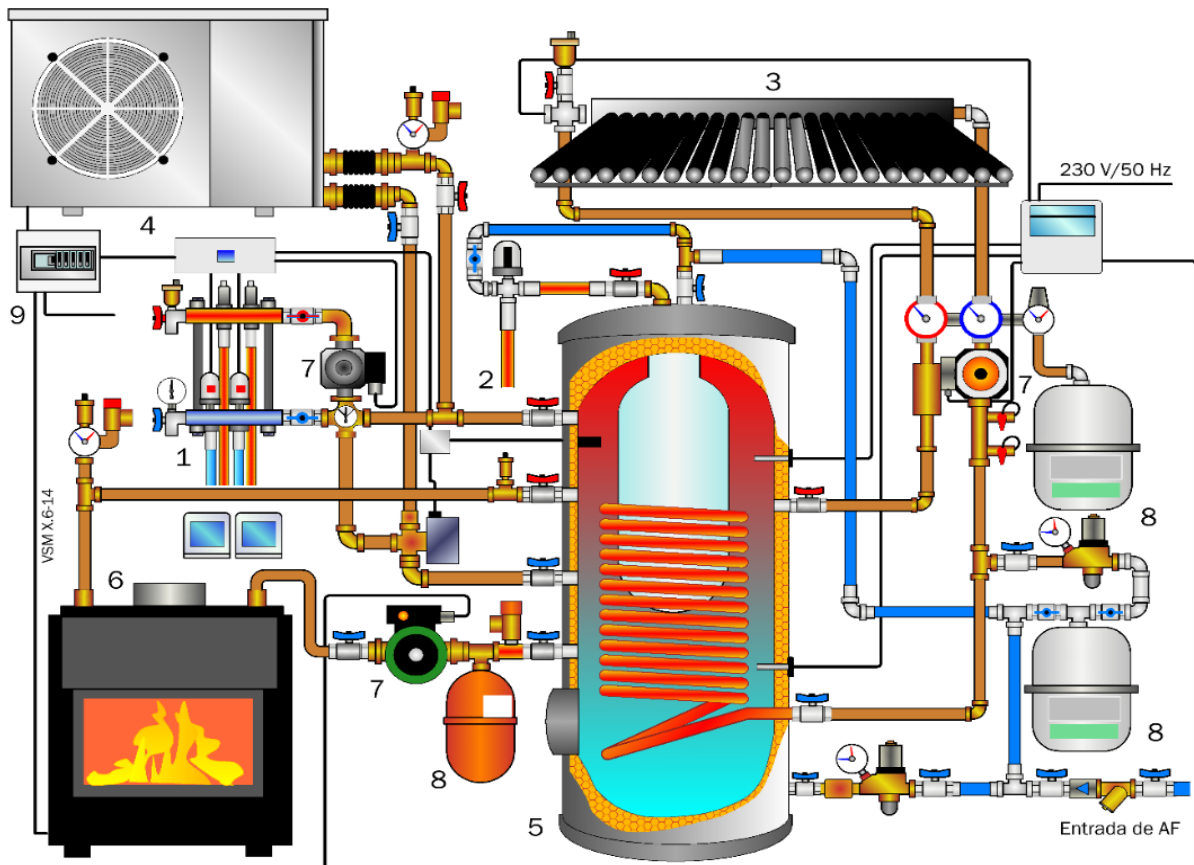


Figura 2.12 – Esquema de Aquecimento Central Residencial com Produção de AQS [4]

A Piclima Lda. estuda as necessidades específicas de cada cliente e tenta ultrapassar as suas expectativas. Não será de estranhar que o seu departamento estude e desenvolva as chamadas “soluções à medida” algo que se está a perder, mas que representam um nicho de mercado atrativo, rentável e altamente lucrativo. O investimento em *know how* e a experiência feita são surpreendentes na hora de se fecharem os negócios. Os técnicos ficam satisfeitos por verem realizadas e concretizadas as suas “ideias”. Apesar de fisicamente não existir um departamento de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico (I&DT) ele está sempre presente uma vez que as ideias são estudadas discutidas e partilhadas à luz das leis da Física, conceitos e aplicação das equações matemáticas estudadas nas escolas de engenharia. A experimentação, a recolha e análise de resultados faz parte integrante das funções dos elementos do Gabinete Técnico. A figura 2.13 mostra o esquema físico de um sistema de produção de AQS “estudado à medida”, projetado e instalado para um cliente com exigências especiais recorrendo a três diferentes transformadores de energia.



Legenda:

- | | | |
|-------------------------------|--------------------------|----------------------|
| 1 – Ligações ao piso radiante | 4 – Bomba de calor | 7 – Eletrobomba |
| 2 – Utilização de AQS | 5 – Termoacumulador | 8 – Vaso de Expansão |
| 3 – Coletor solar térmico | 6 – Recuperador/Caldeira | 9 – QEP |

Figura 2.13 – Esquema de Produção de AQS “à medida” [3][4]

2.4.8 Instalação de Ventilação de Cozinhas Profissionais

Continua-se a caracterização com mais um exemplo da tipologia das instalações técnicas projetadas e executadas em edificado, pela empresa. Esta é a instalação tipo que integra, normalmente, os edifícios residenciais para idosos, atualmente também designadas por residências seniores. Esta instalação complementa as instalações de AVAC e produção de AQS, já que nesta tipologia de edifícios é obrigatório a instalação de uma cozinha profissional com requisitos legislativos e normativos específicos, nomeadamente a Norma EN 16282 nas suas 10 partes e a NP 1037 Parte 4 [6] [7]. A figura 2.14 mostra o esquema em 3D de um sistema de VCP dotada de compensação de ar novo, filtrado e tratado, onde, além das hotes e unidade de tratamento de ar novo (UTAN), é possível visualizar os traçados dos sistemas de insuflação de ar novo e de exaustão de fumos e gases de combustão.



Figura 2.14 – Ventilação de Cozinha Profissional (3D) [5]

Como foi dito anteriormente, esta atividade, em particular, dispõe de muitas normas e legislação a serem observadas desde a conceção e projeto até ao funcionamento cruzeiro passando por todas as fases intermédias. Não é propriamente uma atividade vulgar na empresa e é apenas adjudicada à Piclima Lda. quando se encontra separado da instalação dos equipamentos hoteleiros, o que raramente acontece, em geral, mas é prática comum nos projetos de construção de edifícios ou residências para seniores. Além do sistema de condutas destinadas à exaustão de gases de combustão as hotes são dotadas de filtros de retenção e separação de gorduras com um caudal determinado pela equação de Bernoulli, adaptada para o efeito e metodologia de cálculo constante na Norma EN 16282:2017 – Parte 1 [6].

A Piclima, Lda. segue e respeita o cálculo e dimensionamento proposto na obra “Ventilação de Cozinhas Profissionais na Restauração e Hotelaria”, cuja metodologia se apresenta na figura 2.15.



Figura 2.15 – Fases e Procedimentos para Conceção e Projeto [5]

A empresa recorre ao mercado de fabricação metálica em aço inox para adquirir as hotes estandardizadas que melhor satisfazem os requisitos do cliente e, conseqüentemente, do projeto da cozinha profissional. Regra geral, e nos casos de instituições que utilizam a climatização recorrendo ao arrefecimento de água por *chiller*, segue o protocolo esquemático funcional ilustrado na figura 2.16. Aproveita-se o sobredimensionamento do *chiller* para arrefecer o caudal de ar de insuflação movimentado pelo ventilador da UTAN, obtida na grelha de admissão de ar novo (ODA). Na estação de inverno é comum a instituição ser aquecida com o recurso a caldeira que, simultaneamente, contribuem parcialmente para a produção de AQS complementada com a instalação de painéis solares térmicos. Como também se pode observar na figura 2.16 o sistema de exaustão, além da unidade de ventilação, ele é dotado de um sistema compacto que engloba filtragem mecânica, eletrostática e ultravioletas, intercalados na rede de condutas entre a hote e a saída terminal dos vapores e gases de combustão (EHA), permitindo reter até 90% a produção de partículas de gordura geradas nos processos de cocção. A figura 2.16 reporta-se, de um modo geral a Instituições Particulares de Solidariedade Social (IPSS). Porém, em investimento de iniciativa particular desta natureza, o primeiro parâmetro para se ganhar a obra é o preço. Por isso, o estudo assenta na minimização dos custos iniciais, com a procura de solução técnicas inovadoras, de custo acessível, mas que não comprometam os objetivos de funcionalidade e cumprimento legal e normativo em todos os aspetos. É aqui que entra em ação o Gabinete Técnico de engenharia da Piclima Lda. que estuda, pesquisa, analisa, orçamenta e propõe ao cliente soluções mais económicas sem prejuízo da qualidade, mas com baixos custos de funcionamento e manutenção sem perder de vista a eficiência energética. E os clientes agradecem e recomendam a Piclima Lda. a eventuais futuros clientes. E assim se constrói uma boa reputação.

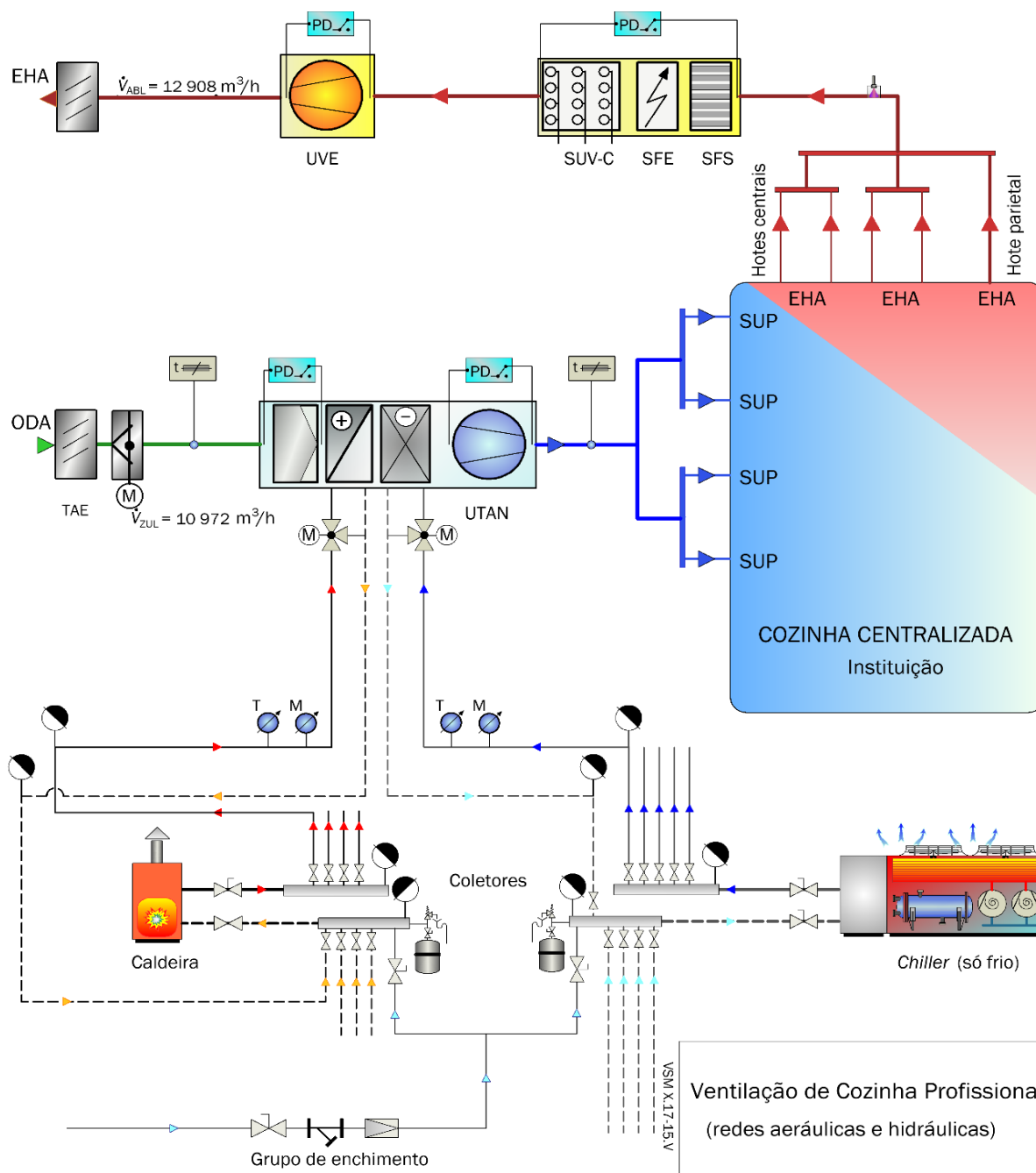


Figura 2.16 – Esquema Funcional de Instalação de VCP [5]

A figura 2.16 representa o sinótico funcional e regulação e controlo de um sistema de VCP para os seus utilizadores. Trata-se na verdade do esquema minimalista de um sistema de VCP que alimenta uma hote compensada com uma UTAN de dois caudais de ar novo distintos: ar novo tratado e ar novo filtrado. Note-se que, contrariamente ao esquema anterior, não existe caixa de filtragem eletrostática e ultravioletas. Ela é substituída por um sensor de gorduras que se instala a jusante da gola de ligação da hote na rede de condutas de exaustão e que, ao fim de um determinado nível de acumulação de gordura o sistema “obriga” à sua limpeza por motivos de segurança.

O sistema solta, com antecedência, dois alarmes prévios de modo a que a paragem e limpeza do sistema seja planeada e executada em datas e horas adequadas.

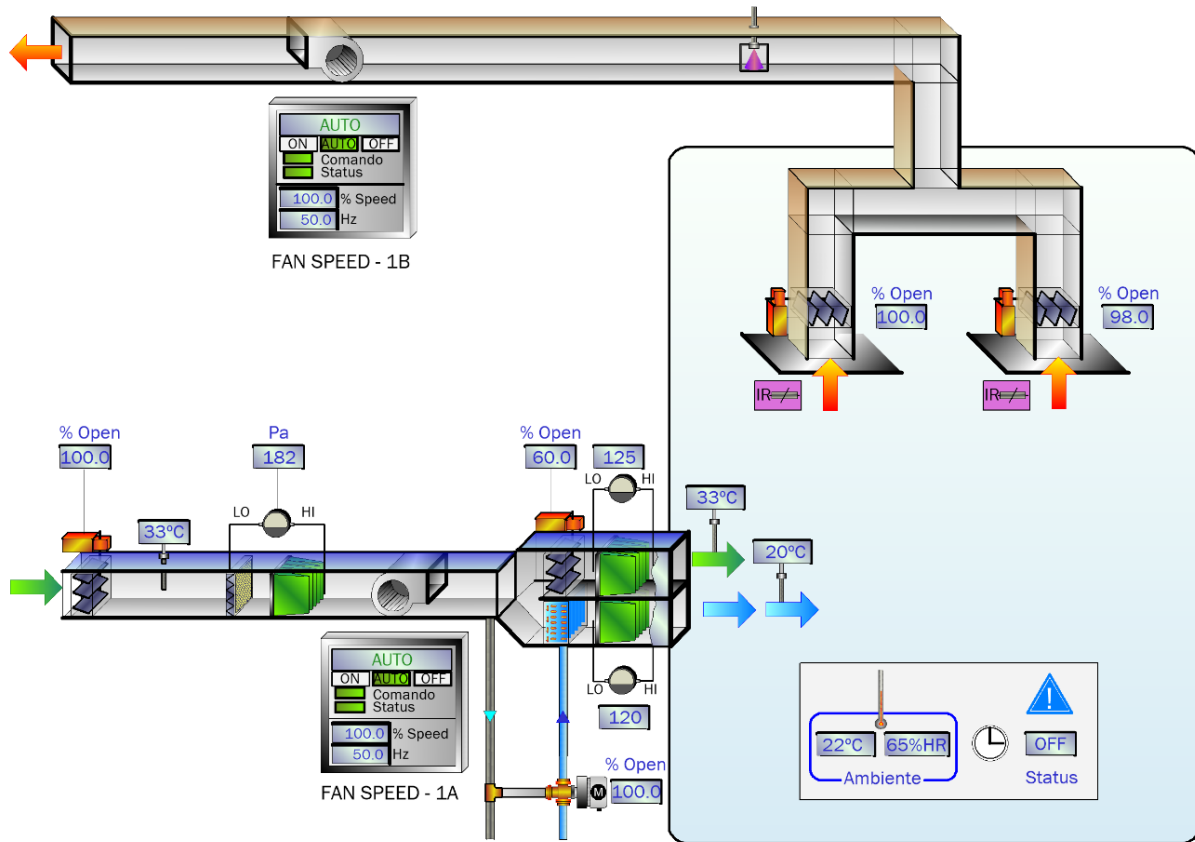


Figura 2.17 – Quadro Sinótico Funcional do Sistema VCP [5]

2.4.9 Instalações de Salas Brancas ou Cinzentas

Trata-se de uma atividade em que a Piclima Lda. dispõe de informação, *know how* e experiência na conceção, projeto instalação, montagem e assistência pós-venda. Por isso, é bastante solicitada para a execução de laboratórios, salas brancas e cinzentas para a indústria eletrónica, farmacêutica e ou em clínicas médicas ou hospitalares e setor agroalimentar. Um trabalho desta natureza exige muita minúcia, detalhe e pormenorização, antes da sua adjudicação e consequente execução. Cumprindo requisitos específicos a equipa de engenharia da Piclima Lda. trabalha, analisa, discute, reflete e coopera com a equipa de engenharia do dono da obra especialmente dedicada à sua concretização. A sua aprovação segue um protocolo específico já que, no final, certos parâmetros de limpeza do ar, número de partículas existentes em suspensão, temperatura, humidade relativa, caudais de ar, velocidade de escoamento, ruído e outros terão que ser confirmados durante os testes e ensaios de comissionamento. [5] Outras garantias terão de ser prestadas como as condições de operacionalidade, manutenção preventiva e, sobretudo o fornecimento e substituição de filtros.[8] [9]

A figura 2.18 mostra um esquema tipo de uma sala branca³ destinada a um bloco operatório de uma clínica hospitalar. A solicitação para a realização deste tipo de instalações é relativamente grande, tendo em conta a especificidade e grau e sofisticação exigidos pelos clientes cuja a carteira de clientes e a sua importância no mercado nacional é relevante para aferir da qualidade, quando comparado com as outras atividades abrangidas pelo AVAC. A empresa especializou-se na comercialização de salas brancas e isso é considerado um facto relevante para aquilatar as expectativas dos clientes quando se fecha um negócio em que envolve a empresa, desde a conceção até a realização e funcionamento cruzado. O serviço pós-venda, assistência técnica e, nomeadamente a substituição de filtros encontra-se garantida sete dias por semana.

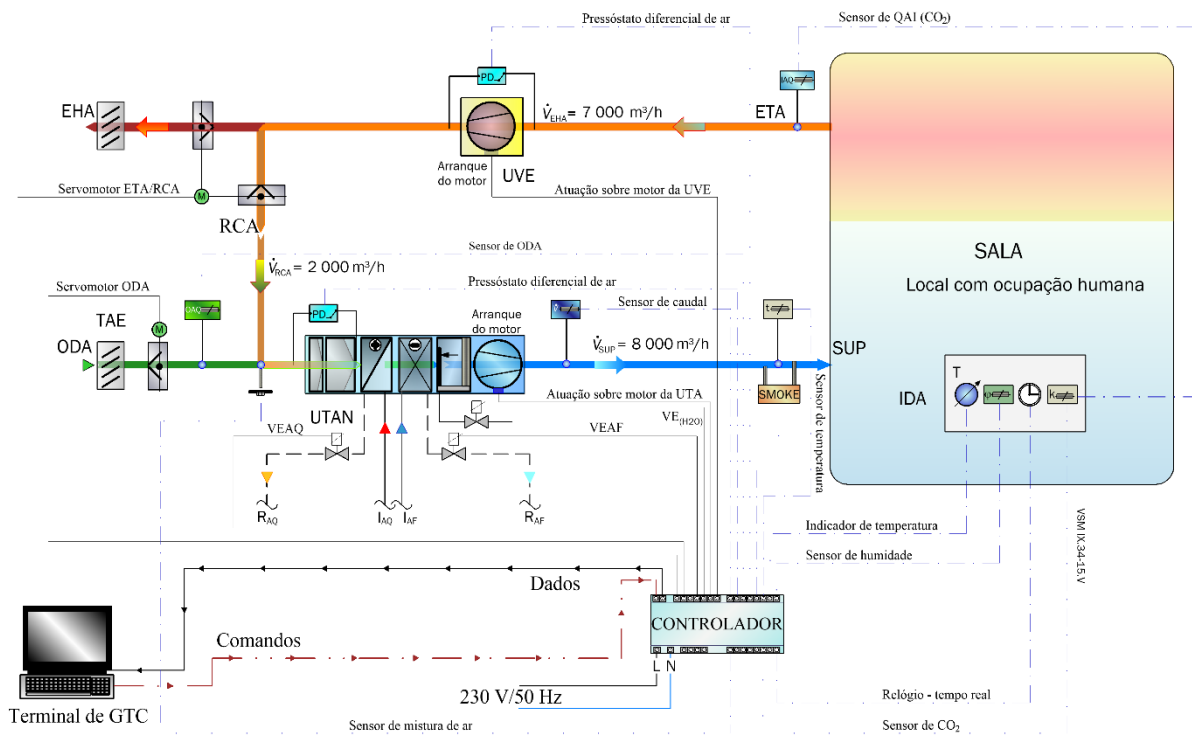


Figura 2.18 – Esquema Funcional de uma Sala Branca [4]

³ Apesar de o autor deste relatório não ter participado diretamente na conceção e montagem de desta tipologia a empresa é frequentemente chamada a dar preço cotação para obras desta natureza. Durante o estágio realizaram-se obras na Empifarma e BASI (Empresas farmacêuticas).

2.4.10 Atividades e Instalações Conexas

Entre outras atividades conexas executadas pela empresa existem mais duas que valerá a pena mencionar, mas em que não houve oportunidade de envolvimento até ao momento. Espera-se a participação nestas atividades num futuro próximo, tendo já sido recebido o convite verbal do gerente para fazer o estágio curricular na empresa e, assim, dar continuidade ao seu estágio académico. São elas:

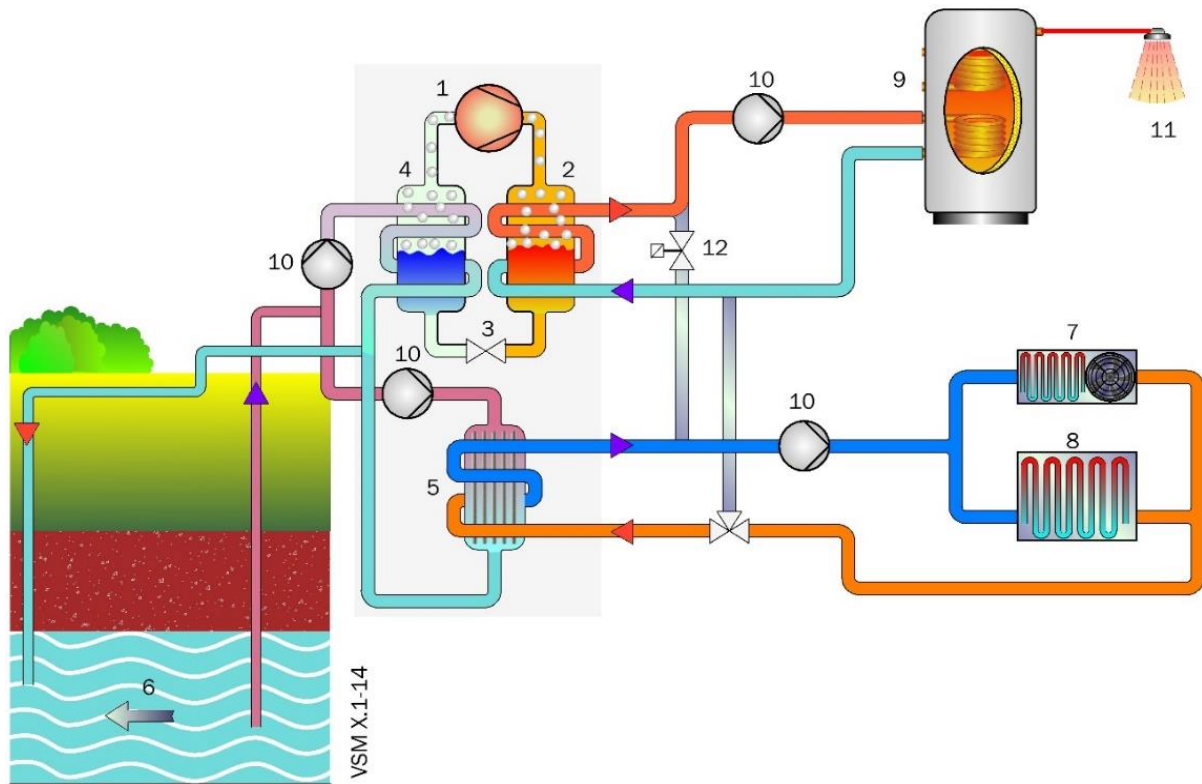
- A instalação de painéis solares fotovoltaicos;
- Instalação de sistema de climatização e produção de AQS por geotermia.

A figura 2.19 ilustra uma instalação de painéis fotovoltaicos, em unidade fabril realizada pela empresa. Instalações deste tipo fazem parte de um pacote global de AVAC e produção de AQS que a empresa dispõe e coloca à disposição dos seus clientes domésticos, comerciais, fabris e IPSS, na região envolvente à sua sede.



Figura 2.19 – Instalação de Painéis Fotovoltaicos

Já a figura 2.20 mostra o esquema funcional de uma instalação de climatização por geotermia. Trata-se de uma tecnologia inovadora e sustentável cujo *know how* foi muito estudado, discutido e praticado em diversas obras especiais e exigentes como é o caso do Ducetânea Hotel, situado na Ponte do Espinhal, Penela. Como projeto inovador e exigente ele foi pioneiro na Piclima Lda. que o realizou desde o projeto até à realização, entre 2010 e 2011 constituindo um marco histórico na vida, vitórias e concretizações da empresa.



Legenda:

- | | |
|-------------------------|-----------------------------------------|
| 1 – Compressor | 7 – Ventiloincubador (<i>fancoil</i>) |
| 2 – Condensador | 8 – Piso radiante |
| 3 – Válvula de expansão | 9 – Termoacumulador |
| 4 – Evaporador | 10 – Eletrobomba |
| 5 – Permutador de calor | 11 – Consumo de AQS |
| 6 – Lençol freático | 12 – Eletroválvula |

Figura 2.20 – Esquema Funcional de Climatização e Produção de AQS por Geotermia [4]⁴

Além da manutenção pós-venda, manutenção preventiva e outras atividades conexas podem ser realizadas pela empresa, mas que, para o âmbito deste trabalho, foram consideradas pouco relevantes já que se verificou uma baixa participação nestas atividades (ou mesmo nula), nestas atividades. No entanto, elas são relevantes e preponderantes e, espera-se uma participação pessoal, num futuro não muito distante.

⁴Existem várias versões deste esquema. A empresa possui esquemas de funcionamento próprios que, por motivos, concorrenciais, se mantém sigilosos.

Capítulo 3 – Enquadramento e Desenvolvimento do Estágio

3.1 Objetivos e Enquadramento Legislativo

De acordo com a respetiva legislação “é objetivo do estágio proporcionar ao estagiário, um primeiro contato com o mundo do trabalho, facilitando a sua integração no mesmo, através da sua participação nas diversas atividades desenvolvidas pela empresa.” Tal está em conformidade com alínea b) do nº1 do artigo 20º do Decreto-Lei nº 74/2006, de 24 de março, na redação dada pelo Decreto-Lei n.º 115/2013, de 7 de agosto que diz:

“1- ...b) Uma dissertação de natureza científica ou um trabalho de projeto, originais e especialmente realizados para este fim, ou um estágio de natureza profissional objeto de relatório final, consoante os objetivos específicos visados, nos termos que sejam fixados pelas respetivas normas regulamentares, a que corresponde um mínimo de 30 créditos.”

É neste pressuposto que se apresenta e desenvolveu o presente relatório que pretende cabalmente cumprir e concluir o disposto na descrição supra indicada.

3.2 Critério de Escolha e Seleção da Empresa

Depois de pesquisar consultar as várias empresas existentes na Região Centro que poderiam acolher o autor do relatório, a sua escolha e seleção foi efetuada com base nos seguintes critérios.

- Prestígio, reputação, conhecimento e capacidade da Empresa;
- Disponibilidade e existência de Gabinete Técnico de engenharia;
- Abrangência e multiplicidade das várias valências do AVAC;
- Inovação e abertura as novas tecnologias energéticas;
- Oportunidade real que proporcionasse um contato com mundo do trabalho;
- Localização.

A aplicação destes critérios veio a revelar-se fundamental para uma escolha acertada e a realização de um estágio bem-sucedido que preencheu as expetativas e anseios. Realça-se que a localização da empresa de acolhimento do estágio situa-se a aproximadamente 50 km de distância da sua residência, não existindo qualquer meio de transporte publico direto. Apesar disso e dos custos de transporte que a deslocação em viatura própria envolve, tal não demoveu nem foi condicionado na escolha da Piclima Lda. para realizar o seu estágio académico.

3.3 Aceitação, Integração e Acolhimento

O processo de integração na empresa iniciou-se com uma solicitação formal, via email, que recebeu parecer positivo por parte dos gestores da empresa (gerente e diretor de Recursos Humanos), tudo tendo sido feito para que o acolhimento e integração na empresa decorresse da melhor forma. Na sua apresentação e primeiro dia na empresa foi-lhe proporcionada uma visita guiada às instalações e apresentação pública aos seus colaboradores em geral e, em particular, aos elementos do Gabinete Técnico, do qual o autor deste relatório passou a fazer parte. Para o efeito foi criado e desenvolvido um posto de trabalho composto por:

- Secretária;
- Cadeira;
- Computador de secretária;
- Ferramenta de cálculo de condutas;

O computador estava dotado com os seguintes programas informáticos:

- Microsoft Office 365;
- ZW CAD.

3.4 Trabalho, Tarefas e Responsabilidades

Os trabalhos desenvolvidos sob supervisão de um engenheiro sénior, cada um na sua especialidade e responsabilidade⁵.Exemplos:

- Orçamentação: – Eng. Bruno Simões;
- Análise de Mapa de Medições: – Eng. Miguel Branco;
- Elaboração de Proposta a Clientes: – Eng. Ricardo Bandarra;
- Execução de *Layout*: – Eng. Filipe Prata;
- Melhoria de Projeto de Execução: – Eng. Ricardo Batista.

A empresa dispõe de metodologias e rotinas de trabalho próprias desenvolvidas e anotadas no seu Manual de Qualidade e que se passam a resumir de modo muito sintético.

⁵ Outras responsabilidades atribuídas aos elementos do Gabinete Técnico referem-se à direção de obra as quais são nomeadas caso a caso mediante o acompanhamento inicial.

3.4.1 Preparação de Obra

Numa primeira fase e antes da execução na obra, são realizadas preparações para todos os equipamentos, dispositivos e materiais a aplicar, nomeadamente, preparação dos maciços ou estruturas para depósitos, *chillers*, Unidades de Tratamento de Ar (UTA), “negativos” para passagem condutas, tubagens, etc., entre outros equipamentos e materiais dependendo da tipologia da obra. Para se ter uma ideia da boa execução em obra, aquelas preparações são necessárias para conferir corretamente a localização relativa dos equipamentos no sistema, verificar as áreas das zonas técnicas de modo a minimizar a tubagem, solucionar incompatibilidades entre as várias especialidades, entre outras situações e que surgem no decorrer da obra. As dimensões e orientações técnicas que são elaboradas na preparação de uma obra, são enviadas para a fiscalização/direção para receber o seu parecer (aprovação/reprovação). E só em caso de aprovação segue-se para a fase da execução da obra propriamente dita. Em caso de reprovação tudo será revisto, analisado, discutido e alterado seguindo as recomendações da fiscalização/direção e enviado novamente a esta entidade a fim de obter a sua aprovação. Estas decisões são tomadas, justificadas e obtidas em reunião de obra, previamente agendadas, das quais se lavra a respetiva ata, no denominado “livro de obra”.

3.4.2 Acompanhamento e Visita de Obras

Durante o período de estágio dispôs-se da possibilidade de realizar visitas a várias obras em curso e em várias fases do processo de instalação. O objetivo foi observar o seu “desenvolvimento no terreno” e “absorver” as metodologias e técnicas de montagem e aplicação dos equipamentos, dispositivos e materiais, mas sem nunca ter papel ativo na sua realização. Apenas registar, fotografar, anotar e acompanhar.

3.4.3 Medições de Obras

Poderia definir-se a medição da obra como sendo um caminho paralelo à fase construtiva, que é responsável pelo seu acompanhamento e controlo da sua execução, mas sem qualquer intervenção direta. O objetivo deste caminho é unicamente verificar a conformidade da realização com o planeamento e garantir a qualidade em todas as etapas e no final. Paralelamente, vai-se analisando se a obra está a desenvolver dentro dos prazos estabelecidos e, simultaneamente, verifica-se os custos do orçamento final não foram ultrapassados. É assim e dessa forma de operar, ser possível identificar eventuais anomalias ou atrasos para que os responsáveis pela gestão possam tomar decisões por antecipação e evitar, assim, evitar qualquer incumprimento que, obviamente, levará a custos acrescidos. Resumidamente, a medição da obra é responsável não só pelo acompanhamento da execução da obra, mas também pela sua conformidade com as metodologias internas adotadas e pelo planeamento. Ou seja, é o auditor interno pela implementação e manutenção do sistema de Gestão da Qualidade.

3.4.4 Adjudicação

Os "desenhos de obra" desempenham um papel fundamental na fase de execução de projetos de construção. Eles representam a materialização das ideias e planos discutidos nas fases iniciais, oferecendo uma visão clara e detalhada do que deve ser realizado. Enquanto as peças escritas, como especificações, são fundamentais para perceber os requisitos do projeto, através dos desenhos finais, os colaboradores da empresa conseguem visualizar todos os elementos necessários, desde a disposição das estruturas até os detalhes de acabamento. Com um desenho claro em mãos, as equipas podem trabalhar de forma mais coesa, minimizando erros e aumentando a eficiência. Após a adjudicação da obra à empresa, a equipe designada para sua execução inicia um processo fundamental: a análise detalhada do projeto. Esta etapa é crucial, pois permite identificar e corrigir possíveis erros de projeto antes que a obra comece. A antecipação de problemas é vital para evitar uma execução inadequada, que poderia resultar em atrasos, custos adicionais e, em última instância, prejuízos significativos. Com uma análise cuidadosa, é possível otimizar processos, melhorar a comunicação e aumentar a eficiência, resultando em uma execução mais fluida e bem-sucedida. Assim, a análise do projeto é um passo essencial para garantir que o resultado final atenda às expectativas e normas de qualidade estabelecidas.

3.5 Participação em Trabalhos Relevantes em Equipa

Os trabalhos que tiveram maior predominância durante o estágio foram executados em Gabinete Técnico e referem-se à execução de orçamentos e elaboração de propostas a clientes, em conformidade com a metodologia estabelecida na figura 3.1 e que se descrevem em pormenor no ponto 3.5.2.

3.5.1 Trabalhos de Campo em Equipa

Outros trabalhos de grande relevância, mas em menor quantidade (num total de quatro participações) foram executados pelo autor deste relatório. Dá-se ênfase à melhoria da instalação técnica de ventilação da cozinha profissional, num Lar Residencial de Idosos, com gestão privada, onde o sistema previsto carecia de otimização funcional face à avaliação do custo final ser muito superior ao estimado pelo projetista. Houve a oportunidade de contatar no terreno com outras obras em curso. Destas, destacam-se:

- AVAC e produção de AQS: – Lar de Areias, Ferreira do Zêzere (a que se refere a cozinha profissional acima citada);
- Levantamento para Estudo e Projeto de Instalação de Painéis Fotovoltaicos: – Universidade Lusíada, Porto;
- Levantamento para Estudo e Projeto de Instalação de Painéis Fotovoltaicos: – Universidade Lusíada, Famalicão;

- Levantamento para Estudo e Projeto e Proposta de melhoria das condições de funcionamento das Instalações de AVAC: – *Campus Tecnológico* em Lisboa.

No Capítulo 4 – Análise da Instalação de AVAC de um *Campus Tecnológico* em Lisboa, faz-se a descrição pormenorizada da sua participação como elemento integrante da equipa trabalho desta última obra em curso.

3.5.2 Metodologia Interna para Orçamentação e Propostas

A parte laboral mais significativa do estágio teve lugar e desenvolveu-se em Gabinete Técnico e dedicada, especialmente, à elaboração de orçamentos e propostas sob supervisão de profissionais de engenharia, funcionários do quadro da Piclima Lda.. Apesar das responsabilidades individuais, estes técnicos operam em rede e em equipa completando-se nas múltiplas tarefas que envolve um projeto de AVAC, desde a conceção à execução e ensaios finais. Significa que todos são responsáveis individual e coletivamente pela realização e sucesso de cada obra. Cada diretor de obra na empresa tem a seu cargo a execução e instalação de várias obras de AVAC e, simultaneamente, são o canal de comunicação estabelecido entre o cliente e a Empresa. Assim, obteve-se a oportunidade de cooperar individualmente com cada um deles suprimindo a execução de algumas tarefas por falta de tempo.

A Empresa possui uma metodologia interna, padronizada e aprovada pela gerência, para a produção, desenvolvimento e elaboração de orçamentos e propostas de fornecimento cujo procedimento se descreve no fluxograma da figura 3.1. Acresce clarificar que a metodologia de orçamentação decompõe-se nos seguintes procedimentos:

- **Início, Abertura**

O ficheiro/pasta é criado(a) perante a solicitação dos clientes (público ou privado) perante pedido formal, ou CE.

- **Análise**

Faz-se a análise ao pedido/CE e introduzem-se toda a informação em formato digital. Seguidamente pedem-se cotações, por escrito, às empresas, respeitando as marcas e modelos solicitados. Posteriormente, listam-se os erros e omissões detetados/encontrados no CE, se eles existirem ou forem encontrados.

- **Elaboração**

Neste processo existe o cuidado de introduzir corretamente as quantidades indicadas no respetivo mapa, sendo este, por vezes, fornecido pelo cliente, formato digital. Depois, introduzem-se os preços/cotações indicados pelos fornecedores e, por meio de algoritmos previamente introduzidos e fixados na folha de cálculo/mapa de medições, obtém-se o custo comercial da proposta (sem desconto).

- **Elaboração**

Neste processo existe o cuidado de introduzir corretamente as quantidades indicadas no respetivo mapa, sendo este, por vezes, fornecido pelo cliente, formato digital. Depois, introduzem-se os preços/cotações indicados pelos fornecedores e, por meio de algoritmos previamente introduzidos e fixados na folha de cálculo/mapa de medições, obtém-se o custo comercial da proposta (sem desconto).

- **Envio ao Cliente (decisão)**

Após o envio do orçamento/proposta ao cliente aguarda-se a sua decisão de aceitação, ou não, da mesma. Em caso de não-aceitação, um processo de negociação poderá ser iniciado por decisão da gerência e o procedimento regressa à Análise para reapreciação e introdução de preços de equipamentos similares, mas a custos mais vantajosos para o cliente. O novo orçamento/proposta é reenviado ao cliente para análise e decisão. Caso o cliente recuse, o documento é armazenado digitalmente e em suporte físico.

- **Planeamento**

Em caso de aceitação o orçamento/proposta segue para o planeamento onde será devidamente tratado, calendarizado e onde se faz o aprovisionamento de equipamentos, materiais e mão-de-obra. Paralelamente tratar-se-á também da logística inerente à obra, agora adjudicada.

- **Execução**

Regra geral, a obra referente ao orçamento/proposta adjudicada será realizada de acordo com os meios e calendário definido pelo Planeamento.

- **Ensaios e Comissionamento**

Uma equipa autónoma executa estes procedimentos padronizados e havendo conformidade funcional de parâmetros com o projeto haverá lugar à elaboração o auto de receção. Em caso dos ensaios de funcionamento não correspondem aos parâmetros de projeto, fazem-se as respetivas correções e ajustes necessários. Caso correspondam, dá-se por finalizado o procedimento, elabora-se o respetivo auto de receção onde serão registados os parâmetros e resultado qualitativo funcional. Então encerra-se o processo montagem/realização da obra.

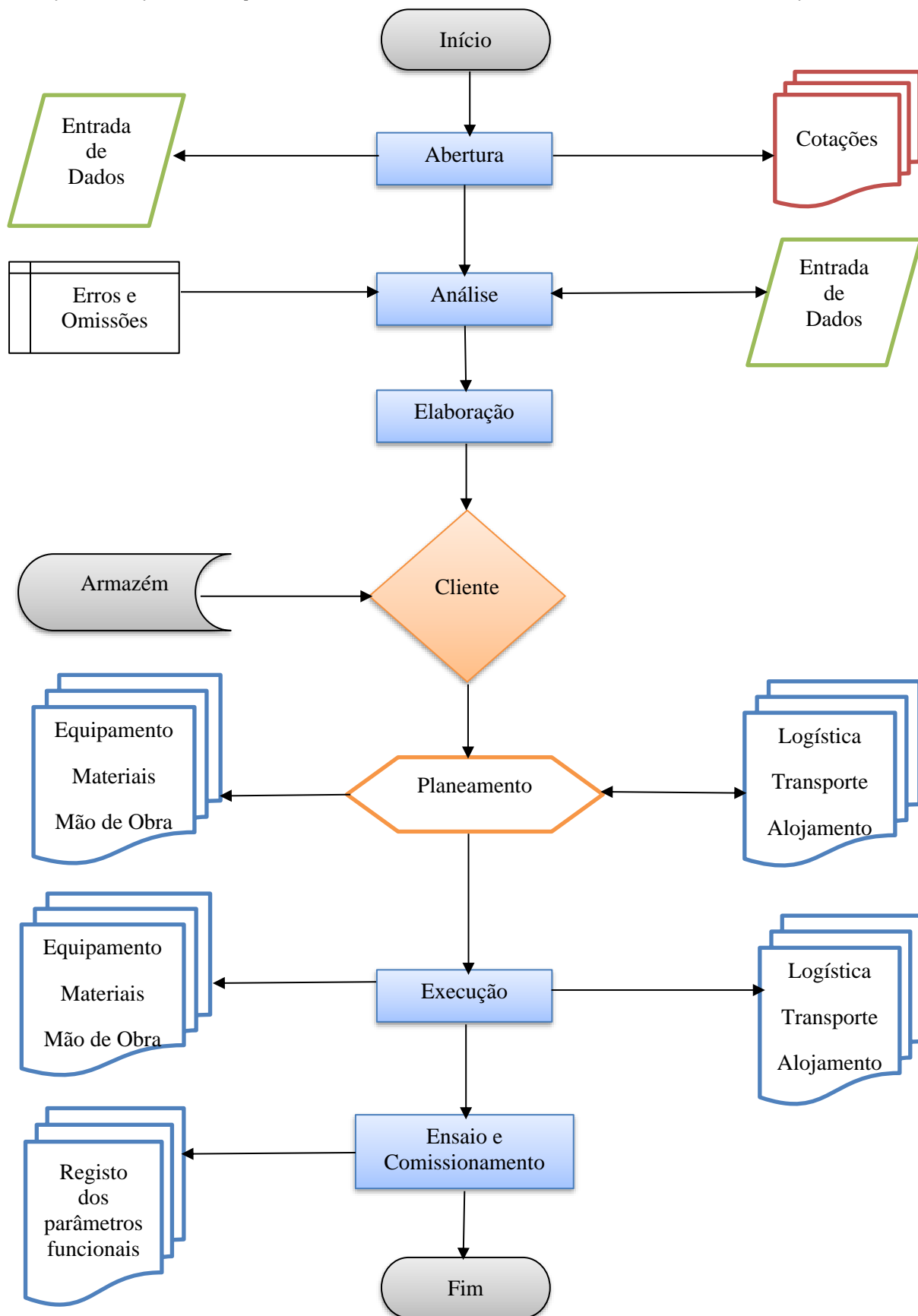


Figura 3.1 – Fluxograma do Processo de Orçamentação

3.5.3 Procedimentos

O cumprimento dos procedimentos internos para a elaboração de um orçamento/proposta é devesas importante dentro de qualquer empresa, para a sua sobrevivência e sucesso no mercado, uma vez que é a partir deste processo que as obras vão poder ser adjudicadas. Nesta empresa os pedidos de orçamentação são, na sua esmagadora maioria, obras em concurso do domínio público e/ou privado.

3.5.4 Abertura de Processos/Caderno de Encargos

Estas solicitações são normalmente feitas por entidades, consórcios ou empresas, como empreiteiros da construção civil, que estão em busca de parcerias para realizar as diferentes especialidades, geralmente, obras de grandes dimensões. Formalmente, estes pedidos ou solicitações, são fornecidos com um ficheiro ou CE que, regra geral são compostas por peças escritas e peças desenhadas.

Das peças escritas fazem parte:

- Caderno de encargos (CE), com os procedimentos gerais e legislação aplicável;
- Memória descritiva (MD), com a descrição geral do projeto;
- Lista/Mapa de medições (MM), com a descrição e quantidades e respetivas unidades;

Das peças desenhadas fazem parte:

- Plantas, cortes e alçados;
- *Layout* da Instalação de AVAC, localização e interligações;
- Esquemas funcionais e de pormenor;
- Esquemas elétricos e/eletrónicos.

Na figura 3.2, é apresentado o exemplo de uma pasta em formato digital, onde são armazenadas as informações, relativas ao projeto a orçamentar. Depois desta fase inicial é debatido, internamente com os elementos da direção da empresa o respetivo assunto, tentando perceber se há interesse, analisando as vantagens e desvantagens do mesmo, chegando-se no final a uma decisão. Se esta for positiva, avança-se para o patamar seguinte. Em caso negativo informa-se o cliente de que não há interesse em concorrer a obra sendo mais citados “por excesso de trabalho” ou “curto espaço de tempo” para elaborar convenientemente, a proposta.

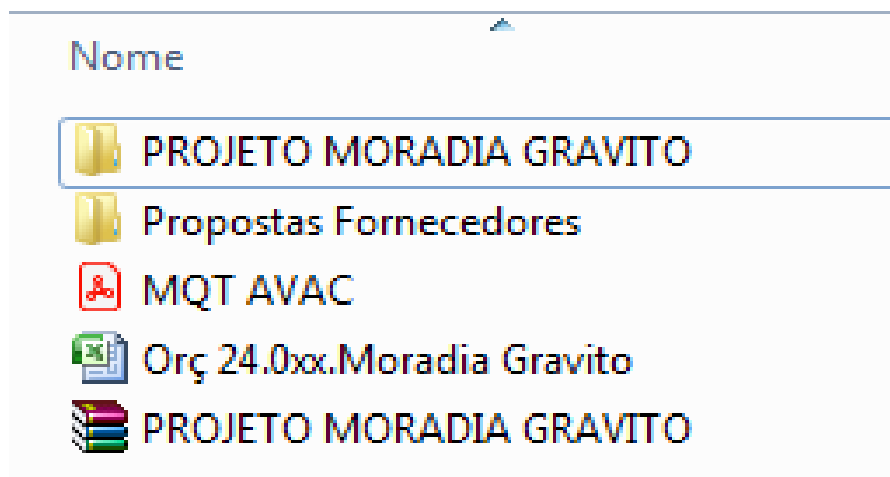


Figura 3.2 – Exemplo de uma Pasta em Formato Digital de um Processo de Orçamentação

3.5.5 Análise de Processo

No CE (vd. figura 3.3), encontra-se toda a informação pormenorizadas e características técnicas dos equipamentos, materiais a aplicar e detalhes da instalação.

O mapa de quantidades (vd. Anexo III), é uma lista com todo o material e equipamentos necessários para a obra a orçar. Faz também parte do CE as várias peças desenhadas – plantas, cortes, alçado e de pormenor (vd. Anexo IV), que retratam, fielmente a conceção e projeto ao autor, tornando-se assim em mais um instrumento fidedigno para concretização da obra e, simultaneamente uma ferramenta de trabalho para os técnicos que operam no local. A análise geral do processo consiste no estudo do CE, peças desenhadas e mapas de quantidades, de forma a familiarizar com o projeto e com os elementos físicos e técnicos que os constituem. Estes documentos são ferramentas importantes para elaborar o orçamento, conhecer o custo e tempo estimados, e, e após adjudicação ferramentas para reuniões de obra podendo eventualmente estarem sujeitos a alterações locais ou posicionais para a sua montagem em obra⁶.

⁶ Será sempre desejável concretizar a obra tal como foi projetada e concebida. Esta é a tendência e o desejo de todos os envolvidos em obra. Porém, surgem imprevistos que “obrigam” os instaladores a “alterações” ao projeto inicial como: Descontinuidade dos equipamentos projetados por obsolescência resultantes de projetos antigos (mais de 5 anos) e não revistos.

Envolvente em painel "sandwich", amovível pelo exterior.

A envolvente possuirá de painéis com 50 mm de espessura de isolamento térmico e revestidos no interior e exterior a chapas de aço totalmente galvanizadas de acordo com normas EN 10142 e EN 10143. O isolamento térmico e acústico será garantido pelo isolamento de lã mineral com resistência ao fogo classe A1 segundo DIN 4102.

Os painéis da unidade serão de acabamento com textura suave e fácil limpeza, aparafusados ao chassis e amovíveis.

As fechaduras e dobradiças deverão estar instaladas fora do fluxo de ar.

O telhado de protecção anti-chuva da unidade será em chapa de aço galvanizado com borda de gotejamento perimetral para drenagem completa de água, terá inclinação para as laterais de modo a evitar a retenção de líquidos e sobredimensão de 50 mm além das faces adjacentes da unidade.

As unidades de tratamento de ar serão do tipo modular, autoportantes de encaixe rápido, que uma vez interligadas formam um bloco de grande solidez mecânica. Serão totalmente galvanizadas de acordo com as normas EN 10142 e EN 10143. Para garantia de uma perfeita estanquidade das secções será utilizada como vedação uma fita esponjosa e autoaderente que ficará entre as faces adjacentes dos perfis.

Todas as secções são constituídas de forma a evitarem quaisquer distorções, empenos, vibrações ou fugas de ar, quando sujeitas a pressões diferenciais até 2000 Pa, quer nos painéis que as revestem quer nas uniões entre secções.

Figura 3.3 – Exemplo de um Enxerto de Caderno de Encargos

3.5.6 Pedidos de Cotação

Efetua-se um breve estudo ao CE, quando existentes. No início da elaboração do orçamento e à medida que se analisa o processo construtivo é feito os pedidos de cotação. São pedidos de preços dos diversos equipamentos aos fornecedores correspondentes, sendo que estes pedidos são feitos às marcas sugeridas pelo projetista, presentes no CE (apenas obras no setor privado). Mais tarde, quando solicitados pelo cliente e quando se justifica, pode-se propor marcas alternativas, tendo assim de se fazer pedidos de cotação a marcas alternativas para equipamentos equivalentes, tendo assim que se reiniciar o processo de novos pedidos de cotação, tendo em consideração que um dos fatores decisivos para adjudicação será o preço final que tornará a proposta mutuamente vantajosa. Nem sempre acontece que a proposta alternativa seja mais económica que a proposta base (inicial). Mas regra geral, a proposta alternativa, deverá apresentar-se mais económica, sem desvirtuar o conceito inicial.

Após o envio, aguardam-se pelas respostas, que normalmente não são imediatas e, por isso mesmo, poderão ser alvo de alterações de preço.

3.5.7 Orçamentos

Depois de se obterem as cotações de todos os fornecedores, pode-se começar a elaborar o orçamento. Durante o preenchimento, deve-se ter em conta os preços e os descontos das propostas dos fornecedores, bem como a descrição em CE e mapa de quantidades com as propostas dos fornecedores. Dentro da empresa existem tabelas com valores indicativos para alguns materiais, tais como, tubagens, isolamentos, condutas, UTA, etc. Esta é uma tarefa de elevada responsabilidade, sendo muito fácil cometer um erro, seja de quantidades, de valores ou até de equipamentos não compatíveis com o projeto, podendo pôr em causa todo o trabalho realizado.

3.5.8 Erros e Omissões

A análise minuciosa dos erros e omissões consiste em contabilizar as quantidades de equipamentos, tubagem e acessórios presentes no projeto da obra, comparando posteriormente com o mapa de quantidades do processo de obra. Esta tarefa foi das primeiras funções no estágio, permitindo obter um conhecimento generalizado dos vários tipos de equipamentos e materiais utilizados numa obra, possibilitando a criação de uma boa base de compreensão da importância e função de cada elemento presente no processo de instalação de AVAC. É importante ter em conta que não são apenas as quantidades que são alvo desta análise, mas também é essencial estar atento às características dos diversos equipamentos, podendo não coincidir entre os vários documentos, havendo a possibilidade de existir uma diferença considerável de preços devido a essas especificações. É claramente importante ter atenção aos equipamentos principais do projeto, como por exemplo UTA, VRV, *Splits* e *MultiSplits*, devido ao seu alto valor, representando uma quantia significativa no orçamento. No entanto, é indispensável estar atento a elementos como condutas, grelhas e tubos de cobre pois geralmente estão presentes em grande quantidade e apesar de serem materiais ou equipamentos de aquisição inferior, podem-se traduzir em diferenças consideráveis no preço final. Esta verificação, apesar de morosa, é vantajosa em algumas obras, pois verificam-se as quantidades, erros de projeto, entre outras situações prevenindo assim alguns prejuízos que só seriam verificados no decorrer da obra. A procura dos erros e omissões é uma tarefa que é geralmente desvalorizada por quem a vê de fora, não é de toda uma tarefa acessível, é desvalorizada por quem a vê de fora e, não é de toda, uma tarefa acessível. Será necessário ser conhecedor da área do AVAC para descobrir erros ou omissões de projeto que não são superficiais, além de que é neste momento que se podem evitar problemas ou gastos adicionais na obra que se irá realizar.

3.5.9 Mapa Comparativo

Durante a execução da obra o instalador tem total liberdade para propor marcas alternativas às do projeto, com o argumento de que as propriedades e desempenho dos equipamentos/materiais têm de ser equivalentes ou superiores aos iniciais (CE). A este propósito consultam-se vários fornecedores dos equipamentos a aplicar em obra e pede-se equivalências das marcas sugeridas em CE. A análise financeira é realizada através do mapa comparativo com o custo atualizado. Posteriormente é elaborado, se necessário, um mapa comparativo (vd. Anexo V) com as características dos equipamentos a fim de confirmar se correspondência ao solicitado no CE. Todo este processo é bastante exaustivo, uma vez que há que analisar equipamento a equipamento, característica a característica e até as dimensões destes são fundamentais devido ao espaço disponível em obra.

3.5.10 Proposta ao Cliente

Concluída a elaboração do orçamento, este é supervisionado pelo responsável do departamento de orçamentação, que faz uma análise cuidada e, posteriormente, dá a autorização para a elaboração da proposta a enviar ao cliente. A elaboração de um orçamento tem que ser realizada com muito cuidado, em muitos casos é necessário contabilizar acessórios que não vem dimensionados nem descritos no mapa de quantidades e que são indispensáveis ao bom funcionamento da instalação. Também é necessário saber o tipo de equipamento em causa e quais os acessórios realmente necessários, pois caso sejam contabilizados os acessórios dispensáveis, a proposta vai ficar mais elevada em relação às propostas dos outros concorrentes, o que pode levar a não ganhar a empreitada.

A proposta ao cliente consiste em três documentos globais; carta de apresentação, mapa de quantidades com uma breve descrição dos equipamentos, onde se destacam algumas características técnicas importantes, eficiência e preço global. Estes dois documentos são acompanhados de um terceiro e que são as condições gerais de venda. Um exemplo de uma carta de apresentação de proposta, em conformidade com o aqui descrito apresenta-se no Anexo VI. A figura 3.4 mostra um excerto de um orçamento destinado a um cliente particular, do conhecimento pessoal do gerente da empresa. Neste tipo de orçamentos, a clientes privados, da área doméstica, é comum descreverem-se os equipamentos, as quantidades, características técnicas mais relevantes e o respetivo preço global com IVA incluído, por tratar-se de cliente final. Pode-se observar detalhadamente o que é descrito no parágrafo anterior.

▲ 2.1 Proposta – Opção 1 – Solução com DAIKIN

2.1.1. - Quarto

Item	Qtd.	Designação								
2.1.1	1	Sistema de ar condicionado, bomba de calor, Daikin, Inverter , alta eficiência energética, Mono-split , equipado com o novo refrigerante ecológico R32, composto por uma unidade exterior e uma unidade interior do tipo mural.								
2.1.1.1	1	<table border="1"> <tr> <td>▪ Unidade exterior Daikin</td> <td>RXM25R9</td> </tr> <tr> <td>Capacidade de arrefecimento</td> <td>2.5 KW</td> </tr> <tr> <td>Capacidade de aquecimento</td> <td>2.8 KW</td> </tr> <tr> <td>▪ Eficiência energética</td> <td>A+++ / A+++</td> </tr> </table>	▪ Unidade exterior Daikin	RXM25R9	Capacidade de arrefecimento	2.5 KW	Capacidade de aquecimento	2.8 KW	▪ Eficiência energética	A+++ / A+++
▪ Unidade exterior Daikin	RXM25R9									
Capacidade de arrefecimento	2.5 KW									
Capacidade de aquecimento	2.8 KW									
▪ Eficiência energética	A+++ / A+++									
2.1.1.2	1	<table border="1"> <tr> <td>▪ Unidade interior Daikin "Perfera" do tipo mural, equipadas com comando Infravermelhos e Wifi de série.</td> <td>FTXM25R</td> </tr> </table>	▪ Unidade interior Daikin "Perfera" do tipo mural, equipadas com comando Infravermelhos e Wifi de série.	FTXM25R						
▪ Unidade interior Daikin "Perfera" do tipo mural, equipadas com comando Infravermelhos e Wifi de série.	FTXM25R									
2.1.1.3	1	Ligações frigoríficas, elétricas de potência e comando dos equipamentos.								
2.1.1.4	1	Ensaio e afinações finais.								
		Preço Total (Materiais e montagem): 1.300,00 €+IVA								
Extenso:		Mil e trezentos euros.								

Nota: Considerado para cotação um comprimento máximo de 5m lineares de cobre

Figura 3.4 – Exemplo de uma Proposta ao Cliente

3.5.11 Negociação da Proposta

Após o envio da proposta, é comum ser pedido uma revisão à mesma. Após a revisão, consultam-se os requisitos do CE para garantir que a nova proposta de equipamentos atenda a todos os critérios especificados. Caberá ao orçamentista identificar marcas e modelos alternativos que cumpram os mesmos requisitos técnicos e de qualidade, mas que sejam mais acessíveis em termos de preço. Prepara-se uma justificação que explique as alterações, destacando a eficiência e a qualidade dos novos equipamentos, agora propostos assim como os benefícios que eles oferecem. Apresenta-se a nova proposta ao cliente de forma clara, realçando não só a redução de custo, mas também o seu valor técnico a qualidade e o desempenho. Na generalidade, o novo orçamento é aceite face aos argumentos apresentados pelos comerciais e previamente preparados pelo Gabinete Técnico e passa para o planeamento a fim de dar início ao processo inerente a sua realização. Em casos especiais perfeitamente justificados (valor envolvido, prazos de entrega, clientes fidelizados, etc.) a gerência intervém no processo negocial, embora esta situação seja cada vez mais rara. Os poucos orçamentos revistos e que não são aceites pelos clientes são arquivados, em pasta física e digital para eventual acesso e consulta posterior. Por exemplo, para efeitos estatísticos.

No decorrer do estágio foram preparados e elaborados vários orçamentos, dos quais se destacam:

- Residências Universitárias – Caldas da Rainha;
- Lar Residencial para ARCIAL – Oliveira do Hospital;
- Requalificação Mercado Municipal de Cernache Bonjardim – Sertão;
- Habitação Unifamiliar Troia – Troia, Carvalhal;
- Antigo Hospital e CAI – Fundação Agostinho A Almeida – Santarém;
- Creche da Batalha – Leiria;
- Requalificação. e Ampliação Antigo Lavadouro – Mealhada;
- Reabilitação de Residência Estudantes – Coimbra;
- Escola de Louças para creche – CM Ourem – Ourem;
- Ampliação e Remodelação SODICENTRO COIMBRA – Coimbra;
- Instalações de Serviços Urbanos Entroncamento – Entroncamento;
- Construção Social Sangalhos – Anadia;
- Unidade de Saudade de Santa Eufémia e Boavista – Leiria;
- Escola Secundaria de Porto de Mós – Leiria.
- Parque do Lavradio – Alcanena;
- Ampliação e Remodelação SODICENTRO – Coimbra;
- Difference Praia da Vagueira – Vagos, Aveiro;
- Requalificação da Escola do Grou Pré-primária para Creche – Pombal;
- Escola EB 1 da Conchada – Coimbra;
- Instalações de Serviços Urbanos – Entroncamento;
- Centro de Experimentação de Práticas Artísticas – Casarão, Arouca;
- Parque Empresarial Casarão – Águeda;
- Requalificação do Edifício Da Praça Amarela – Castanheira de Pêra;
- Construção de um Edifício de Habitação Coletiva, Lote 7 e 8 – Quinta do Arieiro, Coimbra;
- Edifício destinado a Comércio – Milheirices, Fátima.

Capítulo 4 – Análise da Instalação de AVAC de um *Campus* Tecnológico em Lisboa

4.1 Nota Introdutória

Conforme descrito em 3.5.1 dos quatro trabalhos no exterior, considera-se relevante para este relatório o último trabalho mencionado naquela lista, ou seja, o trabalho de campo num *Campus* Tecnológico em Lisboa, cuja vista aérea pode ser observada em Anexo VII.

O *Campus* é considerado um “laboratório vivo” no qual os clientes e parceiros da empresa podem experienciar as soluções que dispõe, a operá-las e a interagir. Assim, segundo a sua própria apresentação, encontra-se estruturado em “quatro pilares” - sustentabilidade energética, experiência do utilizador, proteção do meio-ambiente e segurança e conforto – dispondo, por exemplo, um sistema inteligente de controlo da pequena rede elétrica que integra e otimiza a produção de energia da central fotovoltaica, que inclui:

- a ligação à rede elétrica nacional;
- a gestão dos vários edifícios;
- o sistema de armazenamento de energia;
- o sistema de segurança integrado;
- e a infraestrutura de carregamento de veículos elétricos, disponível no *Campus* para todos os colaboradores e visitantes.

O trabalho externo que foi proposto para o *Campus* visava, objetivamente, identificar e avaliar as instalações de AVAC existentes, abordando determinados pontos-chave solicitado pela estrutura de manutenção do *Campus* e propor um plano de intervenção para melhorias, quantificado, calendarizado e o seu custo.

Fez-se uma análise prévia para identificar pontos que afetam o bom funcionamento das instalações de AVAC do *Campus*. Tal permitiu identificar áreas prioritárias para intervenção, para melhor orientar as decisões estratégicas. Após a análise prévia era importante criar um plano de ação baseado nas conclusões obtidas, priorizando as ações que trarão o maior benefício para a gestão do local e para comunidade que lá labora, usa e opera. Para este efeito, contribuiu o estudo dos vários edifícios de modo a melhor avaliar as condições de conforto obtidas nas instalações existentes, como salas de reunião, laboratórios, salas em *open space* e áreas sociais. Este estudo contribuiu para identificar as necessidades de melhoria. Identificaram-se os caminhos de acesso às zonas técnicas, onde então localizadas as condutas, que precisariam de intervenção específica para obtenção de melhorias significativas. A equipa de trabalho discutiu, refletiu e estabeleceu as estratégias de trabalho visando ajudar na redução das dificuldades que a realização do estudo apresentava.

Seguidamente, procedeu-se à realização do inventário das instalações produzindo uma listagem detalhada dos sistemas de AVAC existentes, onde se incluía a suas tipologias, capacidade térmica (kW), localização física e geográfica. Deste modo, tornou-se simples identificar necessidades de manutenção, planear as melhorias e avaliar a capacidade atual das instalações (em arrefecimento e aquecimento). As medições realizadas foram importantes para compreender como cada sistema per se opera em condições reais de funcionamento. As instalações de AVAC, em apreço, foram objeto de várias intervenções ao longo do tempo, resultantes da necessidade de corrigir problemas oriundos da montagem inicial e de se realizarem adaptações, em função da dinâmica de utilização dos diferentes espaços. Considerou-se que os resultados das medições a efetuar poderiam variar devido às alterações realizadas nas instalações em relação montagem inicial. Além disso, as dinâmicas geradas pela Gestão Técnica Centralizada (GTC) dificultariam a obtenção de resultados precisos, uma vez que estes dependiam do estado de funcional das instalações em diferentes horários e perfil de ocupação. Consequentemente, a equipa de trabalho elaborou plano de ação claro, onde se identificaram as intervenções e as necessidades materiais das instalações, de modo global.

Por razões de confidencialidade a equipa deu-se conta de falta de informação importante, nomeadamente, relativa às plantas de cada edifício, de pormenorização das respetivas zonas de distribuição térmica, bem como as dificuldades de acesso às restantes zonas técnicas. Estas condicionantes dificultaram o normal desenvolvimento do trabalho no tempo inicialmente estimado para a realização do trabalho com investimento de tempo acrescido na identificação, levantamento das instalações e realização das medições de desempenho, como velocidade do ar, os caudais, as temperaturas e a identificação de não conformidades.

4.2 Metodologia de Trabalho

A gerência da Piclima Lda. formou uma equipa de trabalho para executar o estudo e desenvolver uma proposta de melhorias, como entidade subcontratada. Para dialogar e cooperar com a equipa de manutenção do *Campus*, a coordenação e orientação geral do estudo esteve a cargo do Eng. Hugo Serra com a liderança dos trabalhos do Eng. Filipe Prata. O autor deste relatório e os técnicos André Ferreira e João Raposo acompanharam e efetuaram o levantamento. Identificou-se que a equipa de manutenção do *Campus*, com a liderança partilhada, desempenha um papel importante na operacionalização e eficiência dos sistemas instalados. Esta equipa, cuja composição foi estimada em cinco técnicos, é também responsável por realizar inspeções regulares, identificar e resolver problemas funcionais, reparar avarias e assegurar que todos os sistemas funcionem corretamente, tanto quanto possível. A presença contínua da equipa de manutenção no local permite uma resposta rápida a qualquer eventualidade, minimizando interrupções e otimizando o desempenho dos sistemas.

O diálogo e a comunicação entre equipas, de maneira pró-ativa contribuiu para o êxito do estudo bem como para garantir que as sugestões e proposta de melhoria contidas do mesmo fossem bem acolhidas e atendessem às expectativas do cliente.

Descrevem-se os trabalhos desta natureza executados com recurso à folha de levantamento de dados desenvolvido no Gabinete Técnico e cujo exemplar se pode observar no Anexo VIII. Trata-se de um recurso comum e útil para registar os elementos dimensionais relevantes da instalação em determinado ponto geográfico e relativo de cada sistema. Estas atividades, executadas no Gabinete Técnico, resultaram dos processos de levantamento dimensional e paramétrico das instalações em funcionamento cruzeiro, utilizando, para o efeito, instrumentos e aparelhos de medição, calibrados e com certificado de calibração em ordem. Dois modelos de recolha e registo de dados dimensionais e paramétricos encontram-se disponíveis nos Anexos IX e X. Os dados recolhidos globalmente necessitaram de ser separados, para tratamento, análise e avaliação. Observou-se que esta técnica é uma ferramenta poderosa que, sendo aplicada de modo normativo, permite “transformar” informações em conclusões. Destas, resultaram as medidas e as ações corretivas a incluir na elaboração da proposta de melhorias a introduzir na instalação, conseqüente redução de consumo energético e minimização dos custos funcionais. Com base na metodologia anterior, no caso em estudo, extraíram-se as conclusões que conduziram à melhor otimização funcional e gestão das instalações de AVAC, elaborou-se um relatório com as melhorias, devidamente quantificadas. Se o seu conteúdo for de encontro às expectativas do responsável pela manutenção do *Campus*, posteriormente, proceder-se-ia à elaboração da proposta de intervenção onde se incluiria o respetivo custo e condições de fornecimento do serviço. Exemplos das capas do relatório encontra-se nos Anexos XI, XII e XIII.

4.3 Caracterização da Instalação de AVAC de um *Campus* Tecnológico em Lisboa

O trabalho de campo, levado a cabo pela equipa de engenharia representante da Piclima, Lda, teve como objetivo específico o de identificar, analisar e avaliar o estado e funcionamento dos sistemas de AVAC ali instalados desde os anos 80 do século passado. Previamente, estudou-se, discutiu-se e estabeleceu-se a metodologia de intervenção, abordando determinados pontos-chave, em conformidade com as sugestões e propostas do departamento de manutenção da empresa, em apreço. O *Campus* é composto por nove edifícios, numa área global de implantação com 66000 m² e com 30000 m² de escritórios, sendo o edifício n.º 9, o último a ser construído, com de 4500 m². Segundo o *Campus*, 100% da energia consumida em todas as suas instalações no *Campus*, tem origem em fontes renováveis. O *Campus* conta com seis edifícios de escritórios em *open space*, um edifício de apoio (refeitório/bar), duas portarias, um edifício de estacionamento coberto, quatro zonas de estacionamento descoberto e uma central térmica geral.

Os edifícios n.ºs 1, 2 e 3 têm como finalidade promover atividades de serviços de contabilidade e administração. Cada um destes três edifícios possui três pisos projetados para funcionar escritórios em *open space*, promovendo um ambiente mais colaborativo e funcional. Foram concebidos para facilitar a colaboração rotativa das equipas de trabalho que poderão livremente fazer rearranjos distintos das mesmas conforme as necessidades e objetivos de trabalho. O piso inferior de cada edifício inclui áreas de receção, salas de reunião, serviços de apoio e zonas de descanso. Nos pisos superiores a utilização dos espaços é de forma a fazer um *mix* de escritórios autónomos e salas *open space* que favorecem a flexibilidade e a adaptabilidade às necessidades dos colaboradores. Cada edifício dispõe de uma zona de distribuição térmica, localizada no rés-do-chão. Esta zona, formada por coletores e tubagens de ida e retorno, é responsável pelo aquecimento e arrefecimento do edifício e garante o conforto térmico. Nela estão instaladas as tubagens de alimentação - ida/retorno (I/R) - a UTA e aos circuitos I/R de VC que alimentam os gabinetes e pisos superiores envidraçados. Outra alimentação relevante e recente é aquela que alimenta os VC dos escritórios autónomos, situados no 3.º piso, cuja fachada virada a sul é envidraçada. Este circuito é essencial para manter as condições de conforto térmico (temperatura e humidade relativa), o que poderá possibilitar aos utilizadores, desfrutar de um ambiente agradável do ano. Atualmente, esta possibilidade poderá estar em risco de alcançar nos dias mais quentes da estação de arrefecimento.

O edifício n.º 4 divide-se em 4A e 4B. Cada um é composto por cinco pisos de escritórios em *open space* e foram concebidos para proporcionar um ambiente de trabalho que favoreça quer a interação entre equipas quer a concentração individual. Sendo o edifício 4A, de construção recente e estilo modernista está dotado de um sistema de climatização composto por duas zonas de distribuição térmica com tubagem de alimentação (I/R) a seis UTA. Nesta zona estão instalados os circuitos de alimentação (I/R) aos VC para os escritórios que assegura que cada um deles mantenha um bom nível de conforto térmico. O edifício 4B dispõe do seu próprio sistema de climatização, em tudo similar ao 4A porque possui a mesma arquitetura construtiva e dimensional do 4A. Analogamente, o edifício n.º 9 foi projetado para oferecer condições de trabalho confortável, agradáveis e de grandes comodidades e funcionalidades. Construído com três pisos de escritórios e salas em *open space*, ele dispõe de uma zona de distribuição térmica e duas UTA com a função, como nos edifícios descritos anteriormente, de proporcionar uma boa qualidade de ar interior (QAI), mediante o controlo por GTC. Além disso, os circuitos (I/D) de VC proporciona a climatização para gabinetes e salas de reunião e salas de videoconferência, criando condições adequadas para o trabalho coletivo visando a produtividade. Assim, e após esta caracterização geral, seguidamente, faz-se uma descrição mais pormenorizada do envolvimento nas atividades planeadas inerentes a este estudo e que tiveram a participação do autor deste relatório, integrado na equipa de trabalho.

4.4 Projeto Original

O projeto original das instalações, contemplava o conceito de *open space*, em cada piso, que consistia em insuflar o ar em pavimento falso, separadamente entre as alas norte e sul, salvaguardando assim os efeitos negativos da exposição solar na estação de arrefecimento.

A insuflação de ar tratado nas zonas ocupadas (ZO) era feita através de difusores de pavimento que funcionavam como pleno. Por sua vez, o ar extraído das ZO, cuja rede de condutas se mantém, é comum às duas alas e realizado através de grelhas em sanca saliente, junto ao teto. Constatou-se que o projeto original contemplava, unicamente, VC para climatizar a ala sul do último piso de cada edifício, visando mitigar os efeitos negativos da exposição solar direta.

4.5 Instalação Original e sua Evolução

As instalações de AVAC do *Campus* iniciaram-se na década de 80 do século passado, por fases, acompanhando a construção dos edifícios e, ao longo da sua existência têm passado por diversas intervenções e modificações. Tal deveu-se, sobretudo, às alterações exigidas pela dinâmica de utilização dos diferentes espaços com ocupação humana. Aquelas intervenções, provavelmente decididas e executadas, sem o devido cuidado técnico-normativo, levaram ao aparecimento de anomalias e não conformidades funcionais, que urge serem corrigidas. Depois de localizadas, tipificadas e registadas poderão ser levadas em consideração como oportunidades de melhoria com a introdução de modificações pontuais com recurso a novidades e inovações do setor. Tiveram-se em consideração o orçamento mensal limitado para a manutenção acrescido das dificuldades “naturais” resultantes do *layout* das instalações e a burocracia local. Ao longo do trabalho inicial de identificação levantamento das instalações a equipa teve de ultrapassar obstáculos significativos, experienciados na falta de informação e acesso para efetuar o estudo que tiveram “peso significativo” no investimento em tempo na recolha de informação (dados). A restrita disponibilidade e *intransigência* em facultar as plantas e outros recursos adicionais limitou a capacidade de confrontar os dados recolhidos com os do sistema implementados. Como estratégia de trabalho, também se considerou importante não só avaliar os resultados do funcionamento atual, como compará-los com os estimados após o plano de intervenção para melhorias, com base nos dados funcionais do *layout* original. Isto permitiria uma avaliação mais completa sobre o impacto das alterações proposta e quiçá ajudaria a identificar áreas para melhoria adicionais. Foi tomado em linha de conta que, segundo a equipa de manutenção do *Campus*, a GTC desempenha um papel crucial na otimização do funcionamento de instalações, especialmente dos sistemas de AVAC instalados. No entanto, e segundo ela, as dinâmicas criadas por esta gestão podem, em algumas situações, comprometer a obtenção de resultados rigorosos. Isso deve-se ao facto de que alguns parâmetros (ex. temperatura e velocidade de saída do ar nas grelhas e difusores) ficarem dependentes do grau de utilização da ZO, em determinado momento. Por exemplo, se um espaço ocupado estiver em modo de economia de energia, os seus parâmetros de funcionais diferem, significativamente, dos parâmetros corretos ou dos da configuração original. Tal pode distorcer os resultados de desempenho.

4.6 Caracterização da Instalação Atual

Atualmente, as instalações apresentam modificações significativas quando comparadas com o projeto original. A construção faseada no tempo permitiu a miscelânea de distintas marcas e, quiçá, instaladores distintos. Tal representa e significa a necessidade constante de adaptação as novas exigências operacionais e de conforto. Uma das principais alterações refere-se ao aumento do número VC, relativo ao inicial, que desempenham um papel importante na obtenção do conforto térmico. A adição de VC nos últimos pisos tinha como objetivo melhorar e aumentar capacidade térmica (kW) de arrefecimento e proporcionar um controlo local mais preciso da temperatura em diferentes ZO. Esta adaptação efetuada em zonas delimitadas por envidraçados veio a melhorar o conforto local, mas também contribuir para aumentar a eficiência energética, no seu todo, do sistema de AVAC. E para que se verifique a relevância destas melhorias e ela seja efetiva foi fundamental realizar o monitoramento regular e manutenção regulares adequadas dos VC. Assim, a instalação poderá não apenas atender às necessidades atuais, mas também estar preparada para futuras configurações espaciais internas, sem prejuízo do confortável e da eficiência. Foram previstos e instalados circuitos adicionais de distribuição de água quente e água arrefecida, recorrendo a derivações (na gíria “picagens”) nas tubagens existentes, para alimentar os VC. Esta situação provoca desequilíbrio hidráulico na instalação, caso não seja salvaguardada a respetiva correção. Após serem obtidas as respetivas autorizações, o trabalho de campo começou por identificar e caracterizar as instalações. O *Campus* é dotado de uma central térmica única que alimenta todos os edifícios com ocupação humana num total de seis. Destes, o edifício onde se encontra o *Data Center* onde estão localizados os servidores é servido apenas de arrefecimento alimentado por dois *chillers* de 120 kW cada, dedicados, com funcionamento e gestão autónomas. Os restantes cinco edifícios são alimentados com aquecimento e arrefecimento através de quatro *chillers* do tipo bomba de calor com a capacidade de arrefecimento total instalada de 1.857 kW e cujo quadro sinótico da GTC, se apresenta na figura 4.1.

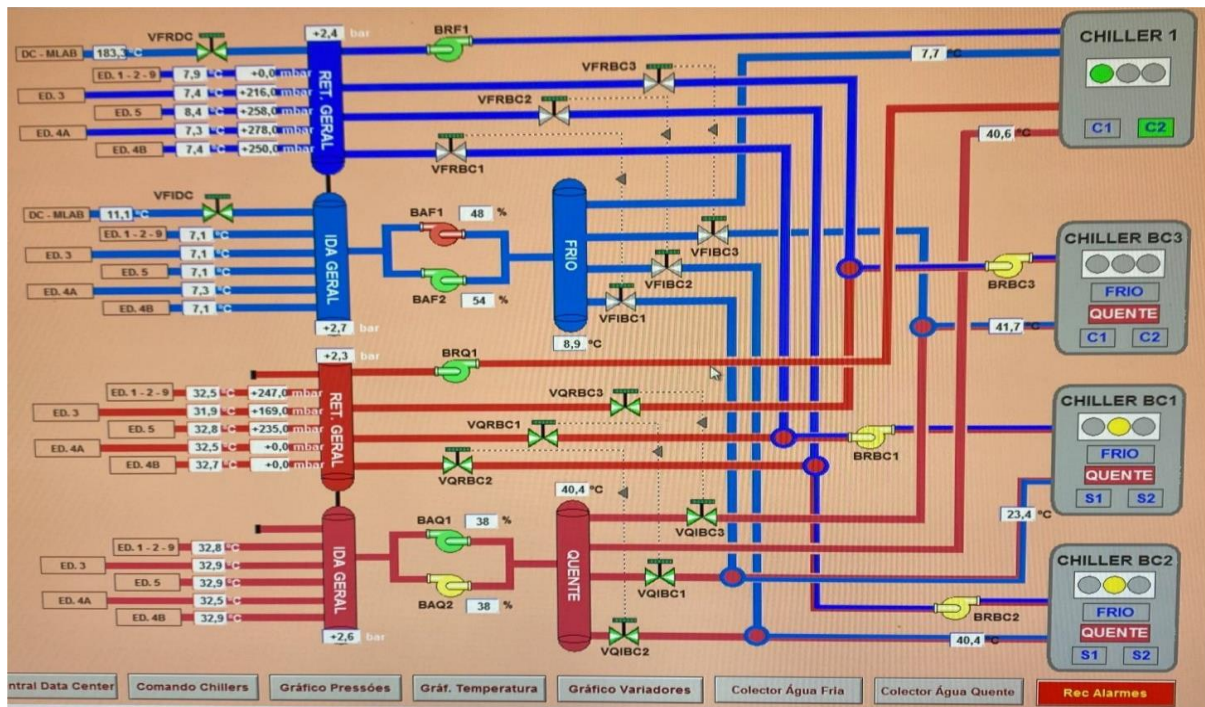


Figura 4.1 – Esquema de Funcionamento (Sinótico da GTC) (Campus Tecnológico em Lisboa)

A instalação original foi concebida e dimensionada de modo a acompanhar a edificação projetada para o *Campus* à medida que este crescia. Com o desfaseamento temporal foi natural constatar que não houve preferência por marcas e instaladores e, portanto, as diferenças são visíveis, mas certas características dos *chillers* mantiveram-se uniformes como o arrefecimento dos condensadores a ar e os compressores do tipo *scroll*. A central térmica é constituída pelos equipamentos constante na tabela 4.1 sendo os dados obtidos com consulta a catálogos das marcas por não ter sido possível o acesso aos dados técnicos por razões de confidencialidade.

Tabela 4.1 – Equipamentos da Central Térmica

Nº	Designação	Refº	Qtd	Marca	Modelo	kW	Gás	Uni
1	Chiller BC 4T	1	1	Daikin	EWAD580T	577	R134a	5455 kg
2	Chiller bomba de calor	BC1	1	York	YLPA355HE	355	R410A	4750 kg
3	Chiller bomba de calor	BC2	1	York	YLPA355HE	355	R410A	4750 kg
4	Chiller bomba de calor	C.3CD	1	Daikin	EWYQ570F	570	R410A	5455 kg
5	Chiller (só frio)	BAQ1/2	1	Roca York	YESA 120	120	R410A	1190 kg
6	Eletrobomba dupla	BAF1/2	2	Grundfos	NK 150	15		
7	Eletrobomba dupla		2	Grundfos	NK150	15		
8	Eletrobomba	ETL080	2	KSB	ETALINE	8		
9	Depósito de Inércia	F	1	Sandometal				2000 l
10	Depósito de Inércia	Q	1	Sandometal				4000 l

Os seis *chillers* (de diferentes marcas e capacidades,) transformam a potência elétrica a eles fornecida (kW) em potência calorífica/frigorífica (kW) transmitida por meio de água, quente ou arrefecida e esta é impulsionada em tubagens isoladas e distintas (ida e retorno) através de eletrobombas, que garantem um caudal (l/s) variável em função da ocupação de cada edifício. O esquema funcional da central térmica do *Campus*, em alçado frontal e na sua configuração atual apresenta-se na figura 4.2 e o mesmo, mas agora em *layout* (planta) na figura 4.3. Nestes dois esquemas e com a ajuda da tabela 4.1 é possível ter uma noção das grandezas globais estimadas, tamanho e capacidades (aquecimento e arrefecimento) instaladas. Assim, os números são:

- Capacidade frigorífica: 1.857 kW (Ida 7 °C/Retorno 12 °C) ΔT 5 °C;
- Capacidade calorífica: 2.450 kW (Ida 50°C/Retorno 35 °C) ΔT 15 °C;
- Peso dos equipamentos: 30,80 ton.

Desconhecem-se o autor do projeto e os instaladores envolvidos na conceção e instalação da central térmica. Supõe-se ter sido concebida para receber os equipamentos inerentes às diversas fases de expansão do edificado do *Campus* estando atualmente a funcionar próximo da sua capacidade máxima. Porém, ainda serão possíveis algumas adições de equipamentos terminais desde que se possa efetuar a sua otimização e se implementem medidas corretivas descritas no relatório enviado ao cliente. Algumas serão, mais adiante, transcritas para este relatório e devidamente detalhadas e documentadas face às não conformidades normativas e funcionais encontradas.

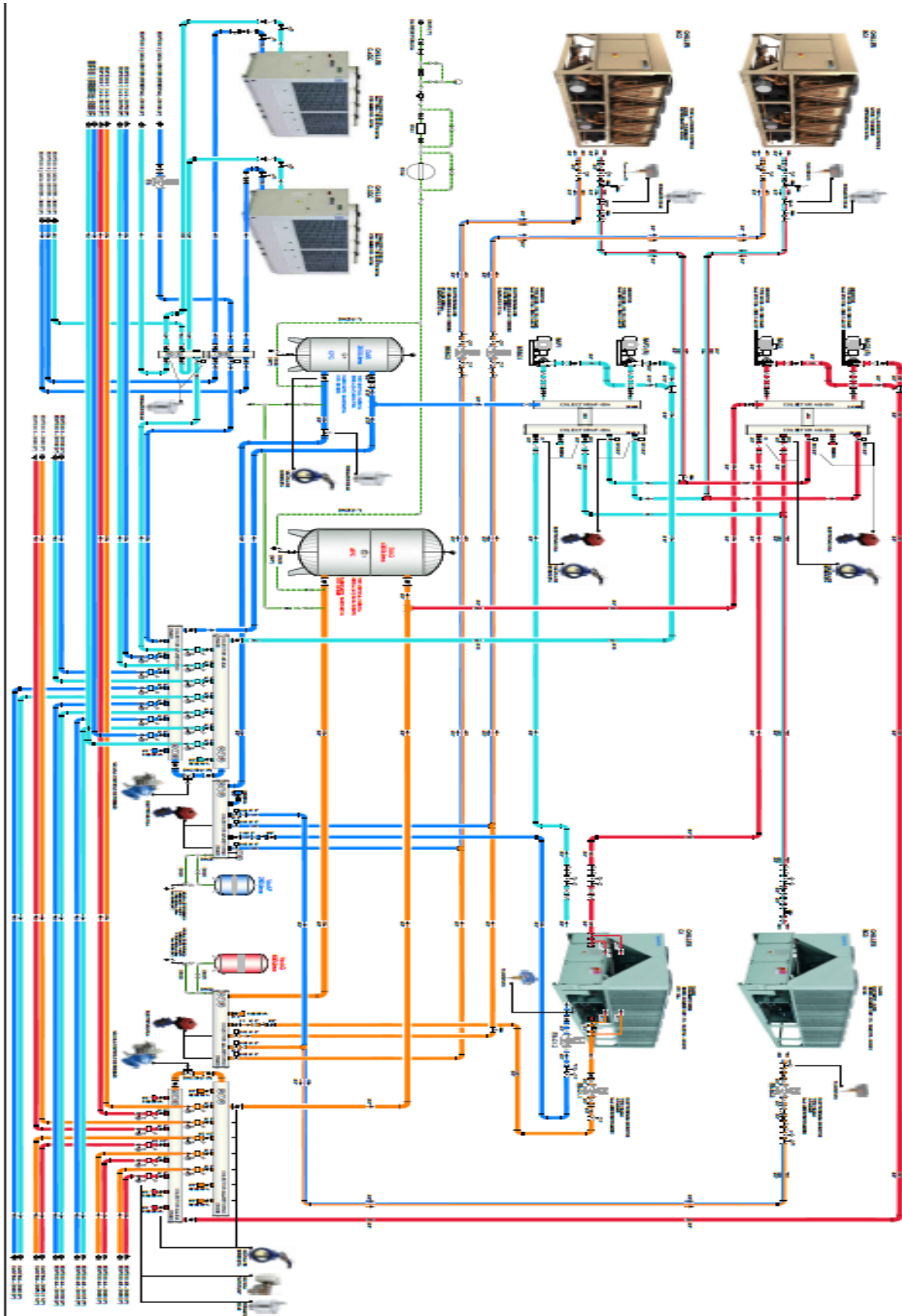


Figura 4.2 – Esquema de Funcionamento (Alçado-Parcial) (*Campus Tecnológico em Lisboa*)

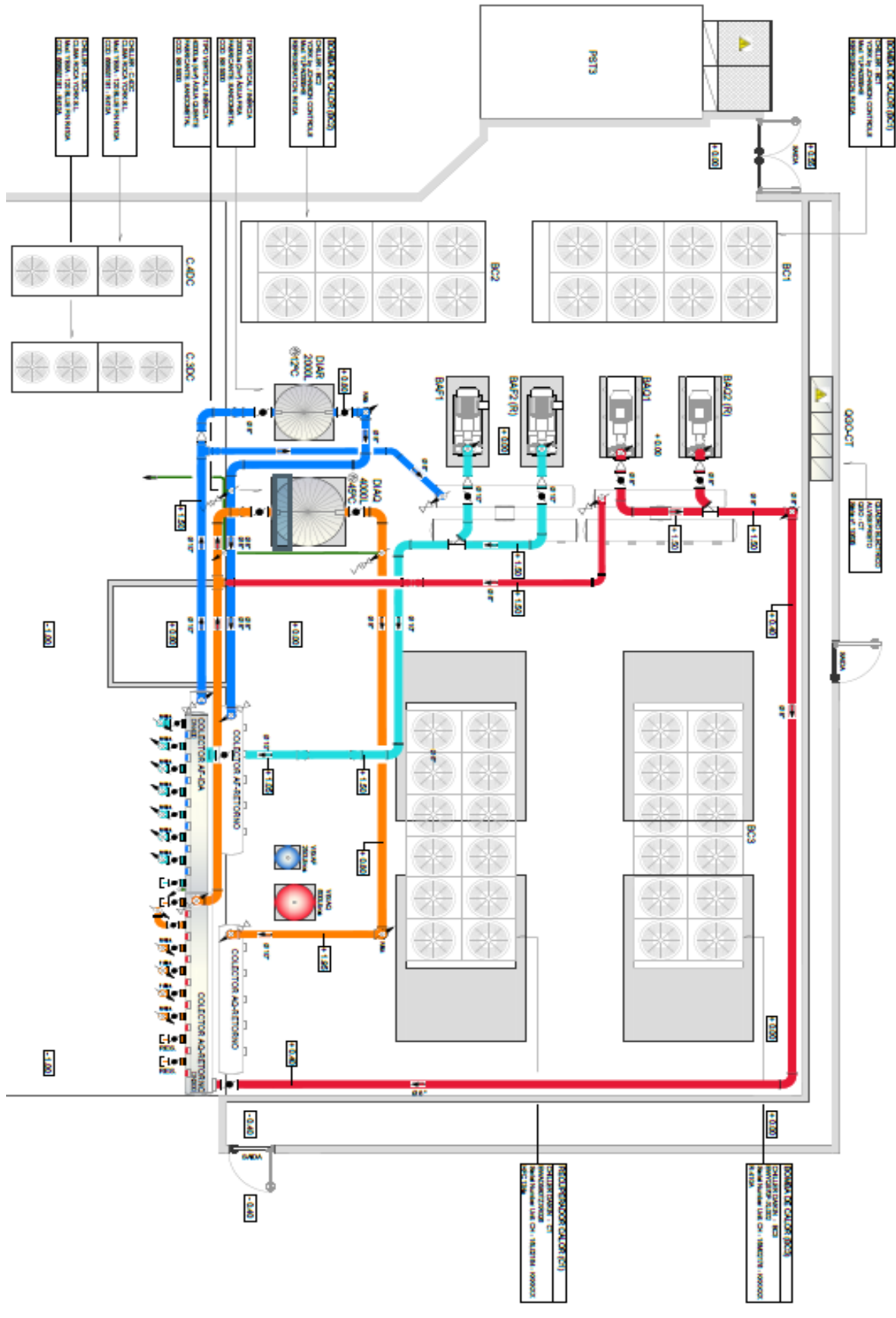


Figura 4.3 – Esquema de Funcionamento em *Layout* (Parcial) (*Campus Tecnológico em Lisboa*)

✓ **Zona Técnica de Distribuição**

Constatou-se que os sistemas de AVAC, instalados nos diferentes edifícios, possuem uma grande similaridade e, a partir da central térmica, encontram-se divididos em subsistemas que se adaptam às características de utilização. Cada um deles possui uma zona técnica de distribuição térmica, dotada de capacidade de aquecimento e arrefecimento proveniente da central térmica. Esta abordagem permitiu (na altura) uma gestão da energia, julgada eficiente, garantindo que diferentes ZO recebessem as potências de aquecimento ou arrefecimento necessárias de maneira equilibrada. A combinação destes subsistemas dentro do sistema global de AVAC reflete uma abordagem inicial integrada, que visava maximizar a eficiência energética e o conforto térmico dos ocupantes. A figura 4.3 pretende representar o modelo de distribuição térmica referente e similar a cada edifício. A água quente ou arrefecida é impulsionada para os VC por meio do grupo de eletrobombas (instaladas na central térmica), que garantem um caudal (l/s) variável, em função da ocupação de cada edifício. As eletrobombas desempenham um papel relevante ao alimentar as baterias das UTA e os circuitos de VC instalados nos diferentes locais a serem climatizados. Esta configuração também destaca a importância de uma análise cuidadosa das necessidades de climatização em diferentes ZO, garantindo que cada espaço seja climatizado de forma adequada. A figura 4.4 refere-se ao esquema de funcional aproximado dos edifícios n.ºs 1, 2 e 3, uma vez que não se teve acesso a este documento.

✓ **Unidade de Tratamento de Ar**

Nos espaços com ocupação humana, a insuflação de ar tratado está a ser realizada através de UTA, que opera com o conceito ar novo (ODA) mais ar recirculado (RCA) até a um máximo de 30% do caudal de ar insuflado e tratado (SUP). O controlo da mistura de ar é feito por registos servo motorizados controlados através da GTC. Estas unidades encontram-se equipadas com duas baterias de água quente e arrefecida, permitindo a regulação da temperatura do ar insuflado de maneira adequada. Parte do ar de extração (ETA) é reintroduzido juntamente com ar novo (ODA) e ambos são tratados. Depois, através de ventilador de impulso é conduzido pelas condutas fabricadas em chapa de aço galvanizado e termicamente isoladas, para as ZO, através de elementos e dispositivo terminais: grelhas de impulso, difusores, grelhas de pavimento. O princípio de funcionamento da UTA genérica mostra-se na figura 4.5. Na figura seguinte apresenta-se o esquema de distribuição de “ar climatizado” para o edifício 4B, segundo o esquema elaborado pela equipa de manutenção e ao qual se teve acesso. Faz-se notar que o número de UTA instalado em cada zona de distribuição térmica de cada edifício é diferente em cada um. Esta singularidade é da exclusiva responsabilidade do projetista e desconhecem-se as razões para esta configuração.

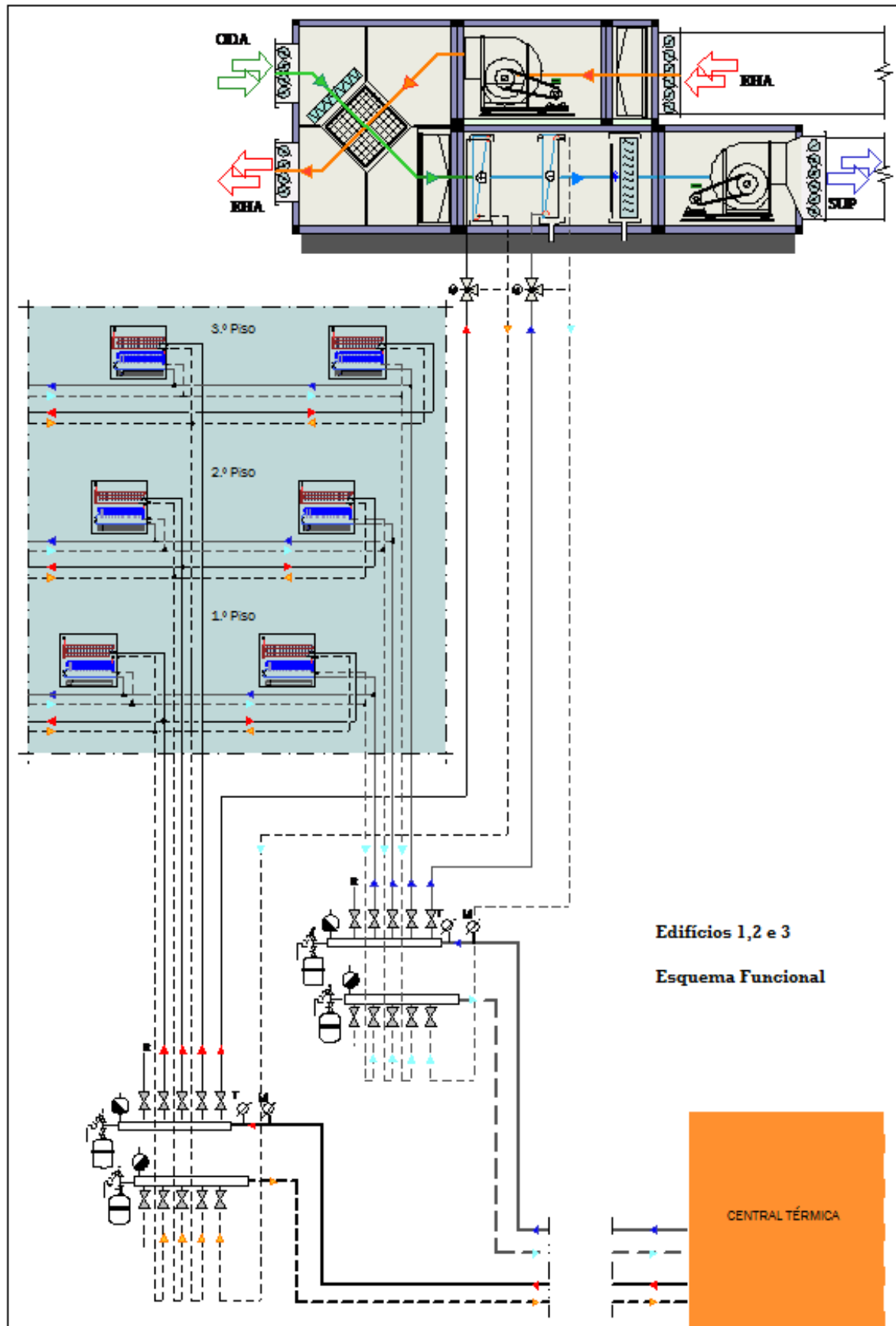


Figura 4.4 – Distribuição Térmica pelos Edifícios

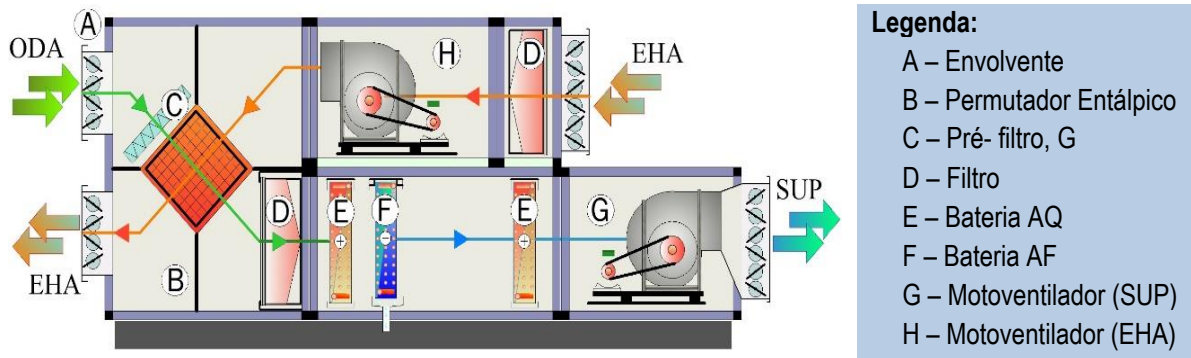


Figura 4.5 – Princípio de Funcionamento de UTA (genérico)

O estudo concentrou-se no seu estado de conservação e funcionamento atuais. O levantamento fotográfico fez com que se fizessem alguns apontamentos de melhoria que se encontram no relatório enviado ao cliente e cujas necessidades de intervenção também constam deste relatório de estágio. Acresce salientar que cada edifício possui mais sistemas de ventilação independentes e autónomos, isto é, não integrado no sistema de AVAC como é o caso das copas, dos bares e dos diversos WC. Importará dizer que estas unidades de ventilação não foram consideradas e incluídas no estudo.

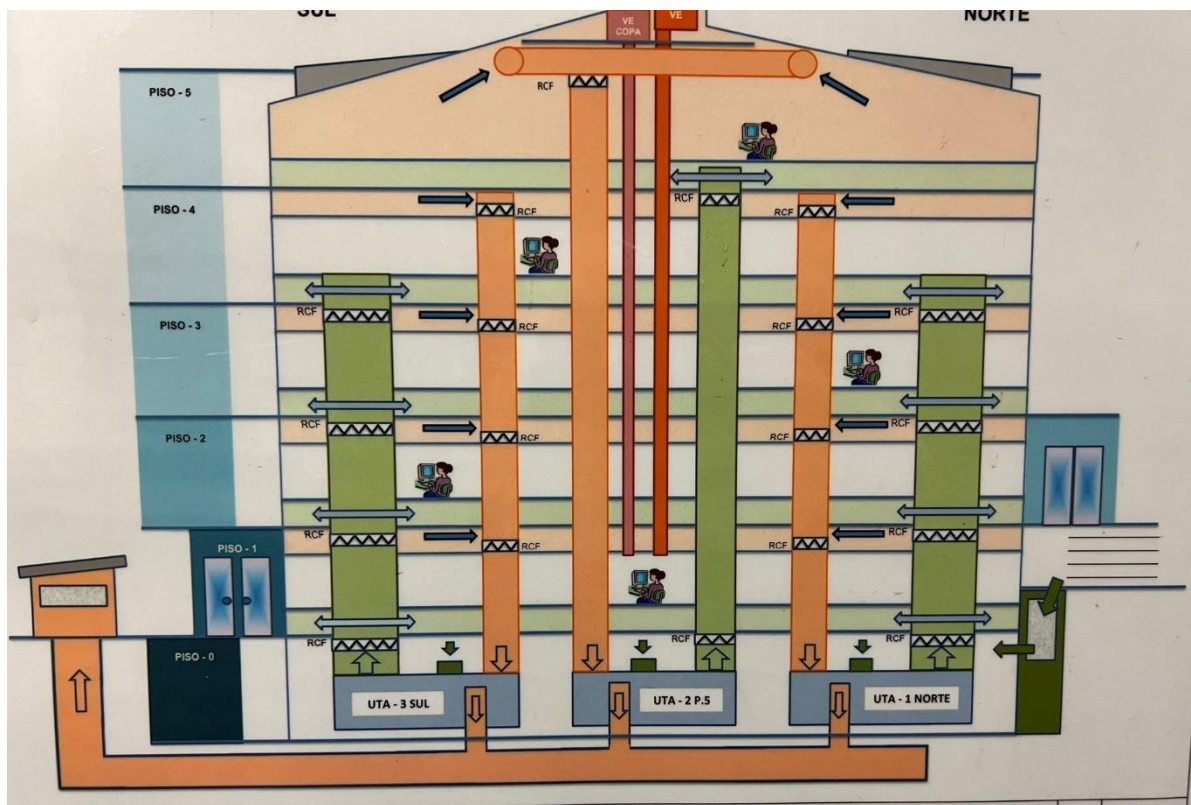


Figura 4.6 – Esquema de Distribuição de Ar Tratado (*Campus Tecnológico em Lisboa*)

4.7 Parâmetros Funcionais a Obter

Com os aparelhos e a instrumentação adequada, mais adiante detalhada, a equipa de trabalho estabeleceu os parâmetros funcionais da instalação a mensurar de acordo com a metodologia de trabalho previamente acordada. Assim, a metodologia foi validada para ambos os sistemas: aerúlico e hidráulico.

- Sistema Aerúlico:
 - Medição de caudais nas UTA (m^3/h) (vd. Anexo XIV);
 - Medição dos caudais de ar (m^3/h), por piso/andar e edifício (vd. Anexo XV); [10] [11]
 - Levantamento da rede de condutas e difusores de pavimento.
- Sistema Hidráulico:
 - Medição de caudais hidráulicos (l/s), por edifício e nos circuitos de VC;
 - Levantamento dos ramais de água quente e arrefecida nos edifícios e a sua distribuição.

Para obtenção destes parâmetros, seguiram-se as recomendações e procedimentos constantes nas normas da ASHRAE 55:2013, ISO 7730:2021, EN 13779:2007, e EN 15251:2007. [12] [13] [14] [15] Complementaram-se estes procedimentos com as regras e boas práticas da arte.

Exemplo 1:

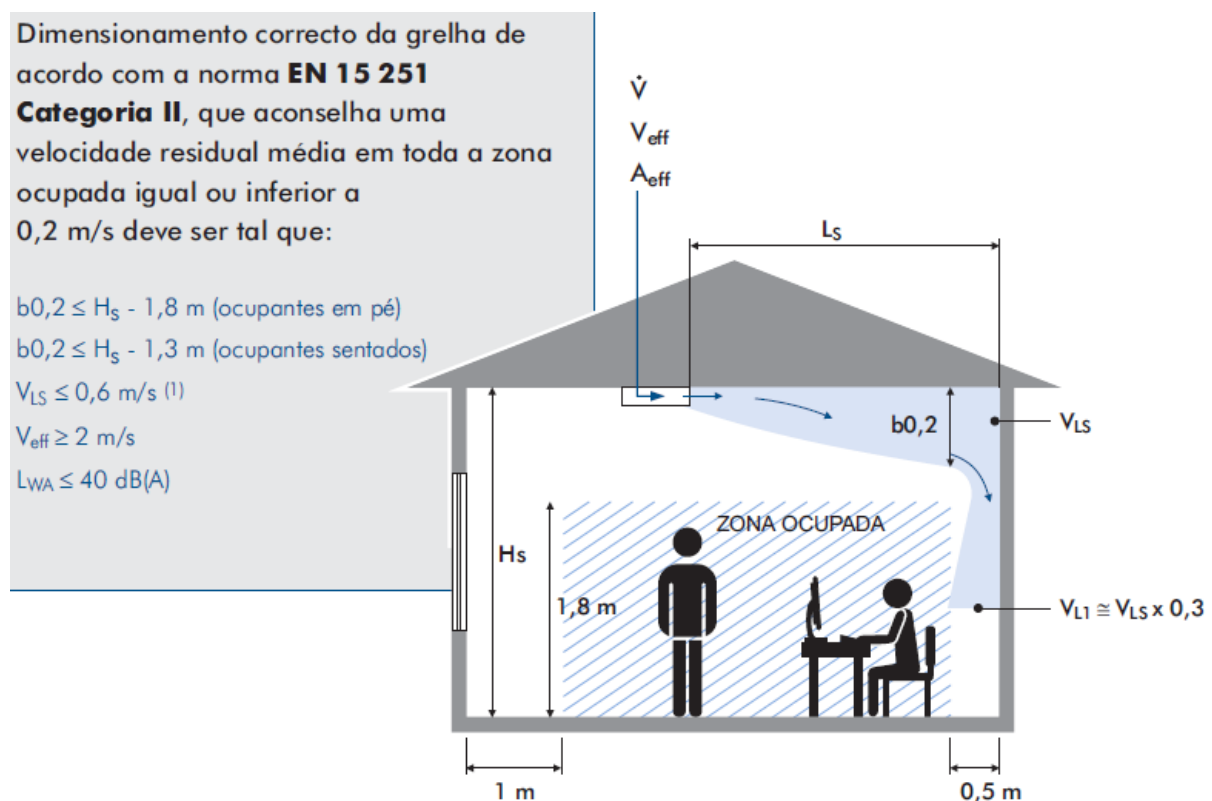


Figura 4.7 – Exemplo de Aplicação da Norma EN 15251 [16]

Exemplo 2:

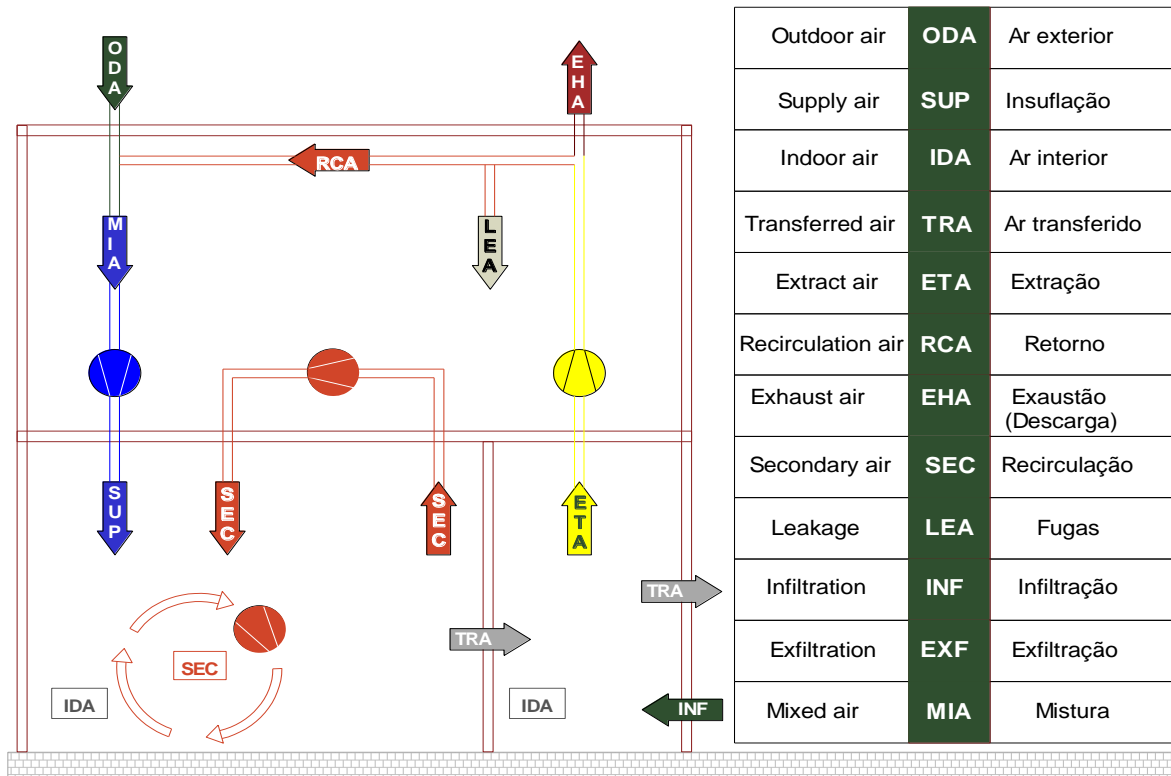


Figura 4.8 – Classificação do ar segundo EN 13779

Exemplo 3:

Tabela 4.2 – Valores de velocidade do ar segundo da ASHRAE 55:2013 e ISO 7730:2021

ASHRAE 55			ISSO 7730		
Temp ^a radiante – Temp ^a ar (°C)	Incremento Temp ^a . ar (°C)	Vel. de ar (m/s)	Temp ^a ar (°C)	Turbulência	Vel. de ar (m/s)
tr – ta = 1	1,10	0,30	24	40	0,20
	2,20	0,60		60	0,20
	3,30	0,80			
tr – ta = 0	1,10	0,30	26	40	0,15
	2,20	0,60		60	0,20
	3,30	0,80			

4.8 Medições no Sistema Aerúlico

4.8.1 Considerações Iniciais

Durante o período de levantamento de dados no *Campus*, constatou-se que decorriam trabalhos nas instalações de AVAC, inerentes à aplicação de registos de ar motorizados, por iniciativa da equipa de manutenção do *Campus*. Esta esperava vir a operar o sistema, de maneira modulante, e permitir a variação dinâmica dos caudais de ar que circulam pelo sistema, como objetivo. Sabe-se que os registos motorizados desempenham um papel relevante na otimização da distribuição do ar tratado. Ao ajustarem automaticamente a abertura e o fecho das passagens de ar, estes registos garantem que a quantidade correta de ar seja fornecida a cada ZO. Devido à variação dos caudais na instalação, com esta melhoria funcional as medições efetuadas foram, por vezes, inválidas por não refletirem uma situação estabilizada. A introdução dos registos motorizados levantou dificuldades inesperadas no levantamento dos dados funcionais e representou um desafio adicional, significativo para a análise e otimização dos sistemas. A validação dos dados também é uma matéria sensível. Acresce que, a contínua atualização regular dos dados recolhidos é importante, uma vez que os parâmetros funcionais estão em contínua mudança. A leitura e recolha de parâmetros funcionais desatualizados podem levar a decisões erradas. A equipa de trabalho esforçou-se para que os dados recolhidos fossem tão fiáveis quanto possível, de modo a obter o menor grau de incerteza. Portanto, o método de recolha utilizado deveria ser rigoroso e padronizado.

4.8.2 Aparelho de Medição

Para realizar as medições mencionadas no ponto 3.6.12, foi utilizado um aparelho específico para ler e registar dados sobre os pontos de funcionamento da instalação aerúlica. Este aparelho possui a marca KIMO *Instruments*, modelo AMI 300 STD [17], como mostra a figura 4.9. Com ele é possível obter os parâmetros funcionais de leitura e registo:

- Velocidade de escoamento (m/s)
- Caudal (m³/h)
- Temperatura (°C)

O uso de aparelhos com certificado de calibração é uma prática essencial assim como a calibração regular e a manutenção da documentação. Os instrumentos que fizeram parte do levantamento ao *Campus* possuem toda a documentação de calibração que pode ser verificada nos Anexos XVI a XX.

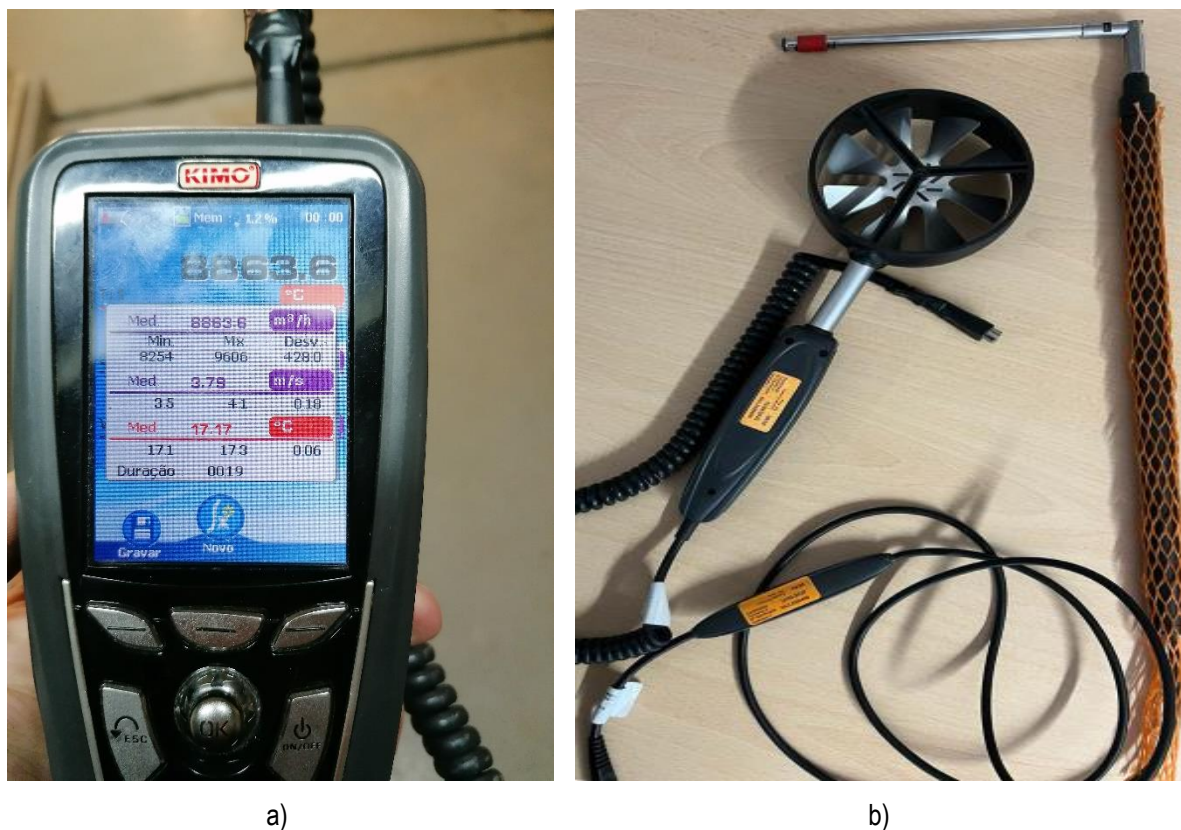


Figura 4.9 – Instrumento de Medição KIMO AMI 300 a) Mostrador do Aparelho b) Anemómetro/Fio Quente

4.8.3 Procedimento de Medição

Com já referido anteriormente, o procedimento de medição foi previamente discutido e definido pela equipa que concordou em fazer uma avaliação por piso cobrindo o maior número de unidades terminais nas ZO: grelhas, bocas e difusores de pavimento. Ele consistiu na movimentação do anemómetro sobre a superfície frontal das unidades terminais captando, assim, uma gama abrangente de leituras a fim de se obter a média dos parâmetros de funcionamento: Velocidade de saída (m/s), caudal (m^3/h) e temperatura ($^{\circ}\text{C}$). Para garantir a precisão dos resultados obtidos, foi importante medir o escoamento de ar em múltiplos pontos ao longo da seção transversal da conduta de distribuição. Esta abordagem proporcionou uma visão abrangente do perfil de desenvolvimento do caudal (m^3/s), minimizando variações pontuais que poderiam distorcer os resultados. Para o efeito, foi usada uma vareta de fio quente, para leitura e medição ponto a ponto.

O número de pontos variou de acordo com as dimensões das condutas.

Nos difusores de pavimentos, o anemómetro permitiu medir a velocidade do ar (m/s) em condições funcionais não conformes (exemplo: difusor sem pleno, como mostra a figura ao lado), proporcionando dados para a análise do perfil de escoamento. As medições obtidas proporcionaram dados funcionais sobre comportamento do escoamento do ar, o que permitiu extrapolar sobre as dinâmicas envolvidas e propor as soluções de otimização julgadas mais convenientes.



Figura 4.10 – Anemómetro em Função

4.8.4 Indicação dos Pontos de Medição

A equipa de trabalho criou uma metodologia específica para a identificação dos pontos de medição com a seguinte codificação alfanumérica:

- i) As duas primeiras letras maiúsculas identificam o ponto de medição no sistema.
- ii) Os dois XX seguintes identificam o edifício onde se procedeu à medição.
- iii) As letras seguintes (PX) referem-se ao número do piso em se efetuou a medição.
- iv) O último trio (0PX) indica o elemento terminal onde se fez a medição.

Para o efeito descrito, criou-se uma legenda sintetizada na figura 4.12 e exemplificada na figura 4.13.

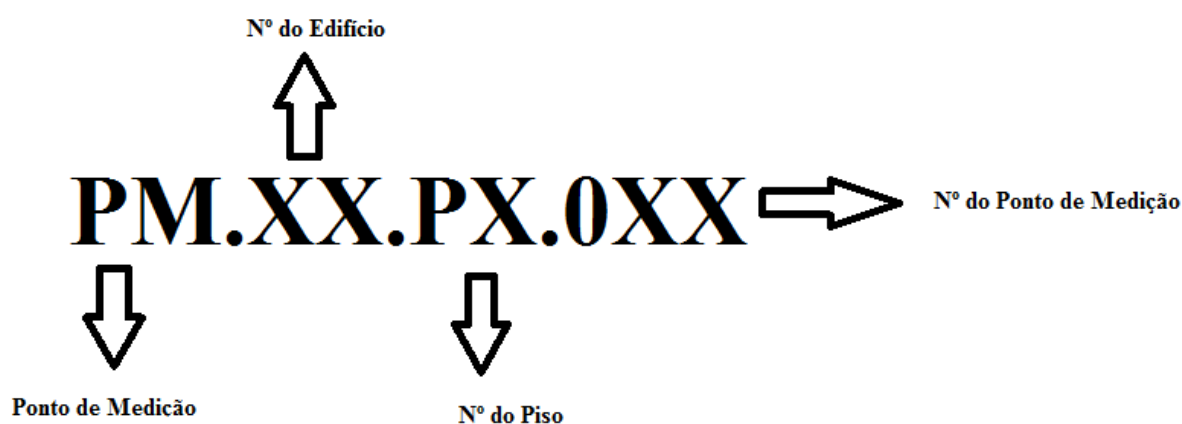


Figura 4.11 – Marcação dos Pontos de Medição

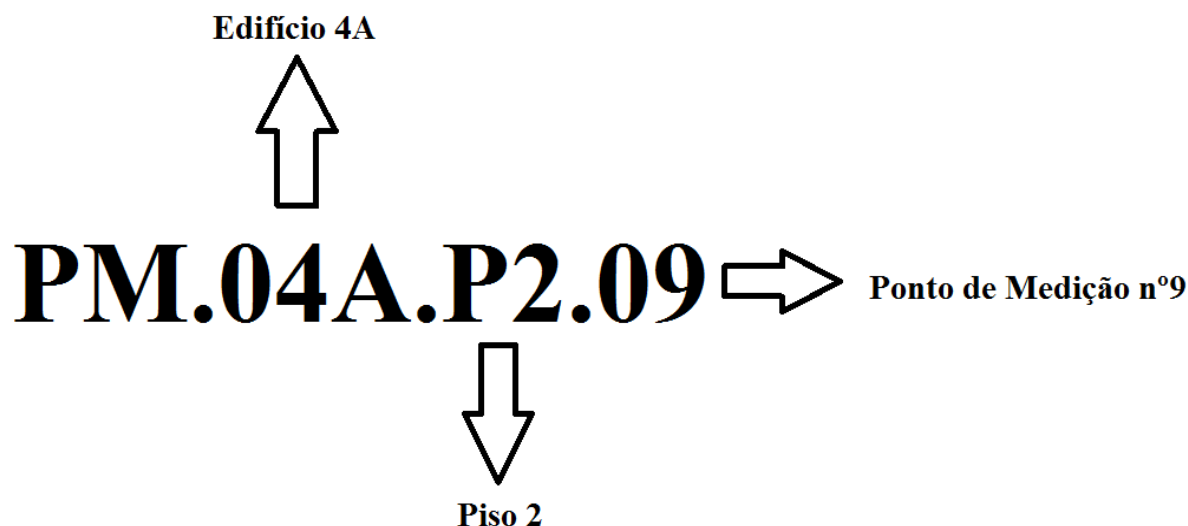


Figura 4.12 – Exemplo para Identificação dos Pontos de Medição

4.8.5 Identificação de Anomalias

Durante o processo de avaliação, foram encontradas anomalias⁷ e não conformidades. Estas comprometem e influenciam o bom funcionamento das instalações bem como o desempenho dos vários colaboradores nas ZO. [16] De seguida, apresenta-se uma descrição das principais anomalias e não conformidades encontradas pela equipa de trabalho.

- Sujidade no interior das condutas e seus acessórios;
- Regulação insuficiente: faltam registos de caudal na rede de insuflação;
- Perturbação do caudal com componentes referentes a outras instalações: Exemplo: esteiras de cabos a obstruir a saída de condutas que insuflam nos plenos de pavimento;
- Falta de acesso para manutenção às derivações, ramais e zonas técnicas;
- Unidades terminais de insuflação, nomeadamente grelhas e difusores, obstruídos;
- Falta de pleno e registos em difusores de pavimento que dificulta o escoamento;
- Ramais e troços de conduta danificados, nomeadamente perfurados e/ou mal vedados.

⁷ A lista de anomalias é longa e extensa. Convém apenas referir aquelas que de algum modo mais contribuíram, de modo significativo, para o valor da proposta de melhoria apresentar ao cliente final.

4.8.6 Critérios para Definir Conformidades/Não Conformidades

✓ Classificação do Ar e Conceito de Zona Ocupada: Normas

Como já referido, recorreu-se às normas EN 13779:2007 e EN 15251:2007 e à ISO 7730:2021 para estabelecer os critérios para avaliação aplicáveis aos sistemas ventilação em espaços não residenciais com ocupação humana em que se classificam os tipos de ar, valores de caudal mínimo para a renovação de ar, técnicas de recuperação de calor e monitorização dos poluentes como dióxido de carbono (CO₂) e compostos orgânicos voláteis (COV). Por outro lado, a figura 4.13 da mesma norma (EN 13779) explica o procedimento a ter em conta na obtenção das medições e leituras válidas nos espaços com ocupação humana definido distâncias, alturas e, assim, estabelecendo o conceito de ZO.

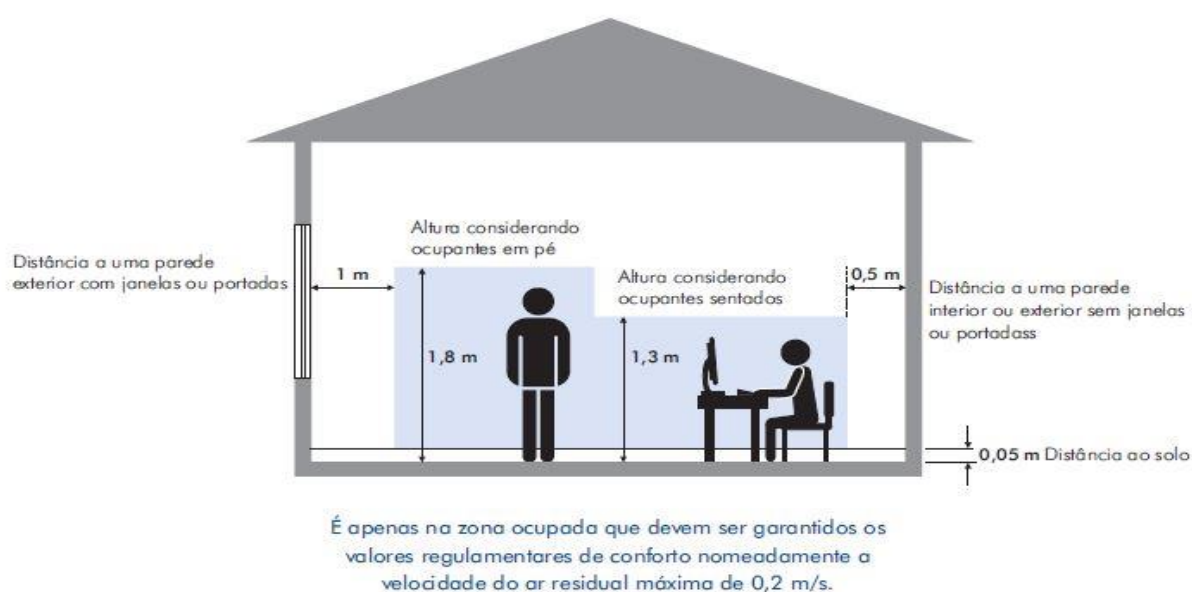


Figura 4.13 – Conceito de Zona Ocupada [16]

✓ Difusores e Grelhas: Critérios e Valores de Referência

A gestão e monitorização da QAI foi fundamental para garantir o conforto em diversos ambientes. Para isso, tornou-se essencial estabelecer critérios com base nos tipos de ar, espaços e dinâmica de insuflação e extração de ar.

As normas EN 13779 e EN 15251 fornecem as diretrizes para a avaliação e deteção de não conformidade. Os critérios para avaliação também incluíram as taxas de troca de ar definida pela Norma EN 13779, que estabelece valores mínimos para a renovação do ar, em função da tipologia de espaço e a sua ocupação. Outro critério estabelecido norma EN 15251 orienta a monitorização de poluentes (CO₂ e COV) e permite ajustes adequados ao funcionamento dos sistemas de ventilação. [13] [18] A norma EN 13779 recomenda também a adoção e implementação de soluções que minimizem o consumo energético e inclua técnicas de recuperação de calor.

Nas ZO tiveram-se em conta os seguintes parâmetros de referência:

- Ruído (nível de pressão sonora) <40 dB_(A);
- Temperatura (T): entre 20 e 26 °C;
- Humidade relativa (HR): entre 40 a 60 %
- Velocidade média do ar (v): entre 0,05 e 0,15 m/s (máx. 0,2 m/s)
- Nível de turbulência do ar: < 20%
- Diferença de temperatura em altura entre o tornozelo e a cabeça < 2 °C (máx. 3 °C).

Perante as premissas anteriores, definiram-se, através da velocidade de passagem na superfície efetiva da grelha e dos difusores, os critérios para a conformidade / não conformidade do escoamento de retorno nos espaços.

Tabela 4.3 – Critério para Conformidade/Não Conformidade para Velocidade do Ar

Critério – Velocidade [m/s]	Resultado
$2,5 < v < 3$	Sensível
$v > 3$	Critico

Tabela 4.4 – Desvio entre os Caudais de Ar de Projeto e os Atuais

Critério- Caudal [m³/h]	Resultado
$15\% < Q < 20\%$	Sensível
$Q > 20\%$	Critico



a)



b)



c)



d)

Figura 4.14 – Registo Fotográfico de Não Conformidades a) Isolamento e forra mecânica em falta b) O local não tem extração de ar viciado c) Difusor de pavimento sem pleno d) Boca de insuflação obstruída por cabos

4.8.7 Evidências Resultantes

✓ **Extração: Escoamento de Retorno:**

- Identificaram-se alguns desequilíbrios dinâmicos nos elementos terminais que se encontram desregulados, tanto por excesso como por falta de caudal, cuja consequência é a baixa eficiência na ventilação;
- Constataram-se ZO com défice na aspiração de ar viciado, o que compromete a QAI;
- Encontram-se ZO na qual o caudal é feito apenas por um elemento terminal;
- Identificaram-se os elementos terminais com velocidade de saída elevada o que gera o desconforto térmico e ruído;
- Quantificaram-se os locais com ocupação humana sem de extração de ar.

✓ **Insuflação: Escoamento de Impulsão**

- Verificou-se que o caudal que chega aos elementos terminais mais distantes da rede é insuficiente em alguns deles;
- Identificaram-se os elementos terminais com velocidade de saída elevada e que gera o desconforto térmico e ruído;
- Comprovou-se que a distribuição de ar a partir dos difusores de pavimento não é uniforme.

4.8.8 Sugestões de Melhoria

O historial do *Campus* e a sua filosofia de conceção construção faseada, utilização a suas alterações sofridas não só físicas, mas também quanto à sua dinâmica de utilização foi importante para a “descoberta” dos problemas funcionais de AVAC. À medida que foram introduzidas algumas alterações (muitas, sem critério aparente) resultaram num afastamento do conceito funcional original. Até ao final do estudo e provavelmente, após o mesmo, continuam a verificar-se intervenções aleatórias, que sem rigor técnico, científico, e observâncias das normas aplicáveis que dificilmente, conseguirão resolver o funcionamento pleno da instalação. Também a nível de manutenção geral, nomeadamente limpeza e higienização dos sistemas, se notaram fragilidades. Estas fragilidades de algum modo acabarão por comprometer a QAI, potenciar novas avarias e influenciar negativamente o consumo de energia. Urge em primeira instância limpar, reparar as UTA incluindo o seu complemento em algumas situações, repor isolamentos, recuperando a base da instalação. A tabela 4.5 resume não conformidades mais relevantes do estudo⁸.

Tabela 4.5 – Resumo das Não Conformidades - Custo

Nº	Não Conformidade	Proposta de Melhoria [30]	Custo (€)
1	Limpeza e desinfeção das UTA	Limpar as UTA	
2	Forras metálicas e isolamento danificados	Repor forras mecânicas e isolamentos	
3	Falta de Calibração	Calibrar os registos	
4	Fuga pelas condutas	Eliminar fugas/ensaio de estanquidade	
5	Escoamento terminal deficiente	Reposicionar difusores	
6	Dificuldade de acesso às zonas técnicas	Melhor acesso as zonas técnicas	
7	Falta de Regulação	Regular terminais e retorno de insuflação	
8	Falta de organização dos defletores	Desobstrução do caminho de ar insuflado	
9	Falta de organização dos difusores	Reposição dos difusores	

⁸ Existindo mais empresas similares à exceção desta empreitada, deverá referir-se e recorrer, novamente, à confidencialidade, sobretudo, das medidas a propor por motivos concorrenciais. A empresa preza bastante o seu próprio know-how e, na qualidade de colaborador, ainda que eventual, pretende-se não quebrar esse sigilo.

4.9 Medições no Sistema Hidráulico

4.9.1 Considerações Iniciais

Como já foi anteriormente referido, a instalação encontra-se com funcionamento com caudal variável (água quente/água arrefecida), adaptado ao perfil de utilização/necessidades dos vários edifícios e pisos, controlado pela GTC. Daí não ser muito revelante para o funcionamento da instalação, as perdas de carga (Δp) das temperaturas (I/R), medidas a montante e jusante das válvulas, obtidas diretamente e, posteriormente os caudais encontrados por via indireta (gráficos). Os resultados e premissas iniciais resultam de cada perfil de utilização.

4.9.2 Aparelho de Medição

Para se medir os parâmetros do sistema hidráulico, recorreu-se ao aparelho de medição Smart Probe testo 549i – Manómetro de alta pressão com App para smartphone e tablet, cuja imagem se apresenta na figura 4.15, que possui as seguintes características:

testo 549i	
Feature	Values
Measuring range	0 to 60 bar (rel) / 0 to 870 psi (rel)
Overpressure	65 bar
Accuracy ± 1 digit	0.5% of full scale value
Resolution	0.01 bar / 0.1 psi
Measurement rate	2/sec
Available units of measurement	bar, psi, MPa, kPa
Connection	1x 7/16" UNF / 1/4" SAE connection

Technical data

Feature	Values
Overload rel.	65 bar
Storage temperature	-20 °C to 60 °C / -4 to 140 °F
Operating temperature	-20 °C to +50 °C / -4 to 122 °F
Battery type	3 micro batteries AAA
Battery life	130 hrs
Measurable media	CFC, HFC, HCFC, N, H2O, CO2
Dimensions	152 mm x 35 mm x 35 mm
Directives, standards and tests	EU guideline: 2014/30/EU RED: 2014/53/EU RoHS: 2011/85/EU + (EU) 2015/863



Figura 4.15 – Manómetro testo 549i [19]

4.9.3 Procedimento de Medição

Foi adotada a metodologia de medição aconselhada pela fabricante, cujos esquemas funcionais se apresentam na figura 4.16. Consiste na aquisição do valor de diferencial da pressão (Δp), através das tomadas de pressão das válvulas. A distância entre as tomadas de pressão (montante e jusante das válvulas) não interfere na forma de recolha dos dados. Esta metodologia é também válida para se obter os dados de desempenho das unidades terminais.

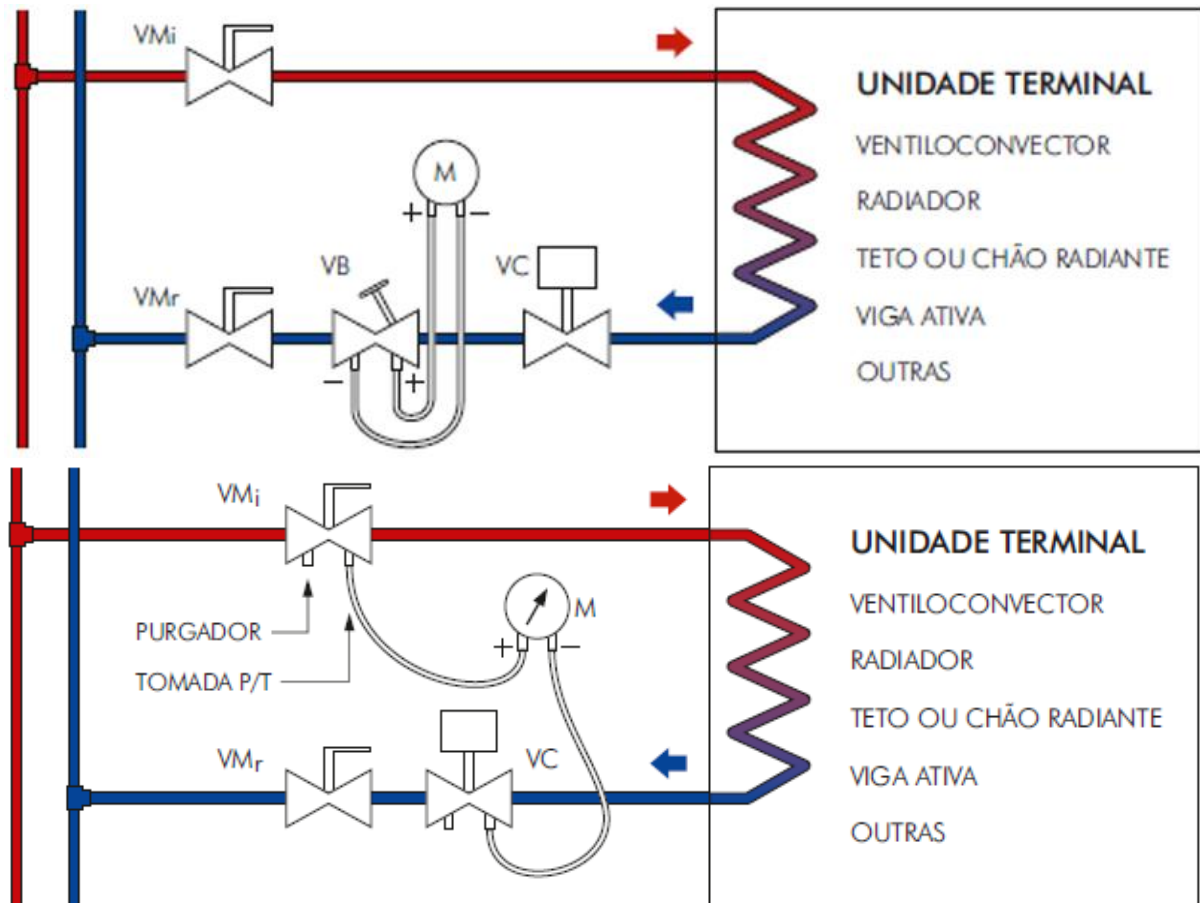


Figura 4.16 – Ilustração da Metodologia de Medição [20]

A figura 4.17 ilustra o procedimento de medição e obtenção de valores numa válvula de equilíbrio estático ou “balanceamento” do caudal, da marca *Tour & Andersson* (TA), cuja utilização é muito comum nas instalações AVAC. É de realçar que estas válvulas são as preferidas dos projetistas para superar eventuais desequilíbrios nas instalações de AVAC, apesar do seu elevado custo. No entanto, estas válvulas desempenham um papel muito importante no “balanceamento” das redes hidráulicas, também conhecidas no meio técnico como redes “hidromicas”. A figura 4.18 mostra dois exemplos de medição de válvulas TA.



Figura 4.17 – Exemplo de Medição

✓ **Exemplo de Válvulas *Tour & Andersson***

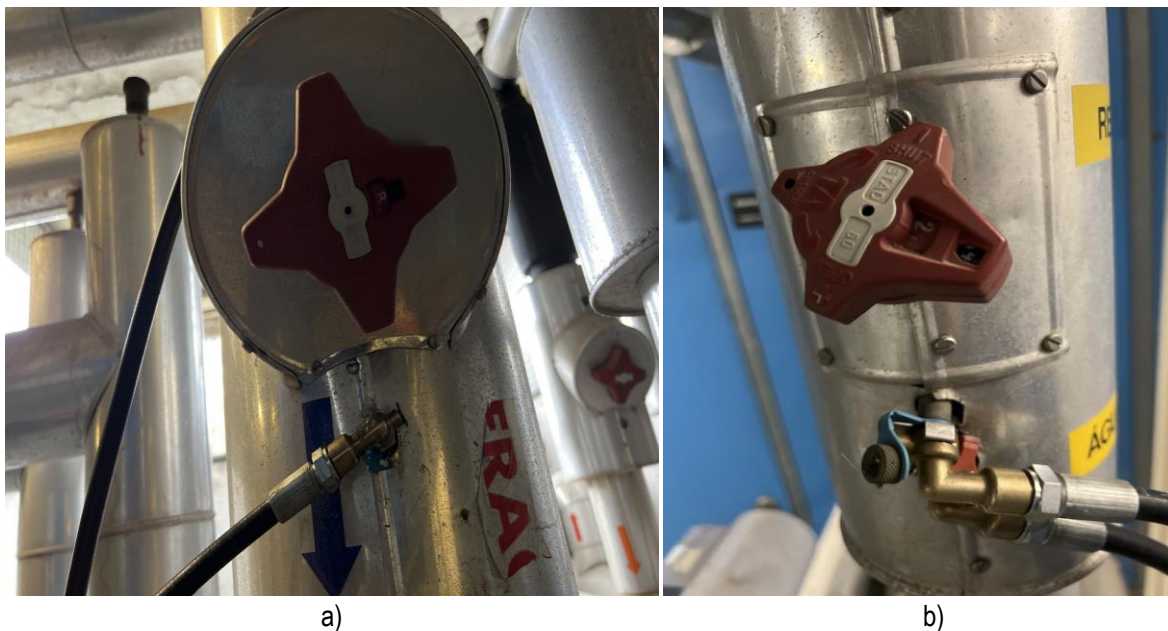


Figura 4.18 – Exemplo de Medição em Válvulas TA Distintas a) Demonstração de medição nas Válvulas TA b) Outra perspetiva de medição nas Válvulas TA

Além das válvulas TA, foram encontradas válvulas de equilíbrio hidráulico estático da marca BROEN e modelo *Balorex Venturi*. [21] Os procedimentos de medição e obtenção de dados são semelhantes às TA, como se observa na figura 4.19.

✓ Exemplo de Válvulas **BROEN Balorex Venturi**

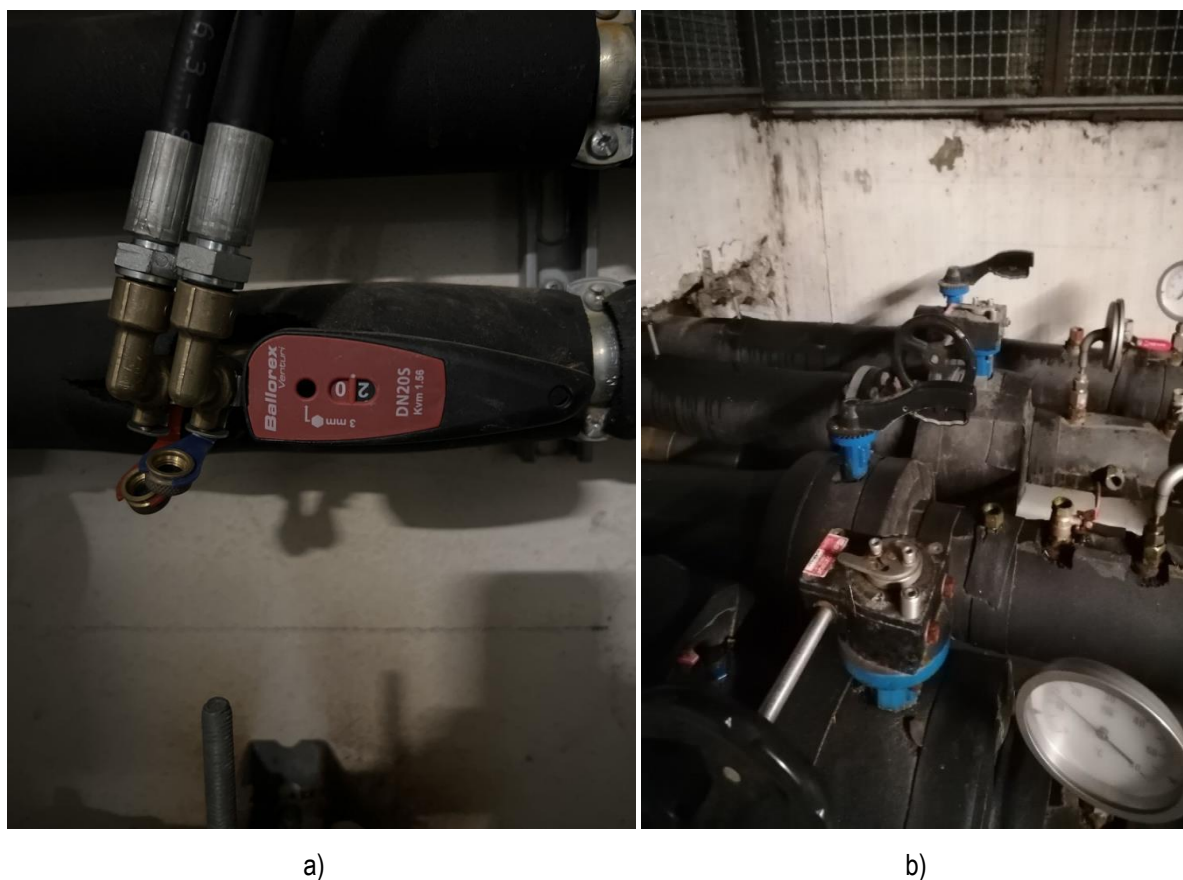


Figura 4.19 – Exemplos de Medição em Válvulas *Ballorex Venturi*: a) A metodologia de medição
b) Outra perspetiva

4.9.4 Identificação dos Pontos de Medição

Adotou-se a mesma metodologia estabelecida no ponto 4.8.4 deste Relatório.

4.9.5 Identificação de Anomalias

As principais anomalias encontradas nos sistemas hidráulicos foram as seguintes:

- Sujidade generalizada no exterior das tubagens;
- Falta de iluminação em algumas zonas técnicas;
- Falta de isolamento e forra mecânica em alguns troços da tubagem;
- Reparação e alterações realizadas sem obedecer às normas e regras de boas práticas da arte;
- Falta de acesso às derivações, ramais e zonas técnicas;
- Montagem defeituosa dos componentes elétricos de apoio a regulação de controlo;
- Novos dispositivos ainda não instalados ou montados de forma deficiente;

- Válvulas de regulação estática desfasados entre o valor real e o efetivo;
- Instalação com regulação deficiente resultante de *bypass* totalmente abertos.

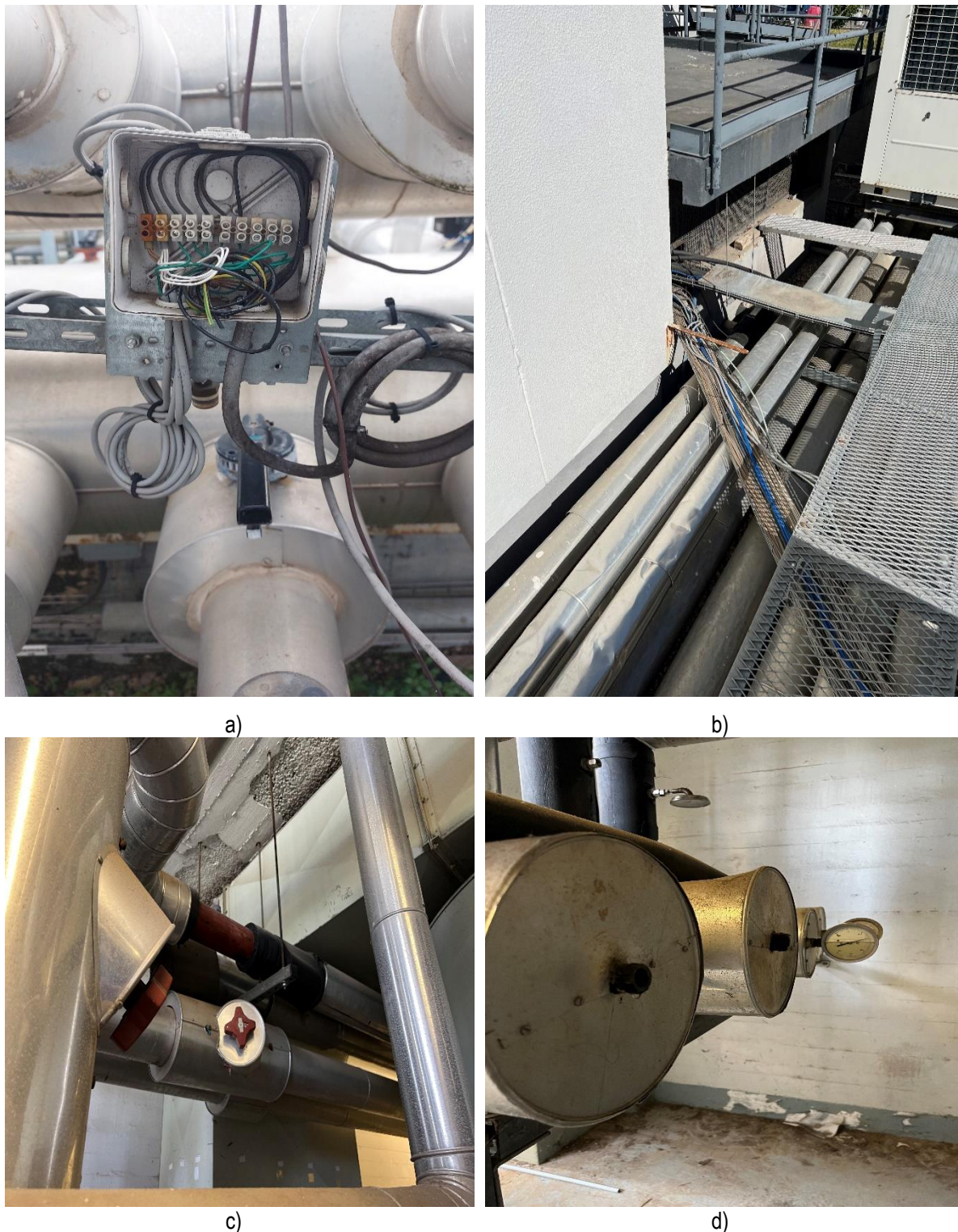


Figura 4.20 – Registo Fotográfico de Múltiplas Anomalias/ Não Conformidades: a) Ligações elétricas expostas à intempérie b) Cablagem em excesso e fora do caminho de cabos c) Condensação nas tubagens por falta de isolamento d) Instrumentos de medição danificados ou em falta

4.9.6 Medição em Válvulas de Equilíbrio Estático

Conforme mencionado em 4.9.3, as medições tiveram como base os valores de Δp das válvulas, obtidos nas tomadas, durante o processo. A posição de afinação da válvula é outro dado importante sendo através deste que é extraído o valor de Kv necessário aos cálculos para determinação dos caudais. Este pode ser consultado por duas vias:

✓ 1º Via de Obtenção do Kv

Este valor pode obtido através dos ábacos de seleção (vd. Anexo XXI) (vd. Anexo XXII) (vd. Anexo XXIII).[19] Esta via permite, sem recorrer a fórmulas, extrair diretamente o caudal da respetiva válvula. O valor nominal do Kv para cada válvula pode ser obtido por consulta direta à ficha técnica do fabricante da válvula, como mostra a figura 4.21.

DN 20-50					
Voltas	DN 20	DN 25	DN 32	DN 40	DN 50
0.5	0,511	0,60	1,14	1,75	2,56
1	0,757	1,03	1,90	3,30	4,2
1.5	1,19	2,10	3,10	4,60	7,2
2	1,90	3,62	4,66	6,10	11,7
2.5	2,80	5,30	7,10	8,80	16,2
3	3,87	6,90	9,50	12,6	21,5
3.5	4,75	8,00	11,8	16,0	26,5
4	5,70	8,70	14,2	19,2	33

DN 65-150					
Voltas	DN 65-2	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150
0.5	1,8	2	2,5	5,5	6,5
1	3,4	4	6	10,5	12
1.5	4,9	6	9	15,5	22
2	6,5	8	11,5	21,5	40
2.5	9,3	11	16	27	65
3	16,3	14	26	36	100
3.5	25,6	19,5	44	55	135
4	35,3	29	63	83	169
4.5	44,5	41	80	114	207

Figura 4.21 – Valores de Kv das Válvulas *Tour & Andersson* [19]

✓ 2º Via de Obtenção do Kv

O valor Kv expressa o caudal, numa válvula de regulação em determinada posição da mesma, com uma queda de pressão de 1 bar.

A situação especial com uma válvula totalmente aberta determina o valor de Kv.

$$K_v = \frac{Q}{\sqrt{\Delta P}} \quad (4.1)$$

K_v – Valor de k_v [m^3/h]

Q – Caudal Instantâneo [m^3/h]

ΔP – Medida de Pressão Diferencial [bar]

A equação 4.1 deverá ser utilizada com bastante cuidado por causa da coerência de unidades. Ela deverá ser aplicada em concordância com as unidades da tabela 4.6.[22] [23]

Tabela 4.6 – Variantes da Equação 4.1

Unidades	Q – Caudal instantâneo	Q [m^3/h]	Q [l/h]	Q [l/s]
	Δp – Medida de pressão diferencial	Δp [bar]	Δp [kPa]	Δp [kPa]
Caudal	$Q = K_v \times \sqrt{\Delta p}$	$Q = K_v \times 0,01 \times \sqrt{\Delta p}$	$Q = K_v \times \frac{\sqrt{\Delta p}}{36}$	

Tabela 4.7 – Exemplo de Medições das Válvulas TA e BROEN

Ponto de Medição	Circuito	Marca	Modelo	DN	Posição	Δp [kPa]	Q[m3/h]	Obs
PM.01.01	Principal	Broen	FODRV	100	6	28	68,26	
PM.01.01	Principal	Broen	FODRV	100	6	24	63,20	
PM.01.03	Principal	Broen	FODRV	100	6	8	36,49	
PM.02.04	VC	Tour & Andersson	STAD	50	4/0	45	22,14	
PM.02.05	Principal	Tour & Andersson	STAF	80	8/5	29	64,62	
PM.02.06	Principal	Tour & Andersson	STAF	80	8/5	3	20,78	
PM.02.07	Principal	Tour & Andersson	STAF	100	6/5	33	83,30	
PM.02.08	Principal	Tour & Andersson	STAF	100	6/5	1	14,50	
PM.02.09	Principal	Tour & Andersson	STAF	100	6/5	11	48,09	
PM.03.10	VC	Tour & Andersson	STAD	40	4/0	18	8,06	

4.9.7 Evidências Resultantes

Do trabalho de campo resultaram evidências disfuncionais das quais se destacam:

✓ **Elementos Terminais**

- Alguns elementos terminais já sofrem os efeitos do tempo. O seu interior necessita de limpeza e higienização e/ou substituição.
- Identificaram-se cerca de uma dezena de VC mal localizados e a obstruir passagens de pessoas e bens.
- Como o funcionamento é intermitente, o seu desempenho deficiente devido ao controlo por válvulas de três vias.

✓ **Valvularia**

- Constatou-se que a instalação se encontra desequilibrada sob ponto de vista do funcionamento hidráulico. Para repor o equilíbrio, uma boa solução será substituir as válvulas terminais de três vias por válvulas de duas vias. Consequentemente, o consumo energético diminuirá.
- As eletrobombas funcionam em regime de caudal constante. Tendo em conta a configuração atual da instalação isso é uma desvantagem; leva ao desperdício de energia. Com a substituição das válvulas de três vias, preconizado no ponto anterior e a introdução do controlo de pressão a jusante das eletrobombas, a instalação passaria a operar com regime de caudal variável e, rapidamente, se autorregulava em equilíbrio hidráulico.

4.9.8 Sugestões de Melhoria

Das medições efetuadas e da observação do comportamento hidráulico da instalação, identificaram-se e listaram-se as correções e oportunidades de melhoria. A proposta de mudança de regime de caudal constante para caudal variável, tendo em conta a simultaneidade de cargas térmicas na instalação, para além de aumentar a eficiência energética [24] [25] [26] com redução do funcionamento das eletrobombas, reduz também a transformação térmica. Sabe-se que quanto maior for caudal em circulação (típico de caudal constante), maior é o consumo elétrico e maiores as perdas térmicas. Assim, como plano de ação a propor para a instalação, terá como base a concretização da variação de velocidade das eletrobombas e deverá a considerar e substituição as válvulas de três vias por válvulas de duas vias. Adicionalmente, controlar as eletrobombas dos circuitos primários e secundários com a introdução de sensores de pressão a jusante das mesmas.

Para uma melhorar mais o rendimento da instalação recomenda-se ainda a eliminação de não conformidades identificadas durante o estudo e levantamento da instalação. Na tabela 4.8 transcreve-se algumas não conformidades e respetivas propostas de melhoria, quantificadas (custo) e já apresentadas em relatório próprio ao cliente.

Tabela 4.8 – Resumo das Não Conformidades

Nº	Não Conformidades	Proposta de Melhoria	Custo (€)
1	Falta de limpeza das zonas técnicas e equipamentos	Limpar zonas técnicas	
2	Tubagens danificadas	Reparação e recuperação de tubagens	
3	Manómetros e termómetros danificados	Reparação de manómetros e termómetros	
4	Fugas nas válvulas	Substituir válvulas	
5	Falta de válvulas de equilíbrio dinâmico	Colocar válvulas de equilíbrio nos edifícios	
6	Uso indevido de válvulas 3 vias	Substituição para válvulas 2 vias	
7	Falta de isolamentos nas tubagens	Reposição de isolamento	
8	Falta de contadores de entalpia	Instalação de contadores de entalpia	
9	Falta de iluminação nas zonas técnicas	Instalar iluminação nas zonas técnicas	
10	Falta de acesso a ramais e zonas técnicas	Melhor acesso a ramais e zonas técnicas	
11	Falta de cuidado na instalação de elementos de controlo	Verificação na instalação de elementos de controlo	
12	Reparações e alterações sem cuidado	Metodologia nas alterações	

Capítulo 5 – Conclusões

Sendo, aparentemente, as funções de orçamentação um trabalho repetitivo, em boa verdade, elas foram bastante diversificadas tendo em conta a multiplicidade e especificidade dos pedidos e caudal de obras que chegam ao Gabinete Técnico. Tal só acontece devido ao prestígio, rigor, ética profissional e equidade que a empresa usa na realização das suas instalações em obra. Felizmente, existe uma triagem prévia feita pela gerência que elimina, à partida, os pedidos com baixa probabilidade de aceitação. Graças à metodologia padronizada de elaboração de orçamentos e propostas, a abrangência do conhecimento da engenharia aplicável é vasta, inclui várias disciplinas e exige grande rigor. Disto, resultaram duas particularidades conclusivas: solidificou conhecimentos e foi pessoalmente enriquecedor. Também se concluiu e constatou que o trabalho externo é agradável, desafiante, mas muito exigente. Além da metodologia padronizada de leitura e recolha de dados, viagens longas e elaboração de relatórios, as obras oferecem uma visão complementar das dificuldades de execução, montagem ou procedimentos de assistência técnica pós-venda, que será necessário prever e acautelar aquando da execução dos orçamentos e da elaboração de propostas. Sendo uma tarefa complementar, a visita técnica às obras, com objetivos previamente delineados, permite eliminar a maior parte das dificuldades vislumbradas durante o seu planeamento, preparação e seleção dos equipamentos e materiais. Esta conclusão foi extraída pessoalmente, mas constatou-se que era, obviamente, do conhecimento dos responsáveis pela gestão do Gabinete Técnico. A tarefa que se revelou ser uma mais valia para solidificar os conhecimentos adquiridos nas áreas da engenharia mecânica, tendo a oportunidade de pôr em prática, foi sem dúvida a deteção de não conformidades que é um reflexo do compromisso para garantir a qualidade do serviço, deste modo a elaboração de propostas de correção e melhorias visa a resolução imediata dos problemas, mas também a prevenção de anomalias futuras.

Como conclusão final, pode-se afirmar que o estágio, como projeto pessoal, teve um impacto positivo já que, o empenho, pontualidade, produtividade e dedicação foram devidamente reconhecidos pela gestão da empresa que formulou, verbalmente, um convite para dar continuidade ao projeto, com a realização do estágio profissional, no âmbito do IEFP (Instituto do Emprego e Formação Profissional), para admissão e inscrição na respetiva ordem profissional e, quiçá, vir a ser futuramente admitido nos quadros da Piclima Lda. E esta perspetiva afigura-se ser agradável, satisfatória e possível de realizar.

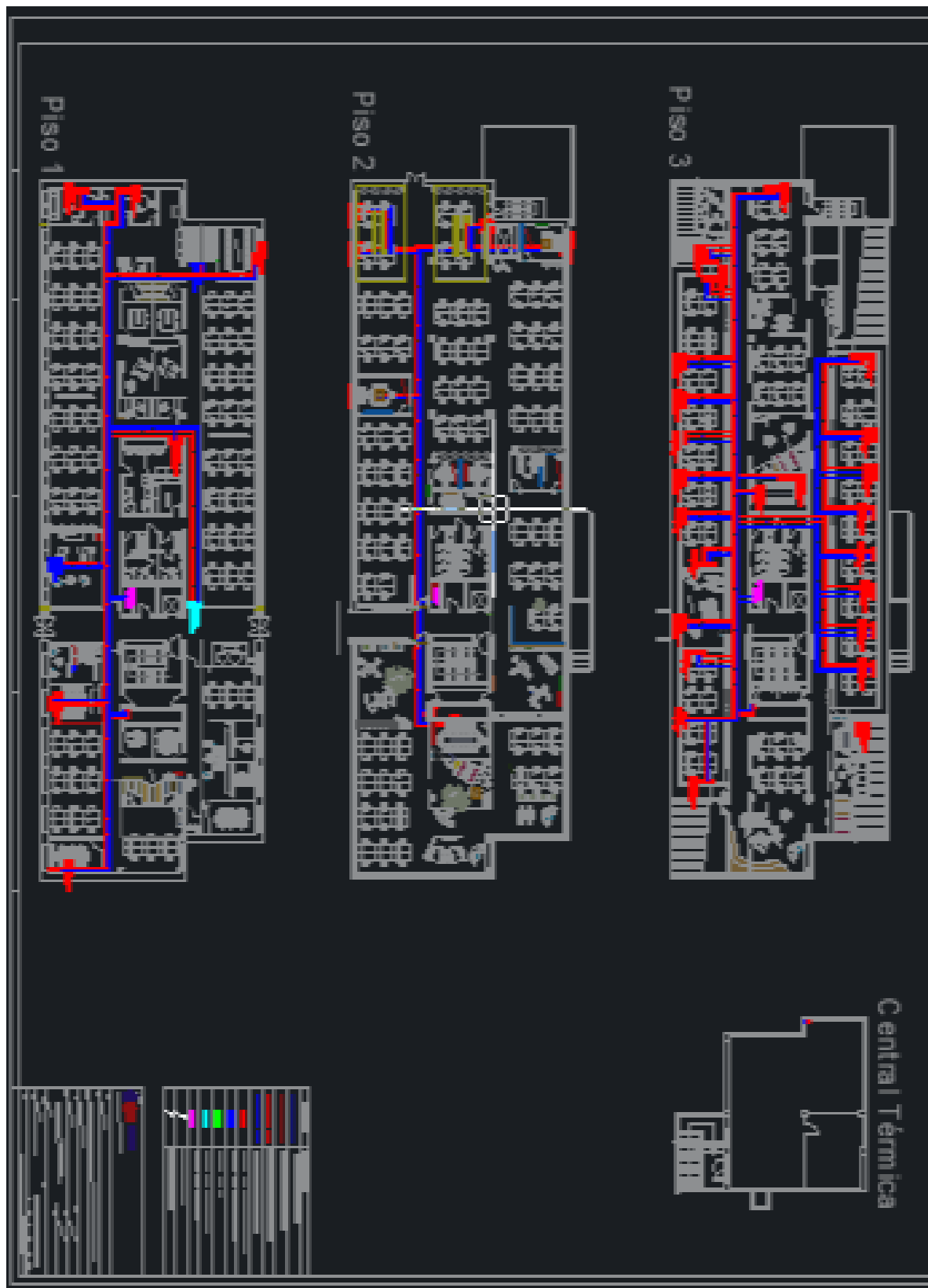
Referências Bibliográficas

- [1] Piclima, www.piclima.com. [Acedido em 15 de setembro 2024]
- [2] NP EN ISO 9001 — Sistemas de gestão da qualidade. [Acedido em 15 de setembro 2024]
- [3] MONTEIRO, V. (2015)., *Refrigeração I — Técnicas de Competências Ambientais*, ETEP.LIDEL
- [4] MONTEIRO, V. (2016), *Refrigeração II de Equipamentos e Sistemas Hoteleiros*, ETEP.LIDEL
- [5] MONTEIRO, V. (2015), *Ventilação na Restauração e Hotelaria*, ETEP.LIDEL
- [6] Norma EN 16282 — 1:2018, *Equipment for commercial kitchens - Components for ventilation in commercial kitchens - Part 1: General requirements including calculation method*. [Acedido em 20 de setembro 2024]
- [7] Norma NP 1037 — 4:2001, *define as regras específicas na ventilação de cozinhas profissionais: Define as regras de instalação. Define as características dos equipamentos e materiais a utilizar. Define os modos de ligação às várias redes*. [Acedido em 30 de setembro 2024]
- [8] Marques, José (2005), *Manutenção de uma Instalação de AVAC das Áreas Limpas de uma Indústria Farmacêutica FEUP (2005)*. [Acedido em 30 de setembro 2024]
- [9] ISO 14644-1 — *Cleanrooms and associated controlled environments - Part 1: Classification of air cleanliness by particle concentration, second First Edition*. International Organization for Standardization (ISO). [Acedido em 30 de setembro 2024]
- [10] ASHRAE Standard 55.1:2013 — *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. [Acedido em 30 de setembro 2024]
- [11] NP EN 1505 — *Ventilação de edifícios. Dimensões de condutas e acessórios de secção retangular. Dimensões*. [Acedido em 30 de setembro 2024]
- [12] NP EN 13779 — *Ventilação de edifícios não residenciais. Requisitos de eficácia para sistemas de ventilação e ar condicionado. Seleção de filtros. Classificação da qualidade do ar*. [Acedido em 5 de outubro 2024]
- [13] EN 15251:2007 — *Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics*. [Acedido em 5 de outubro 2024]
- [14] EN 13779 — *Ventilation for non-residential buildings — Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems*. [Acedido em 20 de outubro 2024]

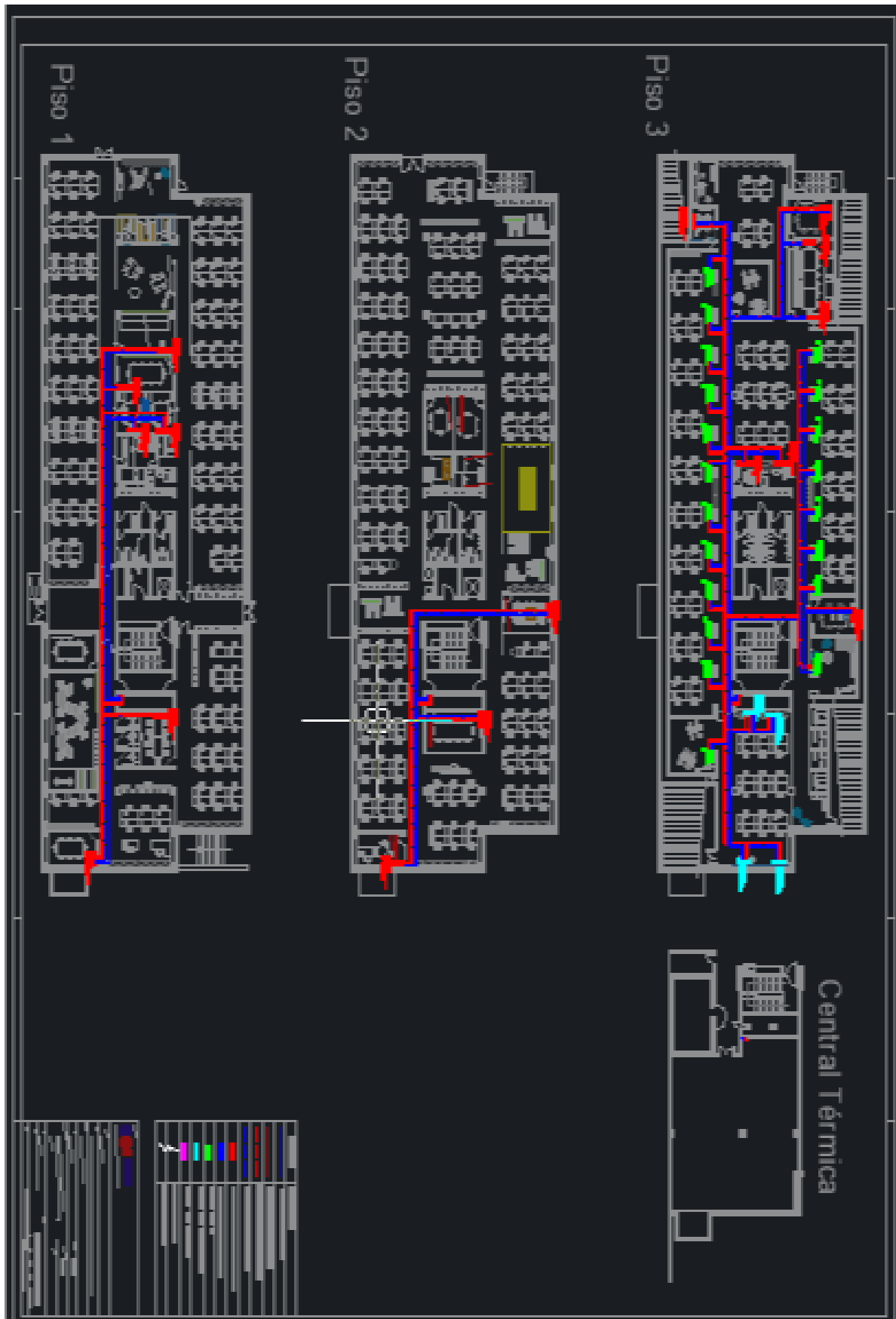
- [15] ISO 7730:2021, Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. [Acedido em 20 de outubro 2024]
- [16] Grelhas - Difusão - Ventilação, A Importância de uma boa Distribuição de Ar. [Acedido em 23 de outubro 2024]
- [17] Kimo Instruments; AMI 310 Multifunction For Multiple Parameters | Kimo Instruments, [Acedido em 1 de novembro 2024]
- [18] NP EN 12097, Ventilação de edifícios. Conduitas. Requisitos para manutenção e higiene interior em conduitas e sistemas de conduitas de ventilação e ar condicionado. [Acedido em 1 de novembro 2024]
- [19] Testo, www.testo.com/pt-PT, [Acedido em 1 de novembro 2024]
- [20] TOUR & ANDERSSON, IMI - TA. Válvulas de Balanceamento. [Acedido em 1 de novembro 2024]
- [21] BROEN Valve Technologies, Product Catalog. [Acedido em 1 de novembro 2024]
- [22] ASHRAE Handbook, edições de 2005, 2006, 2007 e 2008 [Acedido em 1 de novembro 2024]
- [23] Instituto Português da Qualidade. Grandezas, Simbologia e Unidades do Sistema Internacional, Lisboa, Portugal. [Acedido em [Acedido em 8 de novembro 2024]
- [24] Diretiva 2010/31/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de maio relativa ao desempenho energético dos edifícios. [Acedido em 16 de novembro 2024]
- [25] Diretiva n.º 2002/91/CE – Desempenho energético dos edifícios (EPBD). [Acedido em 16 novembro 2024]
- [26] Despacho n.º 6476-D/2021, aprova os requisitos para a elaboração do Plano de Melhoria do Desempenho Energético dos Edifícios (PDEE). [Acedido em 16 novembro 2024]

Apêndices

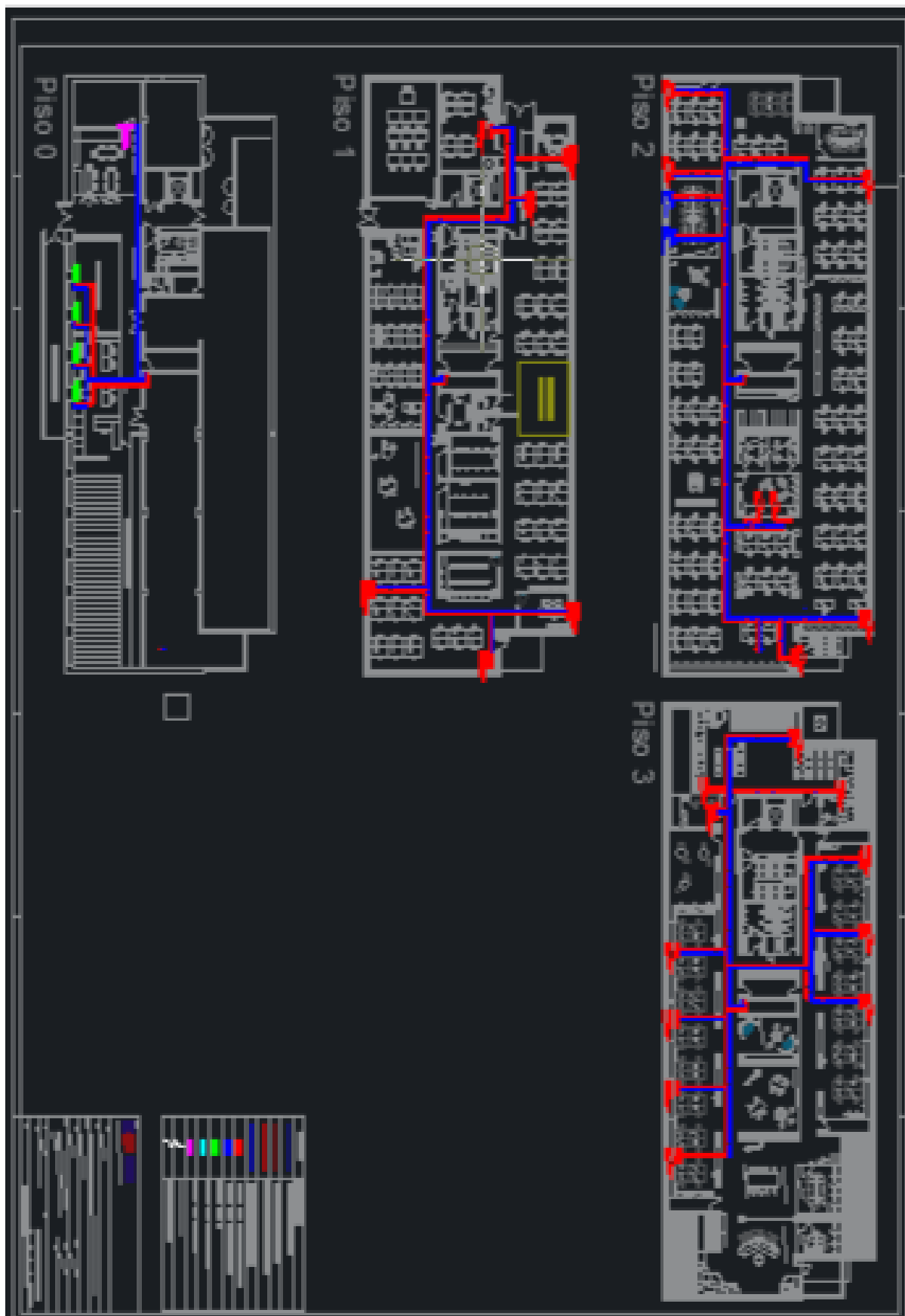
Apêndice I — Telas Finais Edifício 1 de um *Campus* Tecnológico em Lisboa



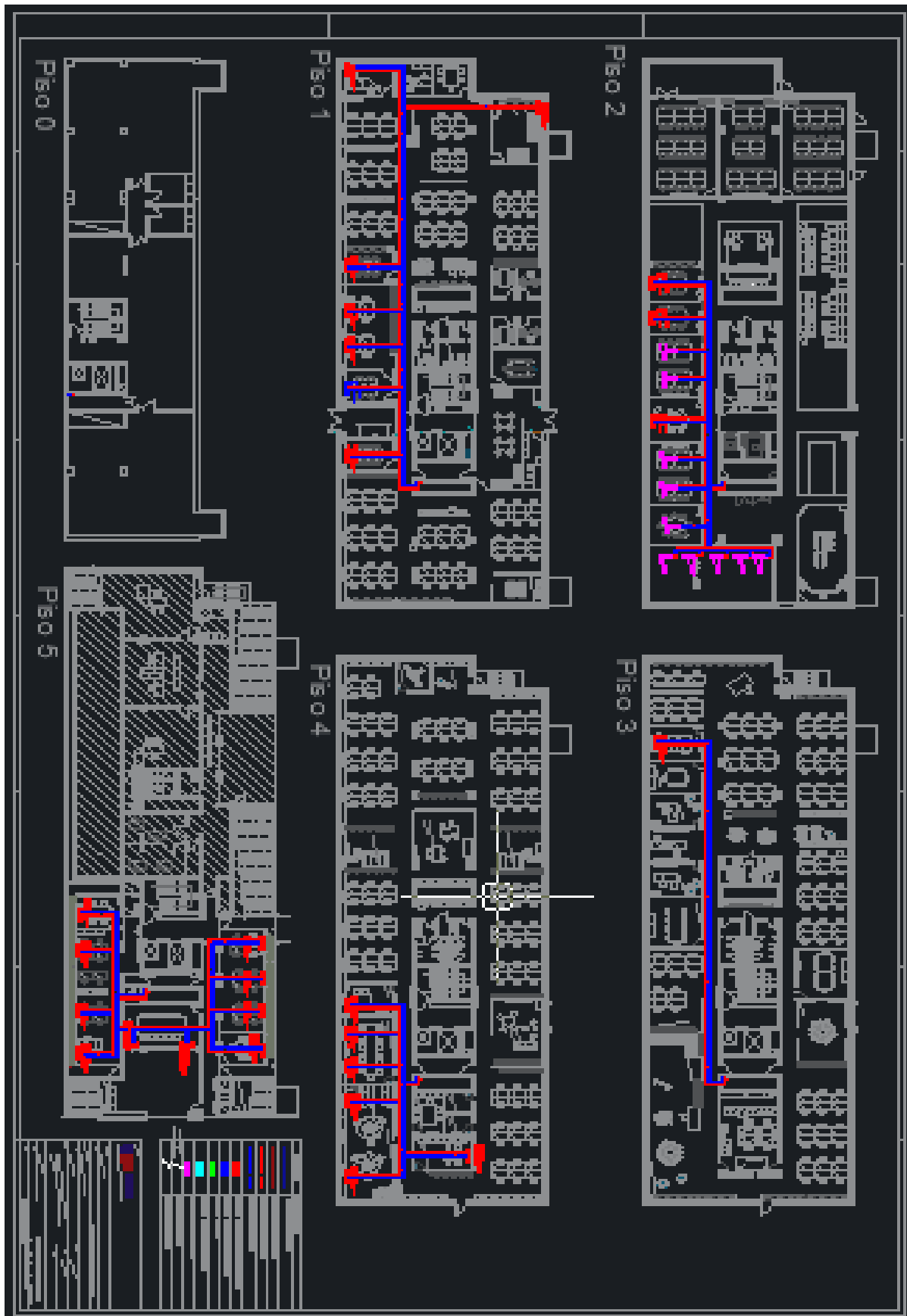
Apêndice II — Telas Finais Edifício 2 de um *Campus* Tecnológico em Lisboa



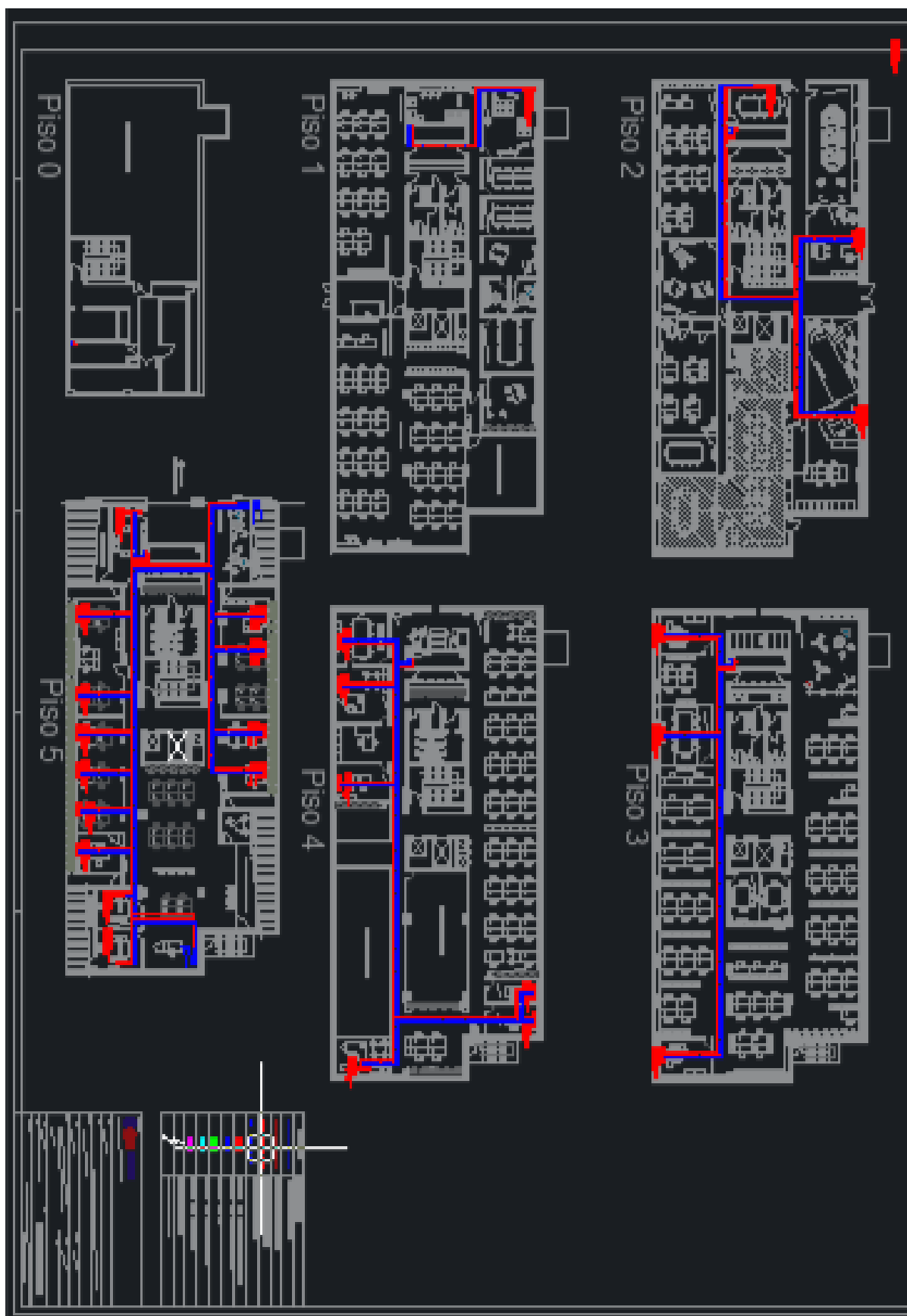
Apêndice III — Telas Finais Edifício 3 de um *Campus* Tecnológico em Lisboa



Apêndice IV — Telas Finais Edifício 4A de um *Campus* Tecnológico em Lisboa



Apêndice V — Telas Finais Edifício 4B de um *Campus* Tecnológico em Lisboa

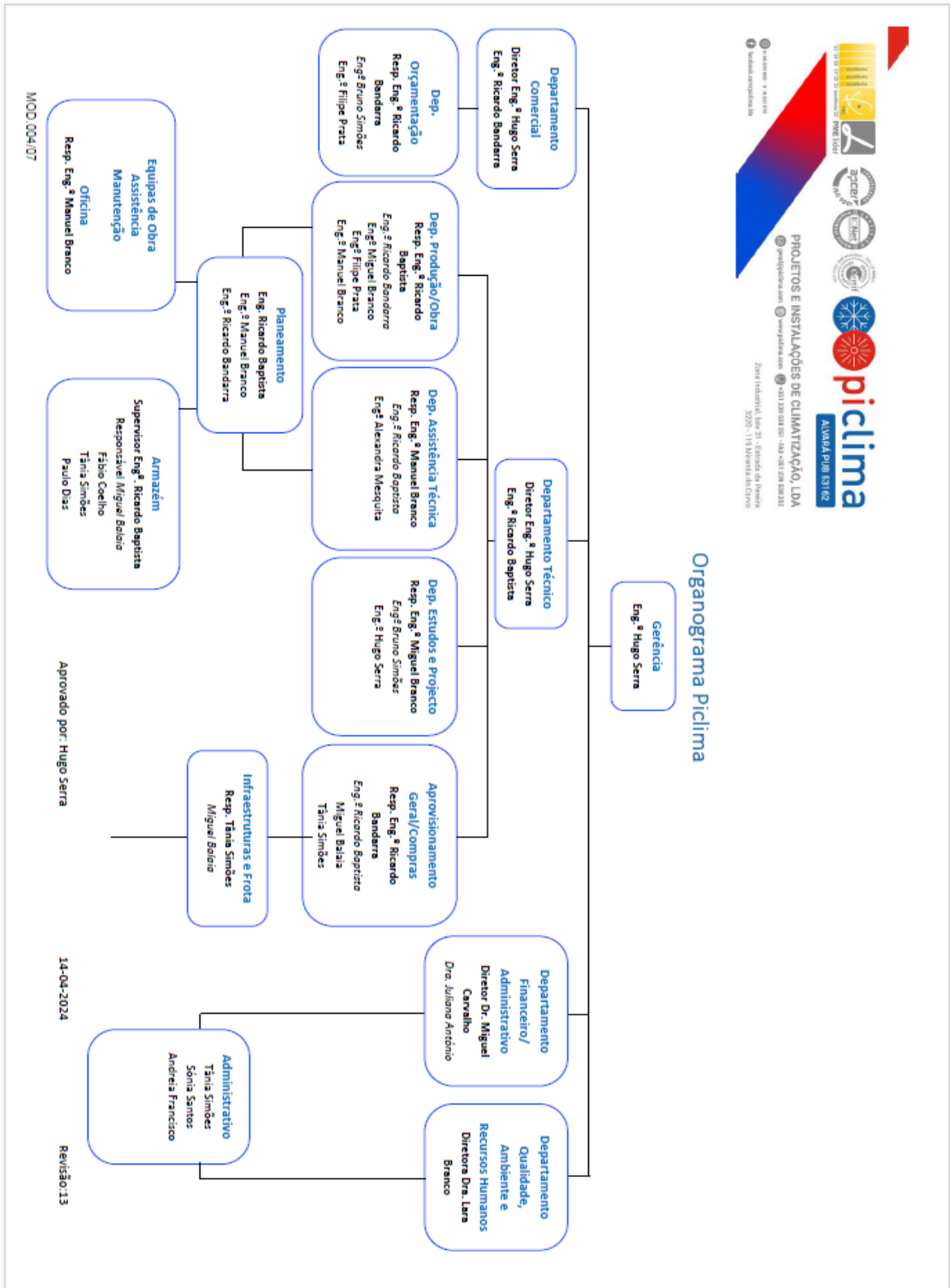


Apêndice VI — Telas Finais Edifício 9 de um *Campus* Tecnológico em Lisboa



Anexos

Anexo I — Estrutura Organizacional da Empresa



Norma Portuguesa

**NP
EN ISO 9001
2015**

**Sistemas de Gestão da Qualidade
Requisitos
(ISO 9001:2015)**

Cópia de Trabalho
Uso exclusivo para efeitos
de formação

Systemes de management de la qualité
Exigences
(ISO 9001:2015)

Quality management systems
Requirements
(ISO 9001:2015)

ICS
03.120.10

HOMOLOGAÇÃO
Termo de Homologação n.º 132/2015, de 2015-10-13
A presente Norma resulta da revisão da NP EN ISO 9001:2008
(Ed. 3)

CORRESPONDÊNCIA
Versão portuguesa da EN ISO 9001:2015

ELABORAÇÃO
CT 80 (APQ)

4ª EDIÇÃO
2015-10-14

CÓDIGO DE PREÇO
X010

© IPQ reprodução proibida

Instituto Português da  Qualidade

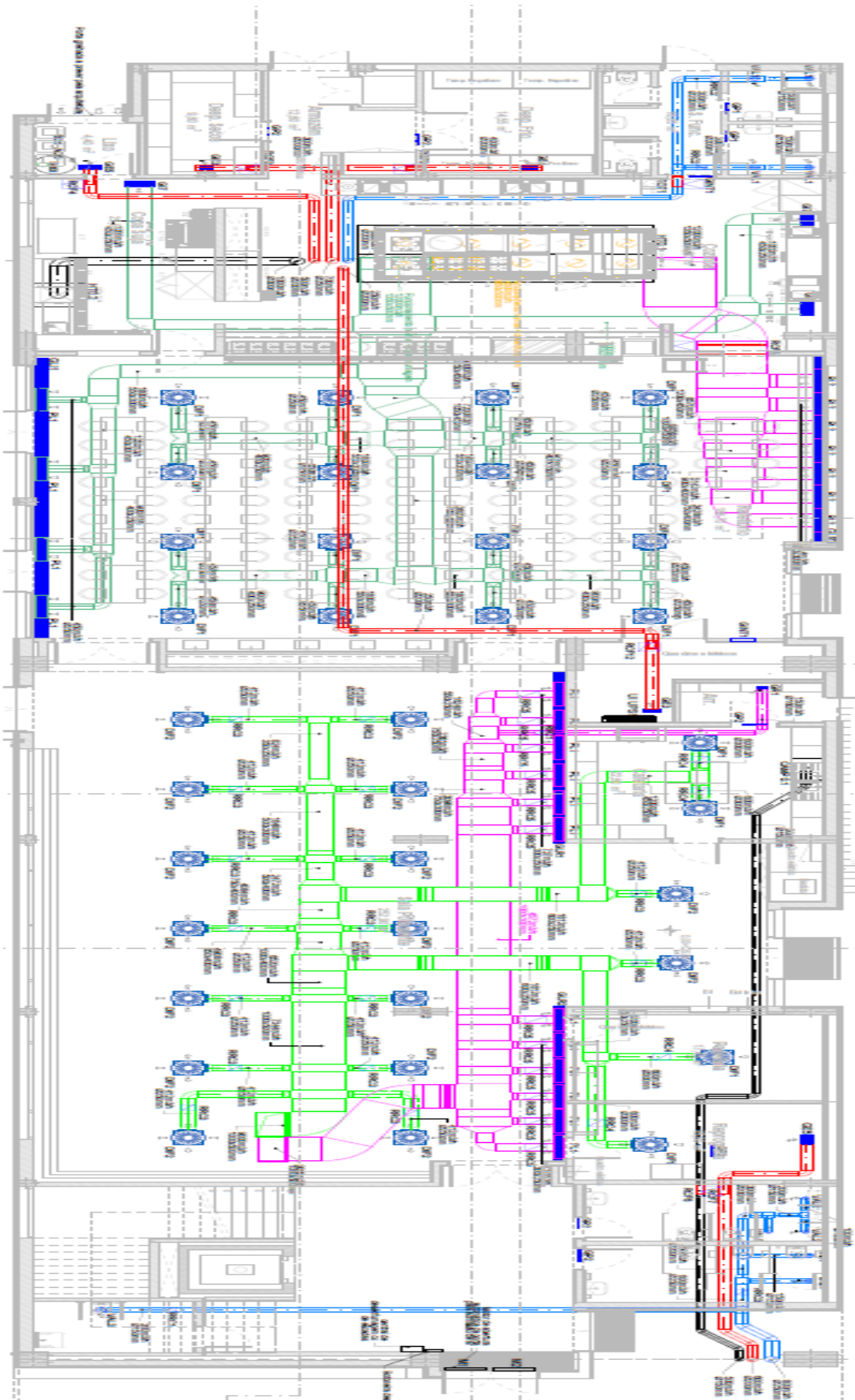
Rua António Gões, 2
2829-513 CAPARICA PORTUGAL

Tel + 351-212 948 100 Fax + 351-212 948 101
E-mail: ipu@ipu.pt Internet: www.ipq.pt

Anexo III — Exemplo de Mapa de Quantidades

Art	Designação	Un	Qt	Unidades	Preços (I)	Totais	Material (II)	Material (III)	Tempo (h)	Total	Costo de M	Desp. Adm	Observações
	PRODUÇÃO, ARMAZENAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA												
	UNIDADES EXTERIORES E INTERIORES DO TIPO EXPANSÃO DIRETA												
18.1	Unidades emissores do tipo VRV da marca Daikin, com a respetiva montagem, e todos os acessórios necessários ao seu correto funcionamento.												
18.1.1	RXV/SQ510V	un	1	3 432,00	3 432,00	2 497,60	2 497,60	8,0	8,0	248,00	688,40	Daikin CE (15%)	
18.1.2	RCVQ2T	un	1	8 637,34	8 637,34	6 661,88	6 661,88	8,0	8,0	248,00	1 727,47	Daikin CE (15%)	
18.1.3	RCVQ4T	un	1	10 506,70	10 506,70	8 766,96	8 766,96	8,0	8,0	240,00	2 207,14	Daikin CE (15%)	
18.1.4	EPQ100AV1	un	2	2 536,73	5 071,46	1 842,59	3 685,18	6,0	12,0	372,00	1 094,29	Daikin CE (15%)	
18.1.5	EPQ200AV1	un	1	4 453,75	4 453,75	3 376,00	3 376,00	8,0	8,0	248,00	690,75	Daikin CE (15%)	
18.1.6	EPQ250AV1	un	2	5 130,96	10 261,92	3 096,45	7 712,90	8,0	16,0	496,00	2 082,23	Daikin CE (15%)	
18.1.2	Unidades emissores do tipo VRV da marca Daikin, com a respetiva montagem, e todos os acessórios necessários ao seu correto funcionamento.												
18.1.2.1	FYAQ20A	un	10	707,97	7 079,70	536,37	5 353,73	1,0	10,0	310,00	1 476,93	Daikin CE (15%)	
18.1.2.2	FYAQ25A	un	1	726,13	726,13	549,91	549,91	1,0	1,0	31,00	145,23	Daikin CE (15%)	
18.1.2.3	FYAQ32A	un	2	738,25	1 476,50	559,60	1 119,20	1,0	2,0	62,00	296,30	Daikin CE (15%)	
18.1.2.4	FYAQ50A	un	1	798,81	798,81	600,05	600,05	1,0	1,0	31,00	159,76	Daikin CE (15%)	
18.1.2.5	FYFQ63A	un	1	884,81	884,81	629,05	629,05	2,0	2,0	62,00	172,96	Daikin CE (15%)	
18.1.2.6	FYFQ80A	un	4	1 013,19	4 052,76	749,55	2 994,21	2,0	8,0	248,00	810,55	Daikin CE (15%)	
18.1.2.7	FYFQ100A	un	1	1 768,94	1 768,94	864,03	864,03	2,0	2,0	62,00	231,71	Daikin CE (15%)	
18.1.2.8	FY2Q90A	un	2	955,86	1 911,72	702,53	1 405,05	2,0	4,0	124,00	382,26	Daikin CE (15%)	
18.1.2.9	Panel decorativo standard FQDGFYFQ	un	6	295,63	1 773,78	221,00	1 326,00	0,5	3,0	93,00	354,75	Daikin CE (15%)	
18.1.2.10	Panel decorativo branco FQDGFYFQ	un	2	240,36	480,76	178,60	353,60	0,5	1,0	31,00	96,75	Daikin CE (15%)	

Anexo IV — Exemplo de Peças Desenhadas



Anexo V — Exemplo de um Mapa Comparativo

Artº	Designação	Un	Qt	Artº	Designação	Un	Qt
Os netos do Simão				Sandometal			
	Tubo Galvanizado 0,5 mm Ø 125	un	2,97		Tubo Galvanizado 0,5 mm Ø 125	un	3,05
	Tubo Galvanizado 0,5 mm Ø 150	un	3,38		Tubo Galvanizado 0,5 mm Ø 150	un	3,72
	Tubo Galvanizado 0,5 mm Ø 200	un	4,57		Tubo Galvanizado 0,5 mm Ø 200	un	4,92
	Tubo Galvanizado 0,5 mm Ø 250	un	5,56		Tubo Galvanizado 0,5 mm Ø 250	un	6,13
	Tubo Galvanizado 0,5 mm Ø 300	un	6,75		Tubo Galvanizado 0,5 mm Ø 300	un	7,36
	Plenos:				Plenos:		
	Pleno rect.gola lat.Galvanizado 0,6mm 105x255 L=200-Ø125 spiro	un	16,91		Pleno Diam 125-255x105 c/200 AF/20mm Galvanizado 600	un	7,68
	Pleno rect.gola lat.Galvanizado 0,6mm 105x255 L=200-Ø100 spiro	un	16,64		Pleno Diam 100-255x105 c/200 AF/20mm Galvanizado 600	un	7,68
	Pleno rect.gola lat.Galvanizado 0,6mm 105x255 L=200-Ø100 spiro	un	16,64		Pleno Diam 100-205x105 c/200 AF/20mm Galvanizado 600	un	7,68
	Pleno rect.gola lat.Galvanizado 0,6mm 300x300 L=250-Ø200 spiro	un	17,5		Pleno Diam 200-300x300 c/250 AF/20mm Galvanizado 900	un	11,33
	Pleno rect.gola lat.Galvanizado 0,6mm 375x375 L=220-Ø200 spiro	un	17,5		Pleno Diam 200-375x375 c/220 AF/20mm Galvanizado 900	un	11,36
	Pleno rect.gola lat./topo Galvanizado 1mm 250x2400 L=200-Ø250/Ø250 spiro	un	47,94		Pleno Diam 3x250-250x2450 c/200 AF/25mm nos 2450 Galvanizado	un	66,85
	Pleno rect.gola lat./topo Galvanizado 1mm 250x2100 L=200-Ø125/Ø250 spiro	un	40,26		Pleno Diam 2x250-250x2100 c/200 AF/25mm nos 2100 Galvanizado	un	49,38
	Pleno rect.gola lat.Galvanizado 0,8mm 250x1000 L=200-Ø250 spiro/Ø250 spiro	un	17,55		Pleno Diam 250-250x1000 c/200 AF/25mm nos 1000 Galvanizado	un	33,43
	Pleno rect.gola lat.Galvanizado 0,6mm 155x305 L=250-Ø150 spiro	un	17,09				

Anexo VI — Exemplo de Proposta a um Cliente



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

Sr. [REDACTED]

(via email: [REDACTED])

N. Ref.º FP.23. [REDACTED]

Coimbra

26 de julho de 2023

Assunto: Proposta para Fornecimento e Instalação de Sistema de Climatização

Os nossos melhores cumprimentos.

No seguimento da prezada consulta efetuada por V.ª Ex.ª à nossa empresa, e que muito agradecemos, relativamente ao fornecimento e instalação de um sistema de climatização, somos a apresentar a nossa melhor proposta para o efeito.

Os equipamentos propostos são de primeira qualidade respeitando a legislação em vigor.

O presente documento é acompanhado pelas condições gerais de venda.

Dado o contexto de Guerra na Europa, com a escalada diária dos preços de diversos materiais, a validade desta proposta será sempre meramente indicativa e não vinculativa, não podendo a Piclima garantir os preços, salvo com a pronta negociação e adjudicação. Pelas previstas interrupções na cadeia de fornecimentos por parte dos nossos fornecedores, a execução dos trabalhos poderá ser condicionada pela falta de materiais ou equipamentos, não podendo a Piclima ser responsabilizada por essa situação.

1. Nota Técnica

Tendo em conta os dados fornecidos e o sistema pretendido por V.ª Ex.ª, apresentamos a nossa proposta comercial para o efeito.

2. Descrição geral dos equipamentos

Os equipamentos principais a fornecer e a instalar nas melhores condições são:

Anexo VII — Vista Aérea de um *Campus* Tecnológico em Lisboa



Anexo VIII — Exemplo de Folha de Anotações das UTA do Edifício 4A de um *Campus* Tecnológico em Lisboa

Assunto: _____

Data: ____/____/____



EDIFÍCIO 4A

CENTRAL ~~1~~ (dele divid)

UTA 1

- tubagem ida 1230 x 680
- Tubagem retorno 1150 x 600
- Tubagem entrada 1160 x 760 (inside utd)

900 x 600 (inside chd)

UTA 2

- tubagem ida 1230 x 680
- tubagem retorno 1150 x 600
- tubagem entrada 1160 x 395 (inside utd)

900 x 600 (inside chd)

UTA 3

- tubagem ida 1480 x 710
- tubagem retorno 1400 x 690
- tubagem entrada 1410 x 530 (inside utd)

900 x 600 (chd)

RETORNO COMUM (SUMTA)
1400 x 1200

Anexo IX — Exemplo de Folha de Anotações das UTA do Edifício 9 de um *Campus* Tecnológico em Lisboa

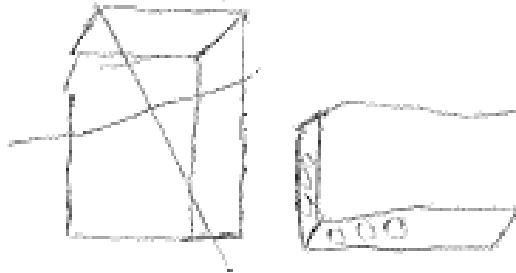
Assunto: _____

Data: / /



EDIFÍCIO 9

UTA 1



Referência UTA 1

Ponto 1
 $Q = 21041.1$
 $V = 7.31$
 $T = 21.57$

Ponto 2
 $Q = 3172.9$
 $V = 7.081$
 $T = 21.68$

Ponto 3
 $Q = 2978.2$
 $V = 7.034$
 $T = 21.68$

Ponto 4
 $Q = 1937.8$
 $V = 6.24$
 $T = 21.70$

Ponto 5
 $Q = 8642.9$
 $V = 3.001$
 $T = 21.72$

Ponto 6
 $Q = 7570.1$
 $V = 2.629$
 $T = 21.75$

Vagas de Ar Frio
 Fechado.

Inserção UTA 1

Ponto 1
 $Q = 2772.0$
 $V = 0.739$
 $T = 24.69$

Ponto 3
 $Q = 11316.1 \text{ m}^3/\text{h}$
 $V = 5.92 \text{ m/s}$
 $T = 26.39 \text{ }^\circ\text{C}$

Ponto 2
 $Q = 1919.2 \text{ m}^3/\text{h}$
 $V = 0.578 \text{ m/s}$
 $T = 24.75 \text{ }^\circ\text{C}$

Ponto 4
 $Q = 4732.5 \text{ m}^3/\text{h}$
 $V = 1.328 \text{ m/s}$
 $T = 18.76 \text{ }^\circ\text{C}$

Relatório de medição

Informações gerais

Cliente	Nome programa de medição	Pressão diferencial (ΔP)
	Ciclo de medição	15/12/23 15:43:42

Informação do aparelho

Nome do aparelho/Número de série	Grandezas de medida
testo 549i (46859538)	Pressão
testo 549i (46878258)	Pressão

Parâmetros de medição

modo de medição	Temporal	Fim tempo	15/12/23 15:43:28
Ciclo de medição	20 Seg	Duração	20 Seg
Início tempo	15/12/23 15:43:08		

Medições

Delta P	Ø 17 kPa
---------	----------

Data/Hora	Pressão diferencial (ΔP) [kPa]	258 [bar]	538 [bar]
15/12/23 15:43:08	16	2,71	2,55
15/12/23 15:43:28	17	2,72	2,55
Média total	17	2,72	2,55
Mínimo total	16	2,71	2,55
Máximo total	17	2,72	2,55

Anexo XI — Capa de Relatório Base de Auditoria/Verificação de um *Campus* Tecnológico em Lisboa



Anexo XII — Capa de Relatório Sistema Aerúlico de Auditoria/Verificação de um *Campus* Tecnológico em Lisboa



RELATÓRIO



AVALIAÇÃO/LEVANTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS – AVAC

PROJECTO:

REQUERENTE:

LOCALIZAÇÃO:

DOCUMENTO: 02_ANEXO A - SISTEMA AERÁULICO

Anexo XIII — Capa de Relatório Sistema Hidráulico de Auditoria/Verificação de um *Campus* Tecnológico em Lisboa



RELATÓRIO



AVALIAÇÃO/LEVANTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS – AVAC

PROJECTO:

REQUERENTE:

LOCALIZAÇÃO:

DOCUMENTO: 03_ANEXO B - SISTEMA HIDRÁULICO

Tabelas de pontos de medição;

Edifício 1:

Piso 1:

- Grelhas de Retorno:

Ponto Medição	Tamanho [mm]	Caudal [m ³ /h]	Velocidade [m/s]	Temperatura [°C]	Observações
ED.01.P1.01	400x100	350	2,40	22,5	---
ED.01.P1.02	400x100	227	1,60	22,2	---
ED.01.P1.03	400x100	430	3,00	22,1	Sensível
ED.01.P1.04	400x100	230	1,50	22,1	---
ED.01.P1.05	400x100	190	1,30	21,6	---
ED.01.P1.06	400x100	705	5,00	21,5	Não conforme
ED.01.P1.07	400x100	135	1,00	22,0	---
ED.01.P1.08	400x100	200	1,40	22,3	---
ED.01.P1.09	---	---	---	---	Fechada
ED.01.P1.010	---	---	---	---	Fechada
ED.01.P1.011	400x100	415	2,90	22,2	Sensível
ED.01.P1.012	400x100	260	1,80	22,7	---
ED.01.P1.013	400x100	800	5,50	22,9	Não conforme
ED.01.P1.014	400x100	517	3,60	23,2	Não conforme
ED.01.P1.015	400x100	---	---	---	Sem caudal
ED.01.P1.016	400x100	---	---	---	Sem caudal
ED.01.P1.017	400x100	607	4,20	22,7	Não conforme
ED.01.P1.018	---	---	---	---	Fechada
ED.01.P1.019	---	---	---	---	---

- Difusores de insuflação de pavimento:

Ponto Medição	Tamanho [mm]	Caudal [m ³ /h]	Velocidade [m/s]	Temperatura [°C]	Observações
ED.01.P1.0A	ø150	66	1,41	22,1	---
ED.01.P1.0B	ø150	46	0,73	22,1	---
ED.01.P1.0C	ø150	45	0,7	21,8	---
ED.01.P1.0D	ø150	42	0,65	21,3	---
ED.01.P1.0E	ø150	28	0,45	20,7	C/Pleno
ED.01.P1.0F	ø150	40	0,63	21,1	---
ED.01.P1.0G	ø150	33	0,52	21,7	C/Pleno
ED.01.P1.0H	ø150	31	0,48	22	C/Pleno
ED.01.P1.0I	ø150	44	0,7	22,3	---
ED.01.P1.0J	ø150	26	0,41	22,1	---
ED.01.P1.0K	ø150	84	1,32	22,8	---
ED.01.P1.0L	ø150	28	0,45	23,1	C/Pleno
ED.01.P1.0M	ø150	53	0,9	22,7	---
ED.01.P1.0N	ø150	---	---	---	Fechado c/caixa
ED.01.P1.0O	ø150	58	0,9	22,7	---
ED.01.P1.0P	ø150	59	0,9	22,7	---

Anexo XV — Medições das Unidades de Tratamento de Ar

- Edifício 1:
- UTA 1:

Localização	Escoamento	Caudal [m ³ /h]	Observações
UTA 1	Retorno	12 578	---
UTA 1	Extracção	3 438	---
UTA 1	Ar Novo	700	---
UTA 1	Insuflação	9 840	---
Picagens por piso	Insuflação	9 618	Soma dos valores de caudal medidos no edifício*
Projecto original	Insuflação	12 390	Soma dos valores de caudal fornecidos



Chapa de características originais UTA 1

- UTA 2:

Localização	Escoamento	Caudal [m ³ /h]	Observações
UTA 2	Retorno	11 044	---
UTA 2	Extracção	6 610	---
UTA 2	Ar Novo	5 700	---
UTA 2	Insuflação	10 134	---
Picagens por piso	Insuflação	8 230	Soma dos valores de caudal medidos no edifício*
Projecto original	Insuflação	17 860	Soma dos valores de caudal fornecidos



Anexo XVI — Certificado de Calibração Testo 549i (Excerto)

Kalibrier-Protokoll

Certificate of conformity • Protocole d'étalonnage
Certificado de taratura • Informe de calibración

Wir bestätigen, dass dieses Testo-Produkt unter Beachtung eines zertifizierten Qualitätssicherungssystems nach **DIN EN ISO 9001** abgeprüft wurde.

Die dafür verwendeten Messrichtungen werden regelmäßig kalibriert und sind rückführbar auf die nationalen Normale der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) Deutschlands oder auf andere nationale Normale. Wo keine nationalen Normale existieren, entspricht das Messverfahren den derzeit gültigen technischen Regeln und Normen.

Dieses Kalibrier-Protokoll belegt die Einhaltung der von uns zugesagten Toleranzen.

Sehr gerne informieren wir Sie über **Kalibrier-Zertifikate**, die die Toleranzen **des gesamten Messsystems** (Messgerät und Fühler) beinhalten.

Dieses Zertifikat benötigen Sie, wenn das Messsystem in qualitäts-relevanten Prozessen innerhalb eines nach **DIN EN ISO 9001** zertifizierten Unternehmens eingesetzt wird.

Unsere Kalibrierlabors für Temperatur, Druck, Feuchte, Strömung und elektrische Messgrößen sind vom Deutschen Kalibrierdienst (DAkkS) akkreditierte Kalibrierlabors.

DAkkS-Kalibrationscheine werden für Messungen gefordert, bei denen die Genauigkeit eine entscheidende Rolle spielt.

We confirm that this Testo product was calibrated under the observation of a **DIN EN ISO 9001** certified quality assurance system.

The measuring installations used for this calibration are calibrated regularly and can be traced back to the national standards of the German Federal Physical and Technical Institution (PTB), or to other national standards. Should no national standards exist, the measuring procedure corresponds with the currently valid technical regulations and standards.

This calibration protocol is proof of adherence to the tolerances as confirmed by us.

We would be delighted to inform you about **certificates of conformity** which cover the tolerances for the **complete measuring system** (measuring instrument and probes).

This certificate is required only if the measuring system is to be used in processes relevant to quality in a company certified to **DIN EN ISO 9001**.

Our calibration laboratories for temperature, pressure, humidity, velocity and electrical parameters are calibration laboratories accredited by the German Calibration Service (DAkkS).

DAkkS calibration certificates are required for measurements where accuracy plays a decisive role.

Nous confirmons par la présente que ce produit testo a été étalonné sous la surveillance d'un système d'assurance qualité selon la norme **DIN EN ISO 9001**.

Les installations de mesure utilisées pour cet étalonnage sont étalonnées de façon régulière et s'appliquent aux normes nationales de l'Institut Fédéral de Techniques Physiques d'Allemagne (PTB) ou aux autres normes nationales. S'il n'existe aucune norme nationale, le processus de mesure est conforme aux règles et normes techniques actuellement valables.

Ce protocole d'étalonnage vous indique que cet appareil respecte bien les tolérances constructeurs annoncées dans nos documentations.

Be sure. **testo**

Un certificat d'étalonnage est nécessaire pour la vérification de la **chaîne complète** (appareil et sonde). N'hésitez pas à nous contacter pour de plus amples renseignements.

Ce certificat vous sera utile si vous vous trouvez être certifié ou en cours de certification **DIN EN ISO 9001**.

Notre laboratoire d'étalonnage en température, pression, humidité, vitesse d'air et paramètres électriques a été accrédité par le DAkkS - équivalent BNM/COFRAC -, Bureau de Métrologie Allemand.

Les certificats d'étalonnage DAkkS/COFRAC sont indispensables lorsque les mesures effectuées doivent être précises.

Vi confermiamo che questo prodotto è stato collaudato seguendo il sistema di certificazione di qualità **DIN EN ISO 9001**.

Gli strumenti di misura elettronici utilizzati per la calibrazione sono a loro volta regolarmente verificati e possono essere ricondotti agli standard nazionali del PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt), l'istituto ufficiale tedesco per la determinazione degli standard tecnici.

Questo protocollo di collaudo documenta l'osservanza delle tolleranze da noi indicate.

Siamo a Vo. disposizione per fornire informazioni sui **Certificati di Taratura** che comprendono le tolleranze del **sistema di misura completo** (strumento e sonda).

Questo documento Vi sarà utile se già siete certificati o siete in corso di certificazione **DIN EN ISO 9001**.

I nostri laboratori di taratura per temperatura, pressione, umidità, velocità dell'aria e parametri elettrici sono stati accreditati dal PTB e sono in grado di rilasciare certificati ufficiali DAkkS indispensabili quando le misure effettuate devono essere precise o riferibili.

Queste regole, riconosciute in tutta Europa, sono equivalenti a quelle SIT italiane ed alle procedure tecniche standard utilizzate in tutto il mondo.

Confirmamos que este producto Testo se calibró de acuerdo con el sistema de garantía de calidad **DIN EN ISO 9001**.

Las instalaciones de medición utilizadas para esta calibración se calibran con regularidad y pueden rastrearse a los estándares nacionales del Instituto Federal de Técnicas Físicas Alemán (PTB), o a otros estándares nacionales. Si no existe una norma nacional, el procedimiento de medición corresponde con las regulaciones técnicas y normas vigentes en la actualidad.

Este informe de calibración es una prueba de las tolerancias que nosotros confirmamos.

Estaremos encantados en informales sobre **certificados de calibración** que cubran las tolerancias para el sistema de medición completo (instrumento de medición y sondas).

Nuestros laboratorios de calibración para temperatura, presión, humedad, velocidad y parámetros eléctricos son laboratorios de calibración acreditados por el Servicio de calibración alemán (DAkkS).

Los certificados de calibración DAkkS son necesarios para las mediciones donde la precisión sea muy importante.

Kalibrier-Protokoll

Certificate of conformity • Protocole d'étalonnage
Certificado di taratura • Informe de calibración



Gerät / Module type /
Modèle / Modelo:

testo 549i

Messbereich / Measuring range /
Etendue de mesure / Rango de medición:

Pressure: -1 ... 60 bar

Serien-Nr. / Serial no. /
N°. de série / Número de serie:

46859538

Messwerte / Measured values / Valeurs mesurées / Valores medidos:		
Sollwert / Reference / Référence / Referencia:	Zulässige Toleranz / Permissible tolerance / Tolérance admise / Tolerancia permitida:	Istwert / Actual Value / Valeur réelle / Valor medido:
Pressure :		
5.00 bar	±0.30 bar	5.00 bar
50.00 bar	±0.30 bar	50.10 bar

Prüfer / Inspector /
Responsable / Verificador

Kalibrier-Protokoll

Certificate of conformity • Protocole d'étalonnage
Certificato di taratura • Informe de calibración

Wir bestätigen, dass dieses Testo-Produkt unter Beachtung eines zertifizierten Qualitätssicherungssystems nach **DIN EN ISO 9001** abgeglichen wurde.

Die dafür verwendeten Messeinrichtungen werden regelmäßig kalibriert und sind rückführbar auf die nationalen Normale der Physikalisch Technischen Bundesanstalt (PTB) Deutschlands oder auf andere nationale Normale. Wo keine nationalen Normale existieren, entspricht das Messverfahren den derzeit gültigen technischen Regeln und Normen.

Dieses Kalibrier-Protokoll belegt die Einhaltung der von uns zugesagten Toleranzen.

Sehr gerne informieren wir Sie über **Kalibrier-Zertifikate**, die die Toleranzen **des gesamten Messsystems** (Messgerät und Fühler) beinhalten.

Dieses Zertifikat benötigen Sie, wenn das Messsystem in qualitäts-relevanten Prozessen innerhalb eines nach **DIN EN ISO 9001** zertifizierten Unternehmens eingesetzt wird.

Unsere Kalibrierlabors für Temperatur, Druck, Feuchte, Strömung und elektrische Messgrößen sind vom Deutschen Kalibrierdienst (DAkkS) akkreditierte Kalibrierlabors.

DAkkS-Kalibrierzertifikate werden für Messungen gefordert, bei denen die Genauigkeit eine entscheidende Rolle spielt.

We confirm that this Testo product was calibrated under the observation of a **DIN EN ISO 9001** certified quality assurance system.

The measuring installations used for this calibration are calibrated regularly and can be traced back to the national standards of the German Federal Physical and Technical Institution (PTB), or to other national standards. Should no national standards exist, the measuring procedure corresponds with the currently valid technical regulations and standards.

This calibration protocol is proof of adherence to the tolerances as confirmed by us.

We would be delighted to inform you about **certificates of conformities** which cover the tolerances for the **complete measuring system** (measuring instrument and probes).

This certificate is required only if the measuring system is to be used in processes relevant to quality in a company certified to **DIN EN ISO 9001**.

Our calibration laboratories for temperature, pressure, humidity, velocity and electrical parameters are calibration laboratories accredited by the German Calibration Service (DAkkS).

DAkkS calibration certificates are required for measurements where accuracy plays a decisive role.

Nous confirmons par la présente que ce produit testo a été étalonné sous la surveillance d'un système d'assurance qualité selon la norme **DIN EN ISO 9001**.

Les installations de mesure utilisées pour cet étalonnage sont étalonnées de façon régulière et s'appliquent aux normes nationales de l'Institut Fédéral de Techniques Physiques d'Allemagne (PTB) ou aux autres normes nationales. S'il n'existe aucune norme nationale, le processus de mesure est conforme aux règles et normes techniques actuellement valables.

Ce protocole d'étalonnage vous indique que cet appareil respecte bien les tolérances constructeur annoncées dans nos documentations.



Un **certificat d'étalonnage** est nécessaire pour la vérification de la **chaîne complète** (appareils et sondes). N'hésitez pas à nous contacter pour de plus amples renseignements.

Ce certificat vous sera utile si vous vous trouvez être certifié ou en cours de certification **DIN EN ISO 9001**.

Notre laboratoire d'étalonnage en température, pression, humidité, vitesse d'air et paramètres électriques a été accrédité par le DAkkS - équivalent BNM/COFRAC -, Bureau de Métrologie Allemand.

Les certificats d'étalonnage DAkkS/COFRAC sont indispensables lorsque les mesures effectuées doivent être précises.

Vi confermiamo che questo prodotto è stato collaudato seguendo il sistema di certificazione di qualità **DIN EN ISO 9001**.

Gli strumenti di misura elettronici utilizzati per la calibrazione sono a loro volta regolarmente verificati e possono essere ricondotti agli standard nazionali del PTB (Physikalisch Technische Bundesanstalt), l'istituto ufficiale tedesco per la determinazione degli standard tecnici.

Questo protocollo di collaudo documenta l'osservanza delle tolleranze da noi indicate.

Siamo a Vo. disposizione per fornire informazioni sui **Certificati di Taratura** che comprendono le tolleranze del **sistema di misura completo** (strumento e sonda).

Questo documento Vi sarà utile se già siete certificati e siete in corso di certificazione **DIN EN ISO 9001**.

I nostri laboratori di taratura per temperatura, pressione, umidità, velocità dell'aria e parametri elettrici sono stati accreditati dal PTB e sono in grado di rilasciare certificati ufficiali DAkkS indispensabili quando le misure effettuate devono essere precise e riferibili.

Queste regole, riconosciute in tutta Europa, sono equivalenti a quelle SIT italiane ed alle procedure tecniche standard utilizzate in tutto il mondo.

Confirmamos que este producto Testo se calibró de acuerdo con el sistema de garantía de calidad **DIN EN ISO 9001**.

Las instalaciones de medición utilizadas para esta calibración se calibran con regularidad y pueden rastrearse a los estándares nacionales del Instituto Federal de Técnicas Físicas Alemán (PTB), o a otros estándares nacionales. Si no existe una norma nacional, el procedimiento de medición corresponde con las regulaciones técnicas y normas válidas en la actualidad.

Este informe de calibración es una prueba de las tolerancias que nosotros confirmamos.

Estaremos encantados de informales sobre **certificados de calibración** que cubran las tolerancias para el sistema de medición completo (instrumento de medición y sondas).

Nuestros laboratorios de calibración para temperatura, presión, humedad, velocidad y parámetros eléctricos son laboratorios de calibración acreditados por el Servicio de calibración alemán (DAkkS).

Los certificados de calibración DAkkS son necesarios para las mediciones donde la precisión sea muy importante.

Anexo XVII — Certificado de Calibração KIMO AMI 300



1 / 5

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE
NºMUL2100302

TUL01
O equipamento
encontra-se em bom
estado de funcionamento

Emitido a : **DICOFILTRO**
Issued for : RUA DR.AFONSO CORDEIRO, 80
4450-001 - MATOSINHOS (OPORTO)

PICLIMA
Projeção e Instalações de Climatização, Lda.
Contribuição n.º 507 273 782
Estrada Pereira - Zona Industrial Mourão do Corvo
3220 - FIMMAMANDA DO CORVO
Tel. 239 538 251 Fax. 239 538 252
www.piclina.com

INSTRUMENTO CALIBRADO
CALIBRATED INSTRUMENT

Designación : **Instrumento multifunción AMI 300**
Designation : Multifunction instrument AMI300

Fabricante : **KIMO**
Manufacturer :

Tipo : **AMI300**
Type :

Nº de série : **10076993**
Serial number :

Nº Referencia :
Inventory number :

El certificado incluye **5** pagina(s)
The certificate includes


Fecha : **02/06/2021**

Responsable Técnico
Technical Manager

Victor Horro



Anexo XVIII — Certificado de Calibração KIMO AMI 300 (Velocidade de Ar)



PCLIMA
 Laboratório de Calibração, Lda.
 Contribuinte nº 50131181
 Rua da Ponte - Zona Industrial - Pólo do Conde
 3320 - 116 MIRAMALIM
 Tel. 238 538 251 Fax. 238 538 252
 www.pclima.pt

Certificado de Calibração NºMUL2100302
CALIBRACIÓN EN VELOCIDAD DE AIRE
AIR VELOCITY CALIBRATION

2 / 5

1- Características del instrumento :
Instrument features :
Designación : Instrumento multifunción AMI 300
Descrição : Multifunction instrument AMI300
 con sonda telescópica de hilo caliente y sensor de temperatura PT100 1 / 3DIN.
 with telescopic hot wire probe and temperature sensor PT100 1/3DIN

Nº serie sonda / Probe S.N. : **10089658** Nº referencia sonda / Probe I.N. : **FCT900 - 08**
 Rango : De 0,15 a 30,0 m/s Resolución : 0,01 m/s
 Range : De 3,1 a 30,0 m/s Resolución : 0,1 m/s

2- Método de calibración :
Calibrating principles :
 Los puntos de calibración se llevan a cabo en comparación con los siguientes medios:
 - Se aplica el procedimiento IT07-05-9 rev 1. La calibración se realiza por comparación de acuerdo con:
 - W1001 Velocidad del aire del banco, rango de medición de 0 a 35 m / s.
 - GP0008, certificado de calibración trazable a referencia estándar por certificado COFRAC nº P21 294768, P21294888 y A2137181B.
 The points of calibration are realized with means of calibration according to:
 - Procedure IT07-05-9 rev 1 is applied. Calibration is performed by comparison according to:
 - W1001 Bank air speed, measuring range from 0 to 35 m / s.

3- Condiciones ambientales :
Environmental conditions :
 Temperatura ambiente : 21,8 °C Humedad relativa : 40,5 %RH Presión atmosférica : 981 hPa
 Ambient temperature : Relative humidity : Atmospheric pressure :

4- Condiciones de calibración :
Calibrating conditions :
 Tolerancia aplicada a la calibración : ± 3% de v.m. ± 0,03 m/s.
 Calibrating accuracy : ±3% de v.m. ±0,1 m/s

5- Resultados de medidas :
Measurement results :

nº	Vref	Unit	Vt	Unit	Vt-Vref	Unit	Incertitude
1	0,30	m/s	0,32	m/s	0,020	m/s	0,030
2	0,48	m/s	0,51	m/s	0,030	m/s	0,030
3	2,98	m/s	2,83	m/s	-0,030	m/s	0,035
4	9,99	m/s	10,00	m/s	0,010	m/s	0,156
5	19,90	m/s	20,30	m/s	0,400	m/s	0,231

Vref: valor medido por nuestro instrumento de referencia, Vt: valor mostrado por el instrumento del cliente.
 Para la incertidumbre, la unidad es la misma que la de Vref. Las incertidumbres mencionadas anteriormente tienen en cuenta las incertidumbres de calibración (instrumento de referencia, mesa de calibración, condiciones ambientales, resolución del instrumento ...). Estas incertidumbres se extienden con el coeficiente k = 2.

Vref value displayed by our reference instrument, Vt: value displayed by customer's instrument.
 For uncertainty, unit is the same as the one of Vref. Uncertainties above mentioned take into account calibration uncertainties (reference instrument, calibration mesa, environment conditions, instrument resolution...). These uncertainties are extended with coefficient k=2.

Control en temperatura	
Temperature check	
Vref(°C)	Vt(°C)
21,6	21,5

Calibración realizado por Victor Horro el 02/06/2021
Calibration performed by

Certificado de Calibración NºMUL2100302
CALIBRACIÓN EN VELOCIDAD DE AIRE
AIR VELOCITY CALIBRATION

3 / 5

1- Características del instrumento :

Instrument features :

Designación : Instrumento multifunción AMI 300

Description : Multifunction instrument AM300

con sonda de pales diam. 100 mm y sensor de temperatura tipo PT100.
 with vane probe diam. 100 mm and temperature sensor type PT100.

Nº serie sonda / Probe S.N. : 10089772

Nº referencia sonda / Probe L.N. : HE100 - 00

Rango : De 0,25 a 3 m/s

Resolución : 0,01 m/s

Rango : De 3,1 a 35 m/s

Resolution : 0,1 m/s

2- Método de calibración :

Calibrating principles :

Los puntos de calibración se llevan a cabo en comparación con los siguientes medios:

- Se aplica el procedimiento IT07-05-9 rev 1. La calibración se realiza por comparación de acuerdo con:
- WIT001 Velocidad del aire del banco, rango de medición de 0 a 35 m / s.
- GPO003, certificado de calibración trazable a referencia estándar por certificado COFRAC nº P21 294788, P21294888 y A21371815.

The points of calibration are realized with means of calibration according to:

- Procedure IT07-05-9 rev 1 is applied. Calibration is performed by comparison according to:
- WIT001 Bank air speed, measuring range from 0 to 35 m / s.

3- Condiciones ambientales :

Environmental conditions :

Temperatura ambiente : 22,8 °C

Humidad relativa : 46,7 %HR

Presión atmosférica : 982 hPa

Ambient temperature :

Relative humidity :

Atmospheric pressure :

4- Condiciones de calibración :

Calibrating conditions :

Tolerancia aplicada a la calibración : ±3% del v.m. ±0,1m/s

Calibrating accuracy : ±1% del v.m. ±0,3 m/s

5- Resultados de medidas :

Measurement results :

nº	Vref	Unit	Vt	Unit	Vt-Vref	Unit	Incertidumbre
1	0,37	m/s	0,38	m/s	0,010	m/s	0,030
2	5,04	m/s	5,00	m/s	-0,040	m/s	0,124
3	9,91	m/s	10,00	m/s	0,090	m/s	0,156
4	15,00	m/s	15,00	m/s	0,000	m/s	0,191
5	24,95	m/s	25,00	m/s	0,070	m/s	0,240

Vref: valor medido por nuestro instrumento de referencia, Vt: valor medido por el instrumento del cliente.
 Para la incertidumbre, la unidad es la misma que la de Vref. Las incertidumbres mencionadas anteriormente tienen en cuenta las incertidumbres de calibración (instrumento de referencia, medio de calibración, condiciones ambientales, resolución del instrumento...). Estas incertidumbres se extienden con el coeficiente k = 2.

Vref: value displayed by our reference instrument, Vt: value displayed by customer's instrument.
 For uncertainty, unit is the same as the one of Vref. Uncertainties above mentioned take into account calibration uncertainties (reference instrument, calibration mean, environment conditions, instrument resolution...). These uncertainties are extended with coefficient k=2.


Control en temperatura	
Temperature check	
Vref(°C)	Vt(°C)
22,8	22,8

Calibración realizado por
 Calibration performed by

Victor Horro

el 02/05/2021

Anexo XIX — Certificado de Calibração KIMO AMI 300 (Calibração de Higrometria)



PICLIMA
 Projetos e Instalações de Climatização, Lda
 Contribuinte n.º 501 973 052
 Estrada Paraiso - Zona Industrial do Gerso
 2228 - 119 880970-000 C.º 0050
 Tel. 229 528 291 Fax 229 528 292
 www.piclima.com

Certificado de Calibração NºMUL2100302
CALIBRACIÓN EN HYGROMETRIA
HYGROMETRY CALIBRATION

4 / 5

1- Características del instrumento :
 Instrument features :

Designación : Instrumento multifunción AMI 300
 Description : Multifunction instrument AMI300

Sonda de higrometria y sensor de temperatura integrado., PT100 1/3 DIN.
 Hygrometry probe and integrated temperature sensor, PT100 1/3 DIN.

Nº serie sonda / Probe S.N. : **10099814** Nº referencia sonda / Probe I.M. : **HR110**
 Rango : De 3 a 98 %HR Resolución : 0,1 %
 Range : Resolution :

2- Método de calibración :
 Calibrating principles :

Los puntos de calibración se llevan a cabo en comparación con los siguientes medios:
 - Se aplica el procedimiento IT07-05-6 rev 2. La calibración se realiza por comparación de acuerdo con:
 - CH0002 Cámara climática con regulación de ajuste en humedad relativa con certificado ENAC nº 21_0752_L_2_TH.

The points of calibration are realized with means of calibration according to:
 - Procedure IT07-05-6 rev 2 is applied. Calibration is performed by comparison according to:
 - CH0002 Climate chamber with regulation of adjustment in relative humidity with ENAC certificate nº 21_0752_L_2_TH.

3- Condiciones ambientales :
 Environmental conditions :

Temperatura ambiente : 21,7 °C Humedad relativa : 42,1 %HR Presión atmosférica : 991 hPa
 Ambient temperature : Relative humidity : Atmospheric pressure :

4- Condiciones de calibración :
 Calibrating conditions :

Tolerancia aplicada a la calibración : ±2,67%HR (de 15°C a 25°C)
 Calibrating accuracy :

5- Resultados de medidas :
 Measurement results :

nº	Vref	Unit	Vi	Unit	Vi-Vref	Unit	Incertidumbre
1	16,0	%	15,8	%	-0,200	%	0,811
2	44,9	%	46,7	%	1,800	%	1,323
3	86,1	%	89,2	%	3,100	%	2,095

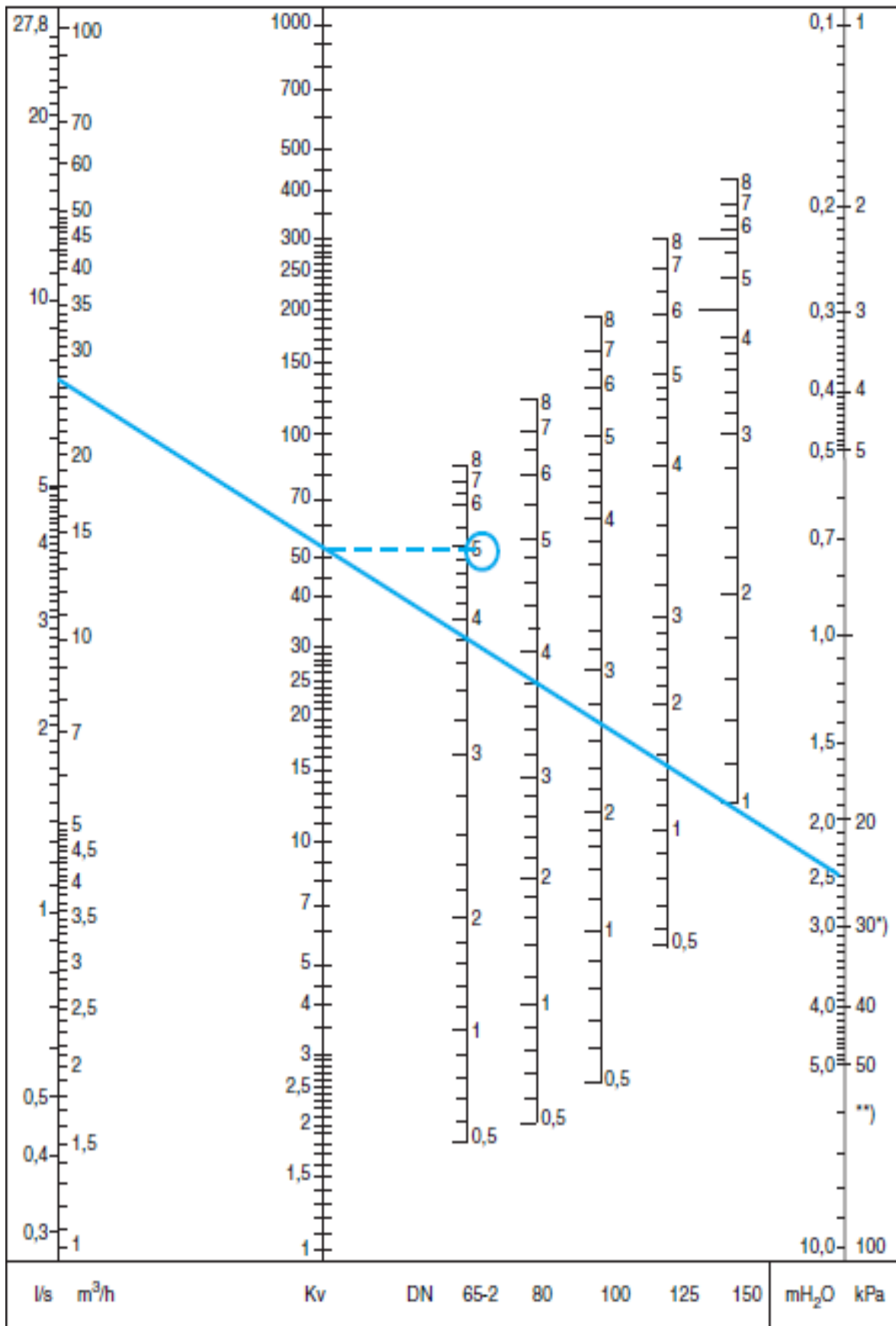
Vref: valor mostrado por nuestro instrumento de referencia, Vi: valor mostrado por el instrumento del cliente.
 Para la incertidumbre, la unidad es la misma que la de Vref. Las incertidumbres mencionadas anteriormente tienen en cuenta las incertidumbres de calibración (instrumento de referencia, media de calibración, condiciones ambientales, resolución del instrumento ...). Estas incertidumbres se extienden con el coeficiente k = 2.

Vref: value displayed by our reference instrument, Vi: value displayed by customer's instrument.
 For uncertainty, unit is the same as the one of Vref. Uncertainties above mentioned take into account calibration uncertainties (reference instrument, calibration mean, environment conditions, instrument resolution...). These uncertainties are extended with coefficient k=2.

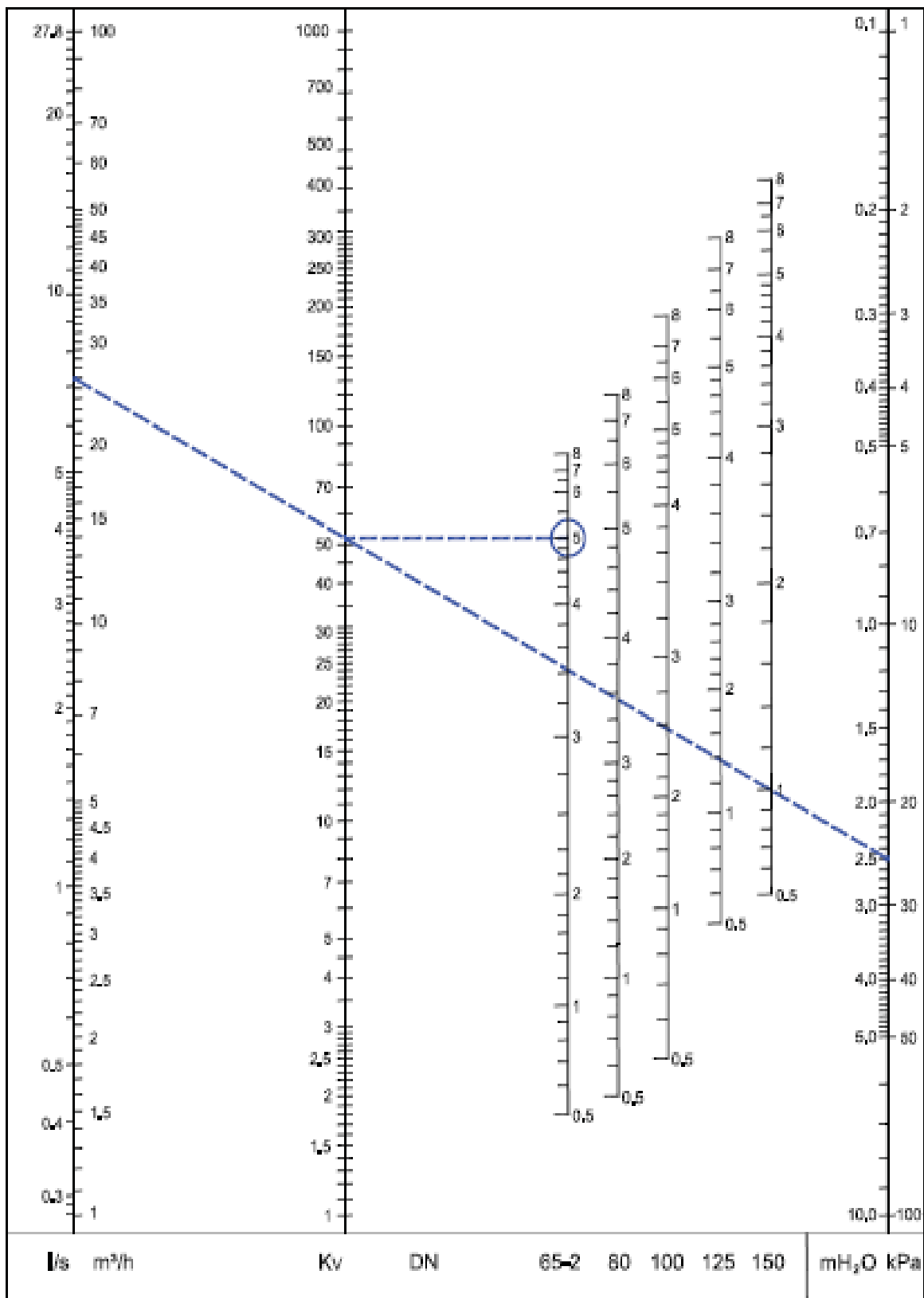
Control en temperatura	
Temperature check	
Vref(°C)	Vi(°C)
22,6	22,5

Calibración realizado por Victor Horro el 02/06/2021
 Calibración performed by

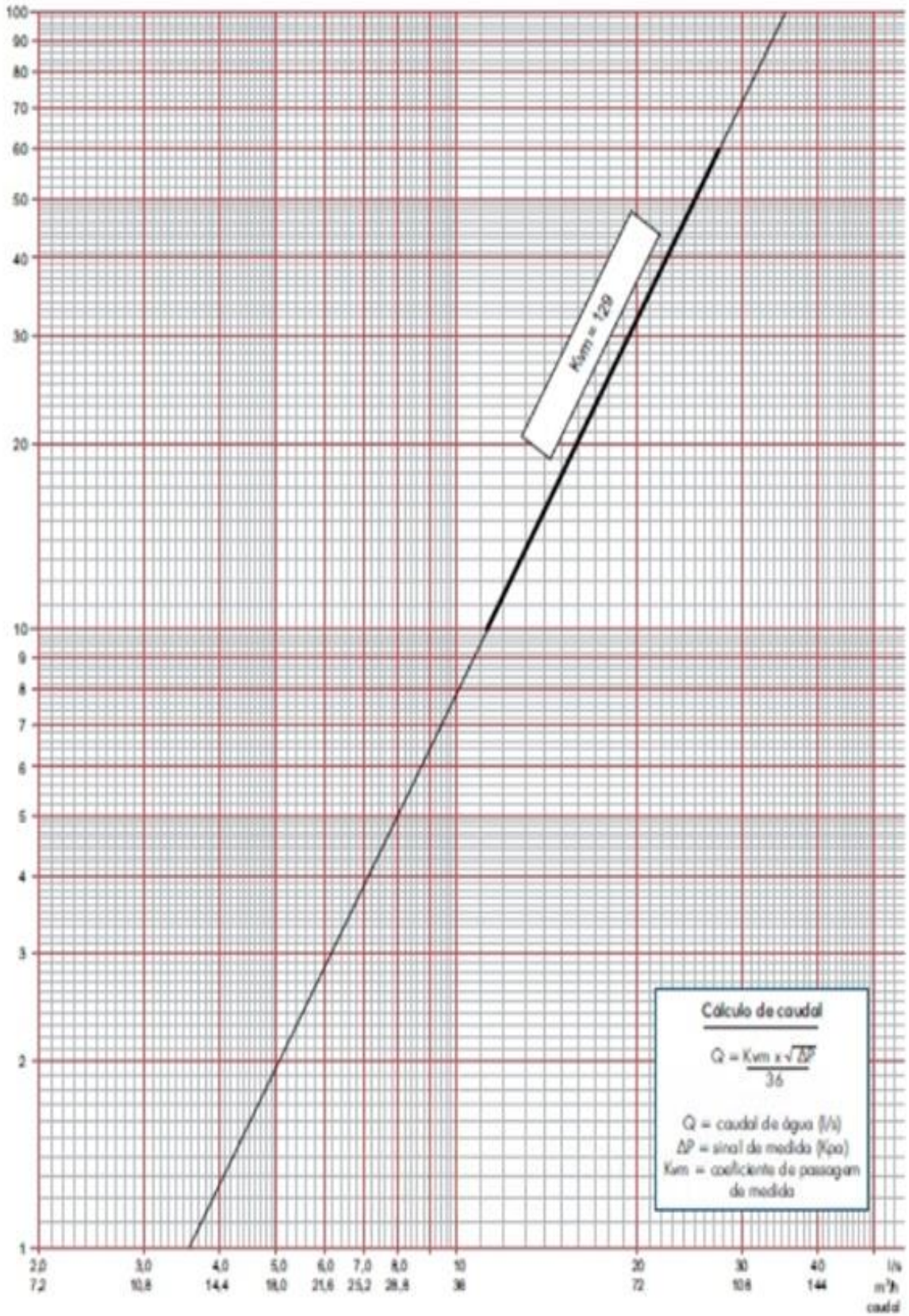
Anexo XXI — Ábaco Válvulas *Tour & Andersson* de DN 15 a 150



Ábacos DN 65-150



Anexo XXIII — Ábaco Válvula DN 100 da BROEN *Ballorex Venturi*





**Instituto Superior
de Engenharia**

Politécnico de Coimbra