



isec

Engenharia

MESTRADO EM ENGENHARIA
MECÂNICA

DEFINITIVO

Relatório de Estágio: Instalações de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC)

Autor

Cristiana Filipa Carrasqueira Roxo

Orientador

**Prof. Doutor Avelino Virgílio Fernandes Monteiro de
Oliveira**

INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, abril de 2022



isec

Engenharia

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Relatório de Estágio: Instalações de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC)

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

Especialização em Projeto, Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos

Autor

Cristiana Filipa Carrasqueira Roxo

Orientador

Prof. Doutor Avelino Virgílio Fernandes Monteiro de Oliveira

Supervisor na empresa Climacer, S.A.

Eng.º Paulo Alexandre Mateus Festas

INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, abril de 2022

AGRADECIMENTOS

Este meu percurso, só foi possível graças ao apoio e colaboração, de forma direta e indireta, de várias pessoas e instituições, às quais vou expressar algumas palavras de agradecimento e profundo reconhecimento.

Em primeiro lugar, agradeço ao meu orientador e professor, pela disponibilidade prestada em me orientar no decorrer do estágio e realização deste relatório, bem como os incentivos e os conselhos que me foram transmitidos ao longo desta jornada.

À empresa Climacer, mesmo estando o país e o mundo a passar por uma pandemia, vivendo um dia de cada vez, com um futuro incerto, se reinventou e proporcionou a oportunidade de realização do estágio curricular. A todos os seus colaboradores, pelo apoio, receção e disponibilidade, em especial os que foram destacados para me guiar ao longo do estágio, pela transmissão de conhecimento e tempo dispensado.

Por último, mas não menos importante, á minha família e amigos, pelo apoio e compreensão inestimável, pelos diversos sacrifícios suportados e pelo constante encorajamento e incentivo durante o meu percurso académico.

A todos um obrigado.

RESUMO

Este relatório consiste num documento final de curso, descrevendo as atividades desenvolvidas e conhecimentos adquiridos no decorrer do estágio curricular na empresa Climacer. Surge no âmbito do Mestrado em Engenharia Mecânica, na área de especialização Projeto, Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos, do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, sendo parte integrante dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre nesta área de conhecimento.

A empresa acolhedora opera maioritariamente na área de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC), sendo reconhecida a nível nacional no ramo, especializada em Mechanical, Electrical and Plumbing (MEP).

O estágio iniciou-se com o conhecimento geral da empresa, desde a sua atividade aos departamentos existentes. Posteriormente, de forma progressiva, foi atribuído o departamento de orçamentação e direção de obra para período de estágio, de acordo com as necessidades da empresa acolhedora e da área de formação do aluno.

A realização do presente estágio representou foi uma maior valia para reforçar e aprofundar conceitos adquiridos durante a formação académica, contribuiu também para aumentara perceção prática em contexto profissional, levando o aluno a enquadrar-se no mercado de trabalho.

Palavras-Chave: AVAC, Orçamentação, Direção de Obra e Salas brancas

ABSTRACT

This report consists of a final course document, describing the activities developed and knowledge acquired during the curricular internship at the Climacer company. It appears within the scope of the Master's Degree in Mechanical Engineering, in the specialization area Design, Installation and Maintenance of Thermal Systems, at the Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, and is an integral part of the requirements needed to obtain a Master's degree in this area of knowledge.

The welcoming company operates mainly in the area of Heating, Ventilation and Air Conditioning (HVAC), being recognized nationally in the field, specializing in Mechanical, Electrical and Plumbing (MEP).

The internship began with the general knowledge of the company, from its activity to the existing departments. Subsequently, progressively, the budgeting and construction management department was assigned to an internship period, according to the needs of the welcoming company and the student's training area.

The realization of this internship represented a greater value to reinforce and deepen concepts acquired during academic training, it also contributed to increase the practical perception in a professional context, leading the student to fit into the job market.

Palavras-Chave: AVAC, Budgeting, Construction Direction and White rooms

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE QUADROS	ix
SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS	x
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 Enquadramento e Objetivo	1
1.2 Plano de Trabalhos.....	1
1.3 Apresentação da Empresa	2
1.4 Organização do Relatório	3
CAPÍTULO 2 – INSTALAÇÕES AVAC.....	4
2.1 Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado	4
2.2 Sistemas em Função da Área a Climatizar	4
2.2.1 Sistema Centralizado.....	4
2.2.2 Sistema Semi-centralizado	5
2.2.3 Sistema Descentralizado ou Individual.....	6
2.3 Classificação Consoante a Aplicação	6
2.4 Sistemas em Função do Fluido Térmico.....	7
2.4.1 Sistema Tudo a Ar.....	7
2.4.2 Sistema Ar - Água	8
2.4.3 Sistema Tudo a Água	8
2.4.4 Sistema Expansão Direta.....	8
2.5 Principais Equipamentos Utilizados	9
2.5.1 Unidades de Tratamento de Ar.....	9
2.5.2 Recuperador de Calor.....	10
2.5.3 Rooftop.....	10
2.5.4 Caldeira	11
2.5.5 Chiller.....	11
2.5.6 Bomba de Calor.....	12
2.5.7 Ventilconvector	12
2.5.8 Ventiladores	13

2.5.9 Mono-Split	14
2.5.10 Multi-split.....	14
2.5.11 VRV	15
CAPÍTULO 3 – TAREFAS DESEMPENHADAS.....	16
3.1 Orçamentação	16
3.1.1 – Procedimento.....	16
3.2 Direção de Obra	22
3.2.1 Erros e Omissões.....	22
3.2.2 Mapa Comparativo.....	24
3.2.3 Aprovação de Material.....	24
3.2.4 Encomenda.....	25
3.2.5 Pedido de Esclarecimento	26
3.2.6 Preparações.....	27
3.2.7 Ensaio de Estanquidade.....	27
CAPÍTULO 4 – SALAS BRANCAS.....	30
4.1 Conceito Salas Brancas.....	30
4.1.1 Normas	31
4.1.1.1 Norma ISO 14644	31
4.1.1.2 Diretiva GMP	33
4.1.2 Controlo das Fontes de Contaminação.....	34
4.1.2.1 Fontes Contaminantes	34
4.1.2.2 Vestuário	35
4.1.2.3 Controlo de Pressão.....	36
4.1.2.4 Sistemas de Filtração.....	36
4.1.2.5 Insuflação e Extração do Ar	37
4.2 Sistemas de Ar Aplicados	38
4.2.1 Sistemas 1.1, 2.2 e 2.3.....	40
4.2.2 Sistema 2.1 e 2.4	40
4.2.3 Sistema 1.2 e 2.5	41
4.2.4 Sistema 3.2	41
4.3 Outros Equipamentos.....	41
4.3.1 Chiller.....	42
4.3.2 Bombas de Circulação.....	43
4.3.3 Depósitos de Inércia.....	43
4.3.4 Vasos de Expansão.....	44
4.3.5 Coletores Hidráulicos.....	45

4.3.6 Permutador de Calor.....	45
4.3.7 Válvulas e Acessórios	46
CAPÍTULO 5 – ANÁLISE DE PROJETO.....	47
5.1 Cálculo das Perdas de Carga.....	48
5.2 Seleção das Bombas.....	49
CAPÍTULO 6 – CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
ANEXOS	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Logotipo da empresa

Figura 2 – Sistema centralizado

Figura 3 – Sistema semi-centralizado

Figura 4 – Sistema individual

Figura 5 – UTA modelo Powerplay Max 95 T60 HCDX da France Air

Figura 6 – Recuperador de calor modelo RIS P EKO 1900 S da Sodeca

Figura 7 – Rooftop modelo UATYA-BFC3Y1 da Daikin

Figura 8 – Caldeira modelo Vittoria da Zantia

Figura 9 – Chiller modelo RTAF 340 g xe ln da Trane

Figura 10 – Bomba de calor modelo série estia da Toshiba

Figura 11 – Ventiloinvector modelo slim touch da Zantia

Figura 12 – Ventilador modelo Canal Fast da France Air

Figura 13 – Mono-Split modelo MSY-TP35VF da Mitsubishi

Figura 14 – Multi-split modelo MXM-N da Daikin

Figura 15 – VRV modelo VRV IV da Daikin

Figura 16 – Caderno de encargos

Figura 17 – Peças desenhadas

Figura 18 – Mapa de quantidades

Figura 19 – Checklist de orçamentação

Figura 20 – ARCON

Figura 21 – Proposta comercial

Figura 22 – Proposta técnica

Figura 23 – Organograma da equipa

Figura 24a – Medição de condutas

Figura 24b – Contabilização dos equipamentos

Figura 25 – Mapa comparativo

Figura 26 – FAM

Figura 27 – Folha resumo

Figura 28 – Encomenda

Figura 29 – Pedido de esclarecimento

Figura 30 – Preparação de condutas

Figura 31 – Equipamento de monitorização

Figura 32 – Ensaio de estanquidade

Figura 33 – Obra Bluepharma

Figura 34 – Documentos

Figura 35 – Classes de limpeza do ar para partículas em suspensão

Figura 36 – Concentração de contaminantes máxima para as classes GMP

Figura 37 – Dimensão de contaminantes comuns

Figura 38 – Vestuário tipo

Figura 39 – Partículas geradas pelo ser humano/min

Figura 40 – Sistemas de ar

Figura 41 – Condutas metálicas

Figura 42 – Filtro

Figura 43 – Chillers

Figura 44 – Bombas de circulação

Figura 45 – Depósitos de inércia

Figura 46 – Vaso de expansão

Figura 47 – Coletores hidráulicos

Figura 48 – Permutadores de calor

Figura 49 – Válvulas

Figura 50 – Curvas de funcionamento das bombas BFCH – P1/ P2/ P3

Figura 51 – Curvas de funcionamento das bombas BDQ – 1/ 2

Figura 52 – Curvas de funcionamento das bombas BFCH – 1/ 2

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Fases do estágio

Quadro 2 – Sistemas de classificação de edifícios e respetivos equipamentos mais comuns

Quadro 3 – Bombas de projeto

Quadro 4 – Retificação das bombas

SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS

ISEC – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

FAM – Ficha de Aprovação de Material

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

HVAC – Heating, Ventilation and Air Conditioning

MEP – Mechanical, Electrical and Plumbing

CE – Caderno de Encargos

MQ – Mapa de Quantidades

PD – Peças Desenhadas

UTA – Unidade Tratamento de Ar

UTAN – Unidade Tratamento de Ar Novo

VC - Ventiloinvector

VRV – Volume de Refrigerante Variável

VAC – Volume de Ar Constante

VAV – Volume de Ar Variável

GPL – Gás de Petróleo Liquefeito

AQS – Água Quente Sanitária

GMP – Good Manufacturing Practice

FDA – U.S Food & Drug Administration

ISO – International Organization for Standardization

HEPA – High Efficiency Particulate Air

ΔP – Perda de carga [m.c.a.]

L – Comprimento [m]

D – Diâmetro [m]

V – Velocidade [m/s]

g – Aceleração gravítica [m/s²]

f – Coeficiente de atrito

Q – Caudal [m³/s]

A – Área [m²]

K – Coeficiente individual perda de carga

MEI – Coeficiente de Eficiência Mínima

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento e Objetivo

O presente relatório tem por objetivo 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, ministrada pelo departamento de Engenharia Mecânica, do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, o presente Relatório de Estágio é parte integrante dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica.

O estágio curricular decorreu na empresa Climacer, S.A., em Trouxemil, no distrito de Coimbra, durante um período de 8 meses, compreendido entre 02 de novembro de 2020 e 02 de julho de 2021, em regime laboral, com uma carga horária de 40 horas semanais.

Durante o período de estágio foram realizadas inúmeras atividades, em particular no departamento de orçamentação, onde foram elaborados orçamentos e respetivas propostas. No departamento de direção de obra, acompanharam-se obras e realizaram-se diversas tarefas como preparações de tubagem, condutas, difusão, sistema solar, erros e omissão de projeto, ensaios de estanquidade, Ficha de Aprovação de Material (FAM) do material e equipamentos necessários em obra, entre outras tarefas, de forma a enquadrar e entender toda a logística para uma correta gestão de obra. Estes aspetos serão detalhados no capítulo III.

O presente estágio teve como objetivo integrar de forma progressiva o aluno no mercado de trabalho, em particular na área de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC), por forma a complementar e aprofundar as competências científicas e técnicas adquiridas durante a formação académica.

1.2 Plano de Trabalhos

De acordo com a disponibilidade e as necessidades da empresa acolhedora, o estágio foi repartido nas seguintes fases:

Fase 1: Integração e conhecimento geral da atividade da empresa.

Fase 2: Realização de orçamentos.

Fase 3: Acompanhamento de obras.

Fase 4: Elaboração do relatório final.

O Quadro 1 ilustra, cronologicamente, fases de estágio.

Ano	2020		2021						
Mês	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.
Fase 1	×								
Fase 2	×	×	×	×			×		
Fase 3				×	×	×	×	×	×
Fase 4							×	×	×

Quadro 1 – Fases do estágio

1.3 Apresentação da Empresa

A Climacer foi fundada em 12 de fevereiro de 1990, sendo a sua área de atuação direcionada para Sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado. (Climacer 2019)

Em 1993 aumentou o seu capital social, continuando o seu crescimento, e consolidando a sua estratégia em diversos tipos de empreitadas, nos sectores das obras privadas, públicas, municipais e industriais. (Climacer 2019)

No ano de 2009 o capital social foi aumentado, dando continuidade ao crescimento que vem sendo hábito ao longo da sua existência, consolidando cada vez mais a sua estratégia comercial e financeira. (Climacer 2019)

Em 2014, a visibilidade da empresa e a forte presença no mercado tornaram possível ultrapassar as dificuldades económicas e fechar o ano com o resultado de exploração positivo, mantendo a excelente imagem no sector da construção, credibilidade financeira, capacidade de engenharia, carteira de obras e clientes. (Climacer 2019)

Em 2015, com a entrada de novos sócios, nova gerência e injeção de capital, a empresa iniciou uma nova fase de exploração. Neste novo ciclo, caracterizado pela ambição e rigor, perspetiva-se a manutenção do posicionamento forte no mercado aliado à internacionalização e solidez financeira. (Climacer 2019)

Atualmente é especializada em instalações especiais MEP (Mechanical, Electrical and Plumbing). Atua nas áreas de climatização (AVAC), aquecimento (com sistemas a água ou de expansão direta), ventilação, águas e esgotos, desumidificação e despoeiramento. A sede localiza-se em Coimbra, dispondo ainda de um escritório em Lisboa e outro no Algarve.

É uma empresa reconhecida no mercado, operando a nível nacional, com uma equipa especializada nas áreas de projeto, instalação, comissionamento e assistência pós-venda. Todas as obras da empresa visam assegurar conforto térmico aos ocupantes das instalações, controlo da qualidade do ar no interior das instalações com a máxima eficiência e a satisfação dos clientes.

A estrutura organizacional da Climacer encontra-se estabelecida no organigrama apresentado no anexo I. A Figura 1 ilustra o logotipo da empresa.



Figura 1 - Logotipo da empresa

1.4 Organização do Relatório

O presente relatório encontra-se dividido em 6 capítulos.

O capítulo I - Intitulado de Introdução, procede-se ao enquadramento do estágio, definem-se os objetivos, apresentam-se a empresa acolhedora, o plano de trabalho e a estrutura do relatório.

O capítulo II - Intitulado de Instalações AVAC, expõe diversos conceitos ligados à área do AVAC, nomeadamente classificação dos sistemas em função da área a climatizar, consoante a aplicação, função do fluido térmico utilizado e principais equipamentos utilizados nesta área.

O capítulo III - Intitulado de Tarefas Desempenhadas, evidencia as tarefas realizadas durante o período de estágio.

O capítulo IV - Intitulado de Sala Brancas, apresenta um enquadramento geral, bem como os equipamentos instalados na obra Bluepharma a que dediquei a maior parte do tempo do estágio.

O capítulo V – Intitulado de Análise de Projeto, evidencia a importância de análise de projeto da obra quando adjudicada, e a análise das bombas de circulação.

O capítulo VI - Intitulado de Conclusão, resume as principais conclusões do estágio.

CAPÍTULO 2 – INSTALAÇÕES AVAC

A empresa acolhedora para a realização do estágio opera maioritariamente na especialidade de instalações de AVAC. Neste capítulo serão revistos alguns conceitos básicos que estiveram presentes no decorrer do estágio curricular.

2.1 Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

A sigla AVAC - Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado, é proveniente do termo em inglês HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning), e identifica-se com as funções base e principais destinadas ao conforto e qualidade do ar interior. (Raposo 2020)

O setor do AVAC é uma área bastante complexa e abrangente, dependendo da tipologia do edifício e dos serviços prestados no mesmo. Permitindo o controlo e parametrização dos valores interiores de aquecimento, arrefecimento, humedificação e desumidificação, tem como principais objetivos a) o controlo da temperatura interior do ar ambiente, equilibrando as cargas internas sensíveis, retirando ou introduzindo energia térmica ao local, por motivo de acumulação ou perdas de calor b) o controlo da humidade do ar ambiente, equilibrando as cargas latentes, seja por humedificação ou por desumidificação c) a eliminação do ambiente a tratar as diversas impurezas, tais como odores, produtos nocivos, etc. e d) introduzir ar novo, por forma a limitar principalmente os níveis de dióxido de carbono. (Marques 2005)

A área do AVAC constitui atualmente uma das subespecialidades da engenharia mecânica com maior significado engloba uma variedade de conceitos, tais como os princípios da mecânica dos fluidos, da transferência de calor e da termodinâmica e de equipamentos mecânicos (ventiladores, bombas, tubagem, condutas, entre outros) e elétricos (motores, variadores de velocidade e frequência, reguladores, sensores, entre outros). (Raposo 2020)

2.2 Sistemas em Função da Área a Climatizar

Os sistemas de climatização podem ser classificados relativamente ao tipo de instalação do equipamento. Neste âmbito, considera-se a seguinte divisão quanto à localização dos equipamentos de produção de calor e de frio inerentes aos sistemas. (Marques 2011)

2.2.1 Sistema Centralizado

Nos sistemas centralizados, os equipamentos de produção de frio e de calor estão localizados nas zonas técnicas, distintas das zonas a climatizar (vd. Figura 2).

Estes sistemas podem servir várias zonas através da distribuição do fluido de transferência de energia (ar, água ou fluido refrigerante) pelos equipamentos terminais em contacto direto com o ambiente dos locais a climatizar. (Marques 2011)

Neste tipo de sistema, a produção de energia térmica é gerida por um único equipamento primário.

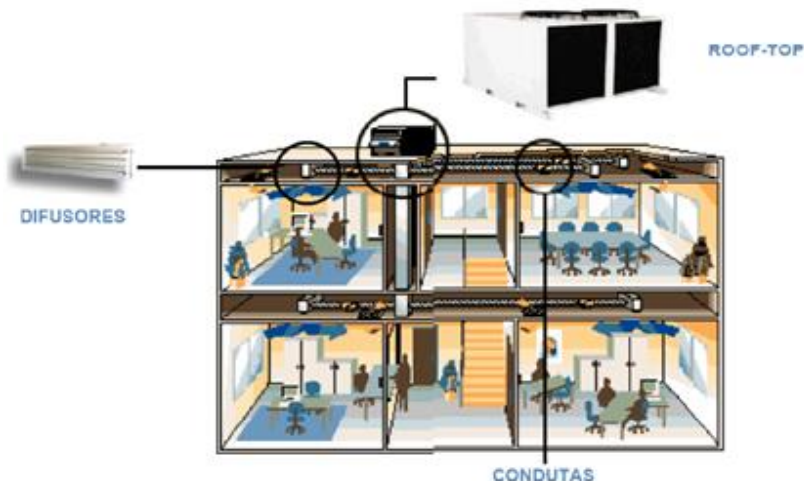


Figura 2 - Sistema centralizado (Malça 2016)

2.2.2 Sistema Semi-centralizado

Nos sistemas semi-centralizados, à semelhança do sistema centralizado, os equipamentos de produção de frio e de calor também estão localizados nas zonas técnicas, distintas das zonas a climatizar.

A distinção neste sistema, é que a produção de energia térmica é gerida por um ou mais equipamentos primários, servindo várias zonas a climatizar de um edifício, podendo ser ampliado facilmente (vd. Figura 3).

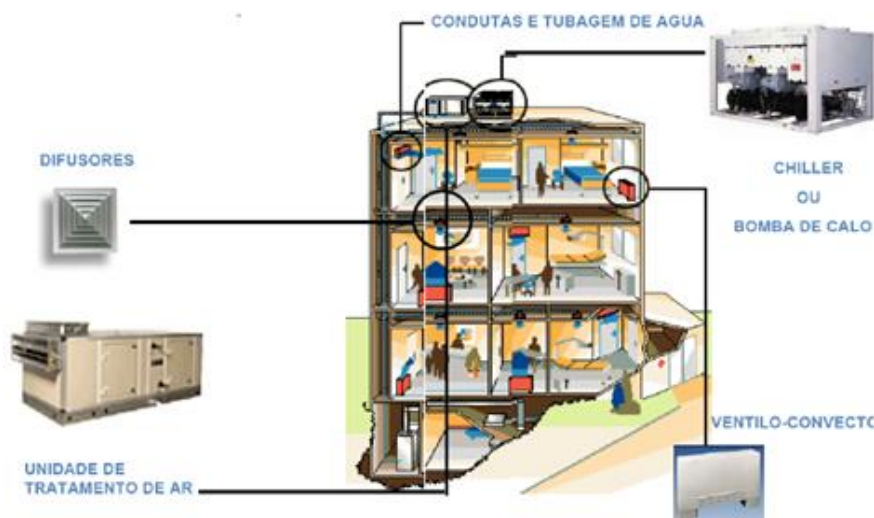


Figura 3 - Sistema semi-centralizado (Malça 2016)

2.2.3 Sistema Descentralizado ou Individual

Nos sistemas individuais, os equipamentos de produção de calor ou de frio são compactos e baseiam-se no princípio de expansão direta de um fluido refrigerante. (Marques 2011)

Estes sistemas, compostos por uma unidade interior e outra exterior, servem de forma individual cada espaço do edifício a climatizar. A unidade interior localiza-se na área a climatizar e a unidade exterior próxima do local a ser climatizado (vd. Figura 4).

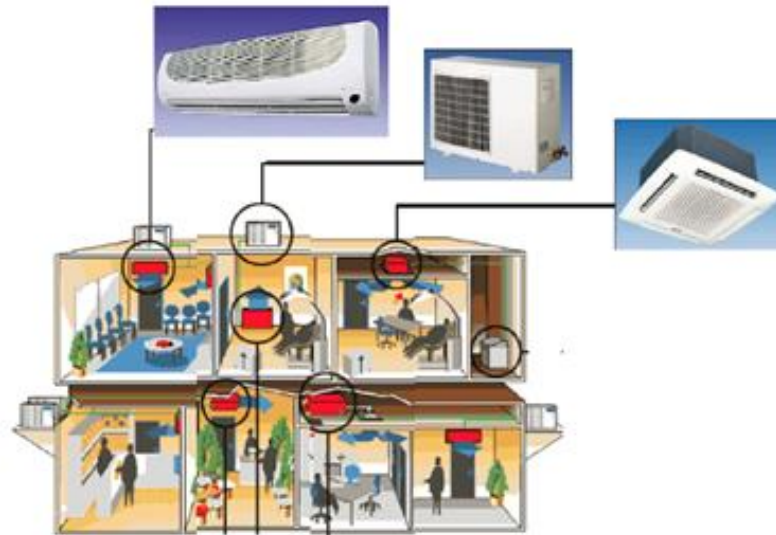


Figura 4 - Sistema individual (Malça 2016)

2.3 Classificação Consoante a Aplicação

Os equipamentos podem também ser classificados quanto à sua aplicação numa instalação:

Equipamentos primários (chillers, caldeiras, Unidades de Tratamento de Ar (UTA), entre outros), são responsáveis pela produção da energia térmica, sendo instalados nas zonas técnicas, cobertura ou fachadas do edifício. (Raposo 2020)

Equipamentos intermédios (válvulas, registos, bombas, entre outros), encontram-se entre os equipamentos primários e terminais, sendo responsáveis por distribuir e regular os fluidos primários até aos equipamentos terminais. (Raposo 2020)

Equipamentos terminais (difusores, grelhas, radiadores, entre outros), encontram-se no local ou próximo do local a climatizar, sendo responsáveis por receber o fluido primário e direcioná-los para as zonas a climatizar. (Raposo 2020)

Equipamentos de regulação (sondas, termóstatos, reguladores, entre outros), compreendem os equipamentos de medida, de controlo, de regulação e de segurança. (Marques 2011)

2.4 Sistemas em Função do Fluido Térmico

Os sistemas de climatização podem ser classificados de acordo com o tipo de fluido presente nos equipamentos terminais localizados nos ambientes a condicionar para anular o efeito das cargas térmicas, latentes e sensíveis, nestes mesmos ambientes. (Marques 2011)

O calor fornecido a um corpo, gerando apenas variação de temperatura, é designado de calor sensível. Quando ocorre uma mudança de fase, é apelidado de calor latente.

Deste modo, o Quadro 2 mostra os grupos de sistemas de climatização de edifícios existentes e respetivos equipamentos mais comuns.

Sistema de climatização	Equipamentos mais comuns
Tudo ar	UTAs; Roof-Tops; Ventiladores; Cortinas de ar; Recuperadores de calor.
Tudo água	Caldeira; Radiadores; Toalheiros.
Água - ar	Chillers; VCs.
Expansão direta	Splits; Multi-Splits; VRVs; Close Controls.

Quadro 2 – Sistemas de classificação de edifícios e respetivos equipamentos mais comuns

2.4.1 Sistema Tudo a Ar

Nos sistemas tudo ar, a remoção da carga térmica das diferentes zonas de um edifício é efetuada apenas pela distribuição de ar tratado nos equipamentos dos sistemas individuais ou centralizados. (Marques 2011)

O chiller, bomba de calor ou caldeiras asseguram a produção primária de frio e/ou de calor necessários nas unidades de tratamento de ar. O ar depois de tratado é distribuído até aos locais a climatizar, onde será insuflado pelos equipamentos terminais. Na prática existem poucos sistemas verdadeiramente tudo ar. (Marques 2011)

Os sistemas tudo a ar, podem-se subdividir em sistemas de dupla conduta, em que numa das condutas circula ar frio e na outra ar quente, e conduta única, em que todo o ar é transportado para o espaço a climatizar por uma única conduta.

No sistema de conduta única, os sistemas mais comuns são os de Volume de Ar Constante (VAC), em que o caudal de ar a insuflar é constante, variando as condições do ar de forma a garantir a remoção da carga térmica, e os de Volume de Ar Variável (VAV), em que o caudal de ar insuflado é variável, mantendo-se a temperatura de insuflação.

Os sistemas VAC, podem-se subdividir em sistemas de uma só zona, monozona, quando se trata de mais do que uma divisão todas elas receberão o ar no mesmo estado, e em sistemas de várias zonas multizona, em que é possível controlar individualmente a temperatura de cada zona a climatizar.

2.4.2 Sistema Ar - Água

Nos sistemas ar - água, o condicionamento dos ambientes dos diferentes locais é feito utilizando em simultâneo a distribuição de água e de ar. (Marques 2011)

O ar introduzido mecanicamente nos locais a climatizar é designado por ar primário, e é constituído normalmente apenas por ar novo, que foi tratado numa unidade de tratamento de ar. As unidades de tratamento de ar são compostas por baterias normalmente de água (podendo ser também de expansão direta ou elétrica) funcionando como permutadores, responsáveis pelo aquecimento ou arrefecimento do ar conforme as necessidades do local a climatizar. (Marques 2011)

A principal função do ar primário é assegurar as necessidades mínimas de ventilação e o controlo da humidade relativa dos diferentes locais. (Marques 2011)

2.4.3 Sistema Tudo a Água

Nos sistemas tudo a água, é distribuído pelos equipamentos terminais existentes em cada ambiente unicamente água fria ou quente em função das necessidades de arrefecimento ou aquecimento do local. (Marques 2011)

Estes sistemas têm a vantagem de necessitarem de um espaço reduzido para o circuito de tubagem para distribuição de água aos diferentes locais. (Marques 2011)

As unidades terminais mais utilizadas para anular o efeito das cargas térmicas de aquecimento e arrefecimento são os ventiloconvectores. (Marques 2011)

2.4.4 Sistema Expansão Direta

Nos sistemas de expansão direta, é utilizado um fluido designado como fluido frigorígeno, para efetuar o aquecimento e ou arrefecimento do local a climatizar.

No método de expansão direta, a troca de calor é efetuada diretamente entre o ar ambiente e o fluido refrigerante, como é o caso dos sistemas split e multi-split de ar condicionado e sistemas Volume de Refrigerante Variável (VRV).

2.5 Principais Equipamentos Utilizados

Uma instalação AVAC é composta por diversos equipamentos e materiais necessários para um correto funcionamento e desempenho da instalação. Na secção seguinte descrevem-se, de forma sucinta, os equipamentos mais utilizados numa instalação AVAC e que tiveram frequentemente presentes nos projetos de obra e de orçamentos.

Para a redação desta secção, foram tidas em conta fichas técnicas e catálogos, como France Air (2021), Sodeca (2016), Daikin (2021), Daikin (2020), Zantia (2020) e Trane (2017).

2.5.1 Unidades de Tratamento de Ar

As unidades de tratamento de ar, como o próprio nome indica, destinam-se ao tratamento do ar através da renovação, filtração, aquecimento, arrefecimento, controlo de caudais, humidificação e desumidificação do ar, depois de tratado, o ar é impulsionado para os espaços a climatizar (vd. Figura 5).

Existem dois tipos de unidades de tratamento de ar, as UTAs que utilizam ar novo e parte do ar proveniente do interior do edifício, e as Unidade de Tratamento de Ar Novo (UTANs), que são unidades de tratamento de ar novo, que utilizam apenas ar novo (100%), recolhendo todo o ar do exterior e inserindo-o no interior do edifício.

As unidades de tratamento de ar podem ter várias configurações devido à facilidade de serem adaptadas de acordo com as necessidades do local a climatizar, sendo a mais usual a linear, lado a lado ou um módulo por cima de outro. São compostas por módulos de ventilação, filtração, baterias de aquecimento e de arrefecimento (as baterias podem ser a água, expansão direta ou elétricas) e módulo de mistura (caso seja uma UTA). Devido ao seu tamanho e robustez são normalmente instaladas na cobertura ou zonas técnicas.



Figura 5 – UTA modelo Powerplay Max 95 T60 HCDX da France Air

2.5.2 Recuperador de Calor

Os recuperadores de calor são equipamentos utilizados para aproveitar a carga térmica do ar viciado (ar proveniente do interior do edifício). É constituído por dois ventiladores que fazem, respetivamente, a insuflação do ar novo e a extração do ar viciado, o qual ao passar no permutador do recuperador transfere parte do seu calor para o ar novo que assim será insuflado a uma temperatura mais próxima da do interior do espaço (vd. Figura 6).

O recuperador de calor, é constituído por filtros e ventiladores, sendo um equipamento simples utilizado no sistema de recuperação do tipo ar - ar. Podem ser instalados em teto falso, mural, cobertura e zonas técnicas.



Figura 6 – Recuperador de calor modelo RIS P EKO 1900 S da Sodeca

2.5.3 Rooftop

Os rooftops são unidades de tratamento de ar compactas, que desempenham as mesmas funções que as UTAs, mas com a particularidade de que incluem o seu próprio dispositivo autónomo de aquecimento ou arrefecimento do ar. Utiliza o sistema de fluido frigorigéneo - ar, possuindo uma serpentina no lugar das baterias que climatizam o ar a insuflar (vd. Figura 7).

Como desvantagem, os rooftops não tem a mesma versatilidade que uma UTA, por não serem modulares não é possível acrescentar e ou modificar elementos. Devido ao seu tamanho os rooftop, são normalmente instalados nas coberturas ou zonas técnicas.



Figura 7 – Rooftop modelo UATYA-BFC3Y1 da Daikin

2.5.4 Caldeira

A caldeira numa instalação AVAC é responsável pela produção de calor. A caldeira pode ser alimentada por diversos combustíveis, desde gasoso (gás natural, Gás de Petróleo Liquefeito (GPL)), líquidos (gasóleo de aquecimento) e sólidos (lenha, estilha, briquetes e pellets), dependendo do tipo de caldeira. O gás natural é o combustível mais usual na especialidade de AVAC (vd. Figura 8).

Podem ser do tipo chão ou mural. O tipo mural inclui as caldeiras de condensação, onde há um aproveitamento do calor residual nos gases de combustão para pré aquecer a água, reduzindo assim o consumo e poluição, aumentando o rendimento da caldeira, e as caldeiras convencionais, em que o calor dos gases de combustão não é aproveitado, sendo simplesmente libertado para a atmosfera.



Figura 8 – Caldeira modelo Vittoria da Zantia

2.5.5 Chiller

Os chillers são unidades produtoras de água gelada de grande porte, de alta tecnologia e eficiência. A água produzida é utilizada com o objetivo de arrefecer o ar conforme as necessidades da instalação. Também podem produzir água aquecida. São equipamentos indicados para refrigeração de grandes áreas (vd. Figura 9).

É considerado um sistema de expansão indireta, pois ocorre transferência de calor em mais de que um meio até chegar ao local a climatizar.

Para a produção de água gelada, o calor retirado da água deve ser rejeitado para outro meio. Assim sendo, existem dois tipos de chillers, os de condensação a água e condensação a ar. Nos chillers de condensação a água, o calor é rejeitado para a água, sendo necessário um sistema de apoio, normalmente uma torre de arrefecimento, já os a condensação a ar, o calor é rejeitado para o ar exterior na forma de ar quente.



Figura 9 – Chiller modelo RTAF 340 g x e ln da Trane

2.5.6 Bomba de Calor

A bomba de calor opera num sistema de ar - água. É um equipamento responsável pela produção de água quente, utilizada posteriormente para climatização ou para Água Quente Sanitária (AQS) (vd. Figura 10).

A bomba de calor extrai energia térmica do ar ambiente exterior transferindo-o para o interior através de um fluido refrigerante, esta transferência é efetuada através do compressor. Também podem ser usadas para arrefecimento, transferindo o calor do interior de uma divisão para o exterior, arrefecendo assim a divisão.



Figura 10 – Bomba de calor modelo série estia da Toshiba

2.5.7 Ventiloinvector

Os ventiloinectores (VC) são unidades terminais de um sistema água-ar e destinam-se a trocar o calor entre a água aquecida ou arrefecida e o ambiente (vd. Figura 11).

São utilizados para aquecimento ou arrefecimento de ambientes, constituídos por baterias de água quente e ou fria, um filtro de ar e um ventilador.

São instalados no local a climatizar, e são classificados consoante a sua forma física, carroçados (com acabamento exterior) podendo ser de teto e parede ou não carroçados (sem acabamento exterior) podendo ser de chão e conduta.



Figura 11 – Ventoconvector modelo slim touch da Zantia

2.5.8 Ventiladores

Os ventiladores são frequentemente utilizados nas empreitadas de AVAC para impulsionar ou extrair o ar através de uma rede aerólica (rede de condutas) (vd. Figura 12).

Existe uma grande variedade de ventiladores, podendo ser classificados consoante a sua função. Destacam-se os ventiladores axiais também designados por in-line, centrífugos e desenfumagem.



Figura 12 – Ventilador modelo Canal Fast da France Air

2.5.9 Mono-Split

Este sistema de climatização é utilizado para climatizar ambientes, sendo composto por uma unidade interior e outra exterior. As unidades interiores podem variar entre o tipo mural, cassete, teto, chão ou conduta. Esta solução é ideal para aquecer ou arrefecer uma única divisão (vd. Figura 13).

É considerado um sistema de expansão direta, em que o calor é transferido diretamente por circulação do fluido refrigerante para evaporadores.



Figura 13 – Mono-Split modelo MSY-TP35VF da Mitsubishi

2.5.10 Multi-split

O conceito é igual ao mono-split, mas que se distingue devido ao facto de para uma máquina exterior poderem estar ligadas diversas máquinas interiores, climatizando diversas zonas de um edifício (vd. Figura 14).

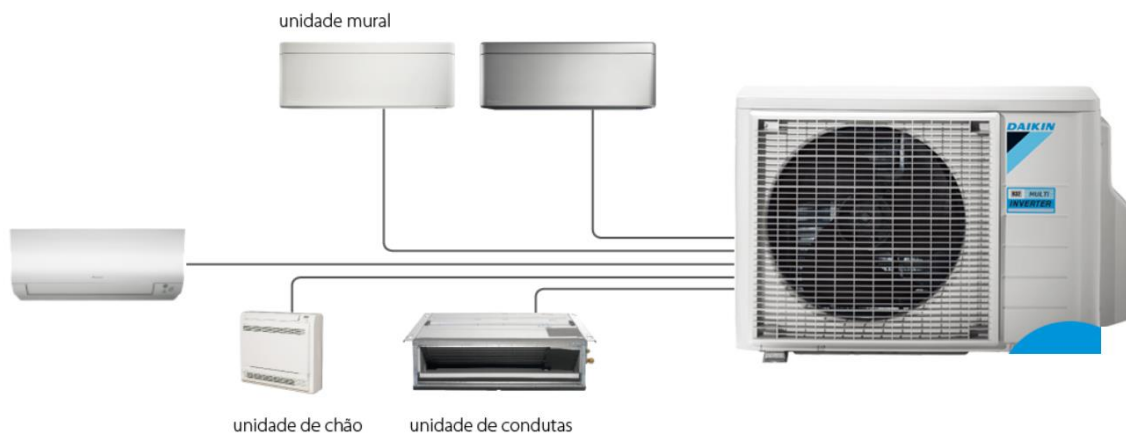


Figura 14 – Multi-split modelo MXM-N da Daikin

2.5.11 VRV

Semelhante ao sistema multi-split, mas que se destaca pela possibilidade de ligar mais de trinta unidades interiores a uma única unidade exterior (vd. Figura 15).

Este tipo de sistema faz o ajuste do caudal do fluido frigorífero para cada unidade interior.

Existem sistemas VRV que permitem, em simultâneo, o aquecimento e o arrefecimento, exigindo para a instalação de mais um tubo, passando a ser três em vez de dois tubos.

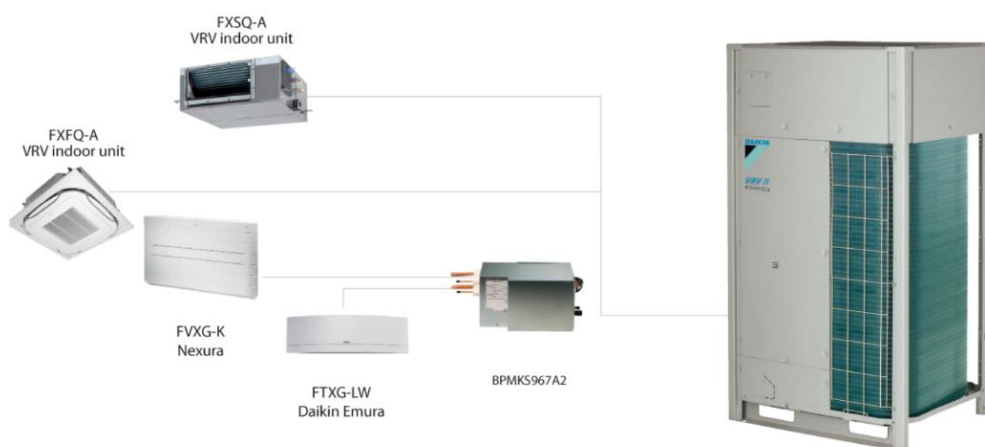


Figura 15 – VRV modelo VRV IV da Daikin

CAPÍTULO 3 – TAREFAS DESEMPENHADAS

No decorrer do estágio, de acordo com as necessidades e a disponibilidade da empresa, o estágio curricular dividiu-se entre dois departamentos, orçamentação e direção de obra.

No departamento de orçamentação, fui acompanhada por colaboradores responsáveis pela orçamentação e compras, que me guiaram na elaboração de orçamentos, explicando passo a passo para uma correta elaboração.

Na direção de obra tive a oportunidade de acompanhar algumas obras, de salientar a Bluepharma, onde dediquei parte do estágio, fui acompanhada por colaboradores experientes que me guiaram nas diversas tarefas que me foram destacadas.

3.1 Orçamentação

O processo de orçamentação é um procedimento importante dentro de uma empresa, uma vez que é a partir deste processo que as obras podem ser adjudicadas.

A má elaboração de um orçamento pode implicar a inexistência de equipamentos, materiais e acessórios podendo comprometer a obra e, conseqüentemente, a margem de lucro. Assim, para elaborar um bom orçamento, é necessário ser rigoroso na descrição em caderno de encargos, nomeadamente do mapa de quantidades, das peças desenhadas, das cotações dos fornecedores, bem como os tempos de montagem para cada equipamento e material e toda a logística do mesmo.

Os pedidos de orçamentação são, na maior parte dos casos, solicitados por empresas da área da construção civil, com o objetivo de concorrerem a obras a concurso do domínio público e ou privado.

3.1.1 – Procedimento

O processo de orçamentação passa pelas seguintes etapas:

i. Decisão da elaboração do orçamento

Após o pedido de orçamentação, com o fornecimento de todos os documentos necessários (Caderno de Encargos (CE), Mapa de Quantidades (MQ), Peças Desenhadas (PD), lista de pontos, entre outros documentos) para uma correta elaboração, é tomada a decisão para elaboração do orçamento pelo diretor de produção. Posteriormente, é selecionado o orçamentista que ficará responsável pelo processo.

ii. Abertura do processo

Depois de tomada a decisão de elaboração do orçamento, procede-se à abertura do processo, criando um registo interno numerado no mapa de orçamentação, na plataforma sharepoint, com a indicação de quem está responsável pela sua execução, nome da construtora, localização da obra, datas de entrada e entrega do orçamento, descrição dos equipamentos e fornecedores, resumo das informações comerciais, entre outras informações, com o intuito de ficar registado e facilitar a consulta do processo.

iii. Análise do processo

Nesta fase analisa-se a documentação enviada pelo cliente que solicitou o pedido de orçamentação, principalmente o caderno de encargos, peças desenhadas e mapa de quantidades, com o intuito de contextualizar com o orçamento, tipologia do edifício, sistemas de climatização e ventilação, quantidades de equipamentos e de acessórios, entre outros.

No caderno de encargos (vd. Figura 16), encontra-se toda a informação pormenorizada das características técnicas dos equipamentos, materiais a aplicar e detalhes da instalação. Nas peças desenhadas (vd. Figura 17), podem observar-se os circuitos aerólicos e hidráulicos, esquema de princípio, localização dos equipamentos e pormenores das plantas. O mapa de quantidades (vd. Figura 18), é uma lista com todo o material e equipamentos necessários para a obra a orçamentar.

1. SISTEMAS DE EXPANSÃO DIRECTA

1.1 Unidades Exteriores do tipo MiniVRF a 2 Tubos, Bomba de Calor (Fracções T2)

A unidade exterior é do tipo expansão directa (gera energia por ciclo de compressão) com funcionamento reversível, bomba de calor, própria para a montagem à intempérie. Esta unidade é composta por um compressor hermético Scroll (Espiral), permutador de calor, fluido refrigerante / Ar, dois ventiladores axiais de descarga horizontal, acoplados directamente aos respectivos motores eléctricos de rotação variável.

O compressor Scroll de velocidade variável (inverter), baseia o seu funcionamento na existência de dois corpos em espiral, um fixo e outro em movimento. A câmara de compressão, em forma de meia-lua, muda o seu volume devido ao movimento relativo destes corpos.

O compressor é accionado por um mecanismo de controlo de potência, que em função da velocidade da rotação ordenada pelo sistema "Inverter" permite uma modulação de capacidade entre os 15% e os 100%.

O sistema inverter e os restantes componentes electrónicos e mecânicos estão concebidos em conformidade com as Directivas Europeias aplicáveis, compatibilidade electromagnética 2004/108/EC, baixa tensão 2006/95/EC.

O fluido frigorigéneo utilizado R410a é de alta eficiência, baixo impacto ambiental e baixo potencial de destruição da camada de ozono (ODP).

Os permutadores de calor, sendo constituídos por tubos de cobre sem costura mecanicamente expandidos e alhetas em alumínio, sendo a circulação do ar efectuada por intermédio dos ventiladores axiais.

A envolvente desta unidade é construída em chapa de aço galvanizado com revestimento a tinta epóxi de modo a resistirem à intempérie.

Com vista à protecção e controlo, estas unidades estão equipadas com sistema de arranque progressivo (evitando desta forma picos de arranque dos compressores e ventiladores, aumentado desta forma o tempo de vida útil), controlo de fluido refrigerante, através de válvulas de expansão electrónicas e controlo

Figura 16 – Caderno de encargos

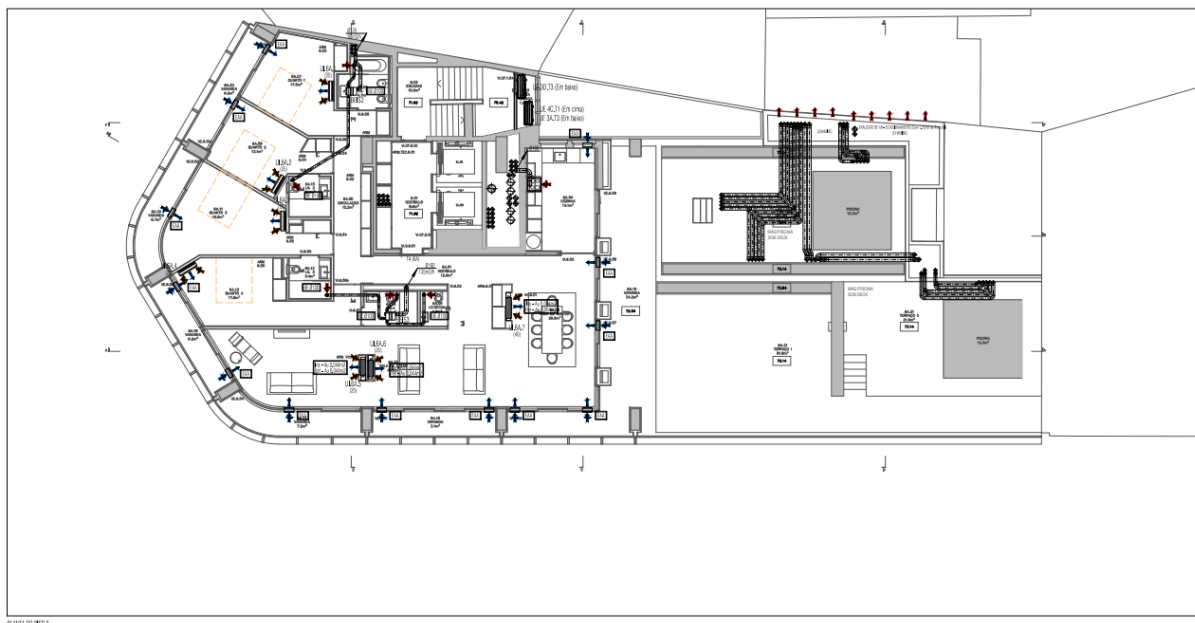


Figura 17 – Peças desenhadas

Artigo	Referência	un	Qty.
9.1	SISTEMA DE EXPANSÃO DIRECTA		
9.1.1	Fornecimento e montagem de Unidade Exterior do tipo Mini-VRV Bomba de Calor a 2 tubos, incluindo apoios anti-vibráticos, estruturas de suporte, ligações eléctricas de força e comando, ligação de condensados ao esgoto e restantes acessórios necessários ao seu bom funcionamento e de acordo com especificações do Caderno de Encargos e Peças		
9.1.1.1	UCE 1 (PUMY-SP112VKM)	un	15,00
9.1.1.2	UCE 1 (PUMY-P112VKM)	un	5,00
9.1.1.3	UCE 1 (PUMY-SP140VKM)	un	3,00
9.1.2	Fornecimento e montagem de Unidades Interiores da gama VRF de pavimento sem consola, incluindo comando wireless, ligações eléctricas de força e comando, tabuleiro de condensados, se aplicável portas de acesso no tecto falso e restantes acessórios necessários ao seu bom funcionamento e de acordo com especificações do Caderno de Encargos e Peças Desenhadas:		
9.1.2.1	UI (20) (PFFY-P20VCM-E)	un	1,00
9.1.2.2	UI (25) (PFFY-P25VCM-E)	un	14,00
9.1.2.3	UI (32) (PFFY-P32VCM-E)	un	1,00
9.1.2.4	UI (40) (PFFY-P40VCM-E)	un	8,00
9.1.3	Fornecimento e montagem de Unidades Interiores da gama doméstica de montagem mural incluindo comando wireless, ligações eléctricas de força		

Figura 18 – Mapa de quantidades

iv. Pedidos de cotação


Após análise do processo, procede-se à identificação dos equipamentos e das marcas dos equipamentos propostos no caderno de encargos, e de possíveis marcas alternativas numa folha intitulada internamente de checklist. De seguida, é efetuado o pedido formal de cotação aos respetivos fornecedores.

vi. Elaboração da proposta

Depois da elaboração do orçamento, este é enviado e analisado pelo diretor de orçamentação e posteriormente pelo diretor de produção. Se não forem encontradas incoerências no orçamento, será obtida a permissão para preparar a proposta final para o cliente num formato estipulado internamente, caso contrário será revisto e posteriormente reanalisado.


A proposta a enviar ao cliente consiste em dois documentos distintos. Uma proposta comercial (vd. Figura 21), onde consta quem solicitou o pedido, quem elaborou, a descrição dos equipamentos, os pressupostos, o prazo de validade do orçamento, as condições de pagamentos, entre outros parâmetros, e uma proposta técnica (vd. Figura 22), onde é descrito o material e quantidades discriminadas no mapa de quantidades, com os respetivos preços e algumas observações relevantes sobre a elaboração do mesmo.

Ar Condicionado - Aquecimento - Projectos - Assistência Técnica



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

Tel. +351 229 497 690
 E-mail climacer@climacer.com



Proposta

Para: Ex.mo Sr. Eng.º

A/C.: Eng.º Paulo Festas

C.C.:

Email:

Data: 01.06.2021

De: Cristiana Roxo

Tel. nº: 239 497 690

Email: cristiana.roxo@climacer.com

Páa.: 3 (inc. esta)

Assunto: Proposta 21.092.00
 Proposta de fornecimento e instalação de equipamentos de climatização
 Climatização de

Ex.mo(s) Sr.(s)

Os nossos melhores cumprimentos.

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

A execução da obra ficará a cargo de técnicos qualificados, da nossa firma.
 Todos os materiais a utilizar estarão de acordo com a regulamentação em vigor e em perfeitas condições.

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

1. Descrição dos Equipamentos.

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

Equipamento(s)	Marca(s)
• BOMBA DE CALOR	ENERGIE
• DEPÓSITOS	HEIZER
• DIFUSÃO	FRANCE AIR
• SISTEMA SOLAR	VISSMANN
• SPLIT	DAIKIN
• VENTILADORES	FRANCE AIR/SYSTEMAIR
• VRV	DAIKIN/ SYSTEMAIR

Figura 21 – Proposta comercial


climacer 		Proposta		22.092.00	
		DATA	01.06.2021		
Obra:					
		Total 492 533,60 €			
Art*	Descrição	Uni.	Qtd.	Unitário (€)	Total (€)
9.1	SISTEMA DE EXPANSÃO DIRECTA				
9.1.1	Fornecimento e montagem de Unidade Exterior do tipo Mini-VRV Bomba de Calor a 2 tubos, incluindo apoios anti-vibráticos, estruturas de suporte, ligações eléctricas de força e comando, ligação de condensados ao esgoto e restantes acessórios necessários ao seu bom funcionamento e de acordo com especificações do Caderno de Encomendas e Peças Desenhadas:				
9.1.1.1	UCE 1(PUMY-SP112VKM)	un	15	2 916,65€	43 749,75€
9.1.1.2	UCE 1(PUMY-P112VKM)	un	5	3 057,90€	15 289,50€
9.1.1.3	UCE 1(PUMY-SP140VKM)	un	3	3 411,01€	10 233,03€
9.1.2	Fornecimento e montagem de Unidades Interiores da gama VRF de pavimento sem consola, incluindo comando wireless, ligações eléctricas de força e comando, tabuleiro de condensados, se aplicável portas de acesso no tecto falso e restantes acessórios necessários ao seu bom funcionamento e de acordo com especificações do Caderno de Encomendas e Peças Desenhadas:				
9.1.2.1	UI (20) (PFFY-P20VCM-E)	un	1	1 173,83€	1 173,83€
9.1.2.2	UI (25) (PFFY-P25VCM-E)	un	14	1 196,75€	16 754,50€
9.1.2.3	UI (32) (PFFY-P32VCM-E)	un	1	1 226,60€	1 226,60€
9.1.2.4	UI (40) (PFFY-P40VCM-E)	un	8	1 244,66€	9 957,28€
9.1.3	Fornecimento e montagem de Unidades Interiores da gama doméstica de montagem mural, incluindo comando wireless, ligações eléctricas de força e comando, tabuleiro de condensados, se aplicável portas de acesso no tecto falso e restantes acessórios necessários ao seu bom funcionamento				

Figura 22 – Proposta técnica

vii. Negociação da proposta

Após receção da proposta, o cliente pode negociar com a empresa e requerer uma retificação do orçamento.

Para uma melhor compreensão do processo de orçamentação, no anexo II encontra-se o fluxograma interno do respetivo processo.

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

- Centro Hospitalar do Baixo Vouga – Hospital Infante D. Pedro – Aveiro;
- Climatização Edifícios na rua Arriaga 10 e 12 – Lisboa;
- Vila Utopia – Carnaxide;
- Hotel Docas & Lifestyle – Lisboa;
- Vitória Residence – Setúbal;
- Residências Universitárias e Instalações Desportivas, lotes 4 e 5 – Porto;
- Edifício Habitação Multifamiliar e Serviços, Office 123 – Lisboa.

3.2 Direção de Obra

Após a adjudicação da obra à empresa, é selecionada uma equipa para a sua execução. A equipa é composta por diretores produção, coordenador de gestão da obra, diretores de obra, encarregado e logística compras.

Na figura 23 está representado um organograma da empresa, representativo da estrutura de uma equipa que será destacada para a obra.

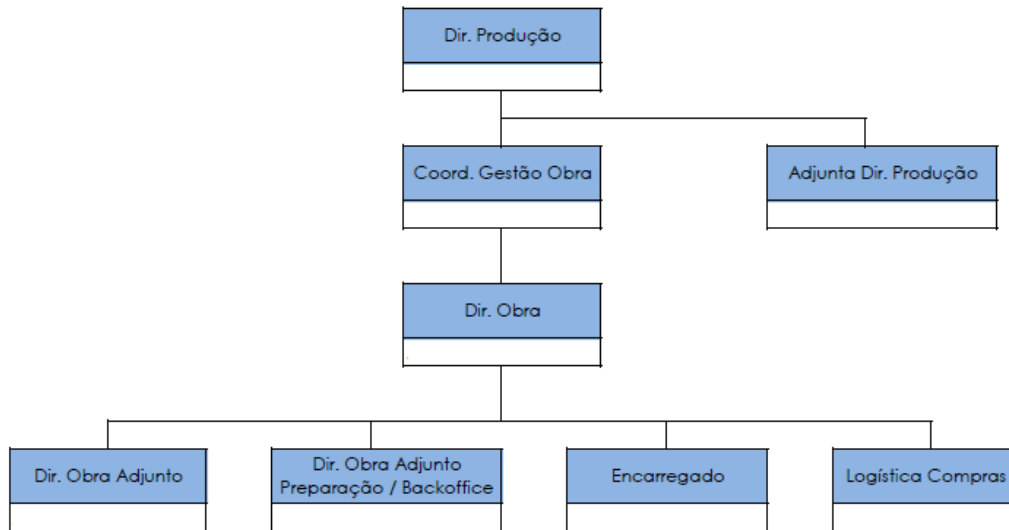


Figura 23 – Organograma da equipa

3.2.1 Erros e Omissões

A análise minuciosa dos erros e omissões (vd. Figura 24a) (vd. Figura 24b), consiste em contabilizar as quantidades de equipamentos, tubagem e acessórios presentes no projeto da obra (plantas e esquemas de princípio), comparando posteriormente com o mapa de quantidades do processo de obra.

Esta verificação, apesar de morosa, é vantajosa em algumas obras, pois verificam-se as quantidades, erros de projeto, entre outras situações, levando a questionar o dono de obra e o projetista, prevenindo assim alguns prejuízos que só seriam verificados no decorrer da obra.


			
Obra:			
Medições de Conduitas			
Resumo			
Conduitas retangulares - Aço galvanizado			
isolada, com forra mecanica	MQ	MEDIÇÃO_CLIMACER	MEDIÇÃO_CLIMACER c/ margem
400x200	5,808	0	
300x150	4	0	
600x400	18,392	7	
350x200	1,9965	1	
300x250	3,5937	2	
350x300	4,719	4	
500x300	15,1008	9	
300x200	1,452	1	
isolada	MQ	MEDIÇÃO_CLIMACER	MEDIÇÃO_CLIMACER c/ margem
150x100	138,2215	253	
250x150	11,664	16	
250x100	6,622	13	
250x200	45,837	41	
300x200	55,33	57	
200x100	29,37	40	
350x200	26,015	4	
400x200	81,816	58	
300x150	23,067	46	
350x100	17,028	15	
150x150	43,8	54	
100x100	2,2	4	
200x150	10,882	19	
200x200	55,44	73	
300x250	25,52	22	

Figura 24a – Medição de conduitas

Artº	Descrição	Uni.	Qtd.	Valida	Qtd.Total	Piso 0	Piso 1	Cobertura	VC	UTA	UTAN
3.6	AVAC										
3.6.2	ELÉCTROBOMBAS										
3.6.2.1	Bombas para circulação de água, incluindo quadro eléctrico de comando e controlo nas bombas, pressostatos diferenciais, apoios anti-vibráticos e todos os equipamentos e acessórios necessários para o seu correcto funcionamento, de acordo com										
3.6.2.1.1	Circuito Primário - Distribuição de Água (em regime de caudal constante)										
3.6.2.1.1.1	BFCH – 1	cj	1	OK	1	1					
3.6.2.1.1.2	BFCH – 2	cj	1	OK	1	1					
3.6.2.1.1.3	BFCH – 3 (Reserva - apenas cotação ficando espaço de reserva para futura instalação)										
3.6.2.1.1.4	BQP – 1	cj	0	OK	0						
3.6.2.1.1.5	BQP – 2	cj	0	OK	0						
3.6.2.1.1.6	BQP – 3 (Reserva - apenas cotação ficando espaço de reserva para futura instalação)										
3.6.2.1.1.7	BFCH – P1	cj	1	OK	1	1					
3.6.2.1.1.8	BFCH – P2	cj	1	OK	1	1					
3.6.2.1.1.9	BFCH – P3	cj	1	OK	1	1					
3.6.2.1.1.10	BFCH – PR (Redundante - Opcional - apenas cotação ficando espaço de reserva para futura instalação)	cj	1	OK	1	1					
3.6.2.1.2	Circuito Secundário - Distribuição de Água (em regime de caudal variável)										
3.6.2.1.2.1	BDF – 1	cj	1	OK	1	1					
3.6.2.1.2.2	BDF – 2	cj	1	OK	1	1					
3.6.2.1.2.3	BDF – 3 (Reserva - apenas cotação ficando espaço de reserva para futura instalação)										

Figura 24b – Contabilização dos equipamentos

3.2.2 Mapa Comparativo

Na sequência da adjudicação da obra, é solicitada uma revisão das propostas aos fornecedores a fim de analisar financeiramente qual será o fornecedor que irá fornecer o equipamento ou material mais vantajoso.

A análise financeira é realizada através do mapa comparativo, onde se procede à comparação do seco total (custo do material em fase de orçamento) com o custo atualizado (com a atualização das propostas). Posteriormente é elaborado, se necessário, um mapa comparativo com as características dos equipamentos a fim de confirmar se corresponde ao solicitado no caderno de encargos.

Na Figura 25 é possível analisar um mapa comparativo para o caso de um chillers.

Comparativo - Proposta Chiller Trane							
Proposta 001-00-374117 – A1							
Ref.	Modelo	Quantidade	Preço Unitário	Desconto 10%	Total		
CH – 1	RTAF 130 G XE LN	1	64 800,00 €	58 320,00 €	116 640,00 €		
CH – 2	RTAF 130 G XE LN	1	64 800,00 €	58 320,00 €			
CH – P1	RTAF 340 G SE LN	1	128 171,00 €	115 353,90 €	346 061,70 €		
CH – P2	RTAF 340 G SE LN	1	128 171,00 €	115 353,90 €			
CH – P3	RTAF 340 G SE LN	1	128 171,00 €	115 353,90 €			
Proposta 001-00-374117 – A2					Seco Individual	Seco Total	DIFERENÇA
Ref.	Modelo	Quantidade	Preço Unitário	Total			
CH – 1	RTAF 130 G XE LN	1	53 667,00 €	107 334,00 €	67 298,40 €	134 596,80 €	27 262,80 €
CH – 2	RTAF 130 G XE LN	1	53 667,00 €		67 298,40 €		
CH – P1	RTAF 340 G XE LN	1	114 222,00 €	342 666,00 €	128 171,00 €	384 513,00 €	41 847,00 €
CH – P2	RTAF 340 G XE LN	1	114 222,00 €		128 171,00 €		
CH – P3	RTAF 340 G XE LN	1	114 222,00 €		128 171,00 €		
TOTAL:						69 109,80 €	

Figura 25 – Mapa comparativo

3.2.3 Aprovação de Material

Após análise dos equipamentos e material a aplicar na obra, são elaboradas as Fichas de aprovação de material, com o intuito de propor à fiscalização a aprovação dos equipamentos e material descrito em caderno de encargos ou alternativos antes de executar a respetiva encomenda.

Nas fichas de aprovação de material (vd. Figura 26), são especificados a marca, o modelo, o fornecedor e as características gerais. Juntamente com as fichas de aprovação de material são enviados catálogos, fichas técnicas e certificados, entre outros documentos.

Estas fichas são elaboradas no formato estipulado internamente ou no solicitado pela fiscalização.



Air Conditionado - Ventilação - Aquecimento - Projectos - Assistência Técnica

Rua das Areias, n.º 29 Tel. + 351 239 497 690
 Trouxemil Fax
 3025-137 COIMBRA climacer@climacer.com
 www.climacer.com



Para **ECOTERME-Equipamentos e Instalações Térmicas,** Encomenda: _____
 A/C: _____ De: _____
 C/C: Eng.º Paulo Festas Via: ORIGINAL
 Fax: 219 605 709 Ref.ª: _____
 Data: _____ Página: 1

POR FAVOR CONTACTAR CASO TENHA SIDO MAL RECEBIDO

Assunto: _____

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

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

Referência	Designação	Quant.	Uni	Pr. Unit.	%D1	%D2	%D3	% IVA	Total Linha
	Adjudicação Fornecedor nº 202102797 da data : 26.03.2021							23,00	
2021000768	Depósito Inércia Aço Galv. DIV-3000 6 Bar - 3000 lts	2,000	un	2 786,000				23,00	5 572,000
	NOTA IMPORTANTE: Aguardamos desenho de fabrico para nossa Validação/aprovação							23,00	
								23,00	

Figura 28 – Encomenda

3.2.5 Pedido de Esclarecimento

No decorrer da obra, sempre que surjam dúvidas, incoerências ou falta de informação detalhada, estas devem ser esclarecidas de forma que não ocorram, erros nas execuções, levando a prejuízos.

A figura 29 ilustra um modelo de um pedido de esclarecimento. Este documento é elaborado num formato estipulado internamente ou num formato solicitado pela fiscalização.

À medida que são enviados os pedidos de esclarecimento, e recebidos os respetivos pareceres por parte da fiscalização, são registados numa folha resumo num formato estipulado internamente, para que de forma simples seja possível consultar quais os pedidos de esclarecimento enviados, data de envio e data e parecer da mesma por parte da fiscalização.

transfor®		PEDIDO DE ESCLARECIMENTO	
Data	Nº do PE: 011	Número de Páginas Incluindo Esta: 2	
Obra Nº	DESIGNAÇÃO:		
DESCRIÇÃO			
Caudais de Água – UTA-P2			
Pela análise das peças desenhadas da revisão de projeto reparamos que existem dados diferentes.			
	Planta de piso	Quadro de Dimensionamento	
Equipamento	Peça desenhada - AVA-PEX-201-03A		
UTA-P2	AF 243,7(l/min) AQ 38,3(l/min)	AF 344,10(l/min) AQ 52,60(l/min)	
Questionamos quais os valores a ter em consideração.			
Aguardamos a vossa resposta,			
Cumprimentos,			

Figura 29 – Pedido de esclarecimento

3.2.6 Preparações

Antes da execução na obra, são realizadas preparações para todos os equipamentos e materiais a aplicar. Preparações dos maciços, negativos, condutas, tubagem, painéis solares, depósitos, chillers, UTAs entre outros equipamentos e materiais dependendo da obra.

Para uma boa execução em obra, estas preparações são necessárias para conferir a localização dos equipamentos, verificar a área das zonas técnicas, otimizar tubagem, solucionar incompatibilidades entre as várias especialidades, entre outras situações que surgem no decorrer da obra.

A medida que são elaboradas as preparações, estas são enviadas para a fiscalização para receber o seu parecer, caso seja aprovado segue-se a execução da obra, caso contrário será revisto, alterado e enviado novamente com o intuito de ser aprovado.

A figura 30 mostra uma preparação de condutas de insuflação e retorno.

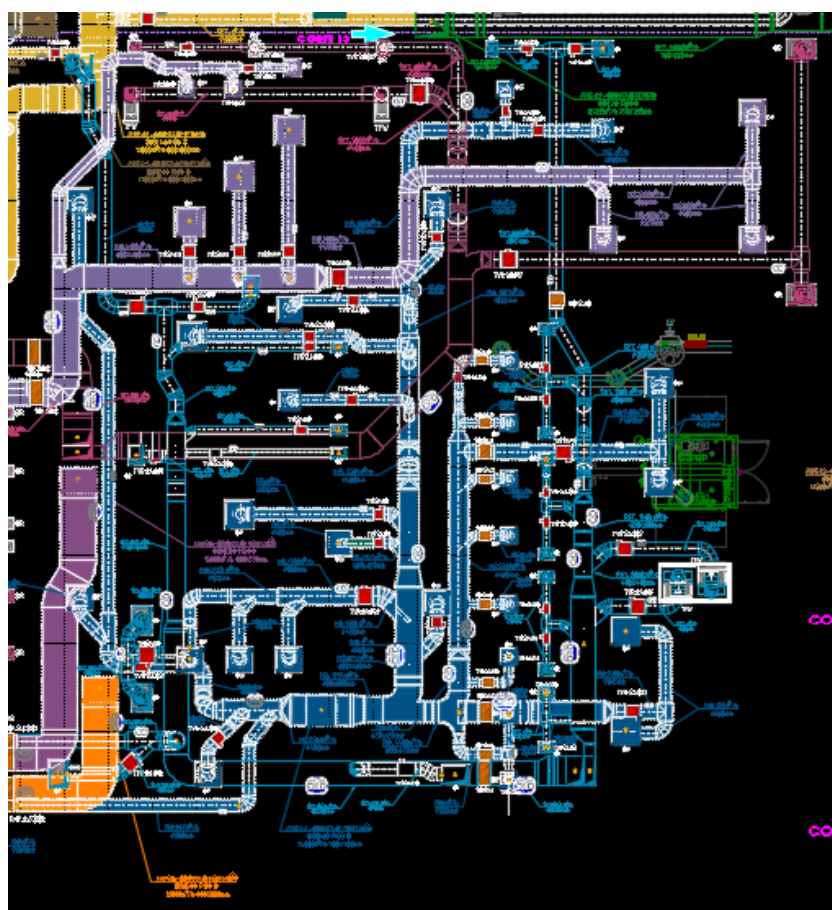


Figura 30 – Preparação de condutas

3.2.7 Ensaio de Estanquidade

O ensaio de estanquidade consiste em verificar as fugas existentes nas redes aerólicas, com o intuito de se garantir a estanquidade mínima admissível.

O despacho n.º 15793-G/2013 na alínea c) do n.º 4 do capítulo 1, estabelece que as perdas devem ser inferiores a $1,5 \text{ l/s.m}^2$ da área de conduta, quando sujeitas a uma pressão de 400 pascal. (Climacer 2021)

Para realizar o ensaio é necessário um equipamento de monitorização da estanquidade MP 210 (Kimo) (vd. Figura 31), composto por sensor/ transmissor de velocidade, caudal e temperatura SFC300, com sonda de fio quente, e sensor / transmissor de pressão diferencial MPR2500, e um ventilador axial, RUCK, modelo ETALINE EL 315 E2 01, equipado com variador de velocidade. (Climacer 2021)

Para iniciar o ensaio (vd. Figura 32), o troço a ensaiar é devidamente tamponado, no fim e no início da linha. No início da linha, junto ao ventilador, é introduzida uma sonda de fio quente na conduta e conectada a um medidor de variação de caudal (Kimo). Na extremidade mais afastada é aplicada uma tomada de ar que, através de um medidor de pressão, regista a pressão do ar existente no ramal. Ambos os sensores estão ligados a um registador que, durante 30 minutos, efetua o registo dos dados de 10 em 10 segundos. (Relatório Estanquidade 2021)

Apos o ensaio é realizado um relatório para enviar à fiscalização com a indicação de todo o processo, nomeadamente a identificação do troço ensaiado, resultados da medição e as conclusões finais.

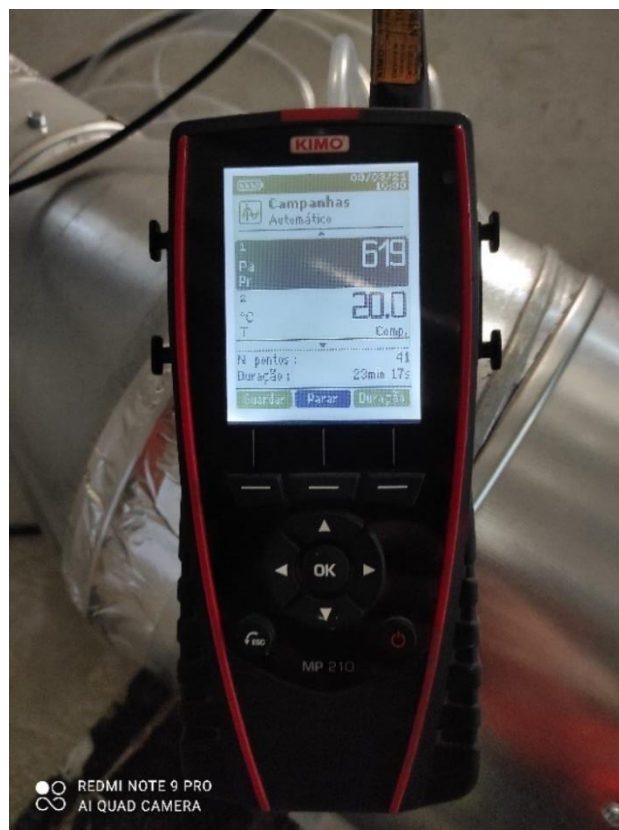


Figura 31 – Equipamento de monitorização



Figura 32 – Ensaio de estanquidade

O ensaio pode ser feito em primeira instância, a 10% da rede, escolhida aleatoriamente. Caso o ensaio da primeira instância não seja satisfatório, o ensaio da segunda instância deve ser feito em 20% da instalação, também escolhido aleatoriamente, para além das 10% iniciais. Se esta segunda instância também não satisfaça o critério pretendido, todos os ensaios seguintes devem ser feitos a 100% da rede de condutas.

CAPÍTULO 4 – SALAS BRANCAS

O período despendido no departamento de direção de obra teve a possibilidade o acompanhamento de algumas obras, entre as quais se destaca a Bluepharma de Eiras, em Coimbra, foi a primeira obra que acompanhei e também a que dediquei grande parte do estágio. Um conceito muito presente nesta obra é o de salas brancas, por esse motivo, o presente capítulo é dedicado a este tema.

Refira-se, ainda, o acompanhamento próximo das obras na Faculdade de Medicina Privada da Universidade Católica e da Unilever, uma unidade industrial alimentar em Lisboa

A Bluepharma é uma empresa farmacêutica de capitais portugueses, com sede em Coimbra. Iniciou a sua atividade em fevereiro de 2001. (Bluepharma 2021)

A nova unidade industrial da Bluepharma, é destinada para a produção de formas sólidas orais potentes.

Na figura 33 pode-se observar a unidade industrial fabril da Bluepharma, em Eiras, ainda na fase de obra.



Figura 33 – Obra Bluepharma

4.1 Conceito Salas Brancas

O fabrico, preparação e manuseio de produtos médicos ou biotecnológicos exige que sejam efetuados em salas brancas, também conhecidas por salas limpas. É necessário o controlo, tanto de contaminantes como de microorganismos que possam existir e desenvolverem-se no

local. A qualidade final do produto, bem como a segurança dos trabalhadores e do meio ambiente, está diretamente ligada à qualidade do ar interior. (Costa 2016)

A temperatura, humidade, partículas no ar, fluxo de ar, pressão interior, iluminação, são alguns dos parâmetros que, dentro das salas brancas, devem estar estritamente controlados para evitar a contaminação do produto final.

Para um bom desempenho as salas brancas são caracterizadas pela sua construção normalmente por painéis com isolamento térmico revestido com chapa de aço inox ou pintado de branco (painéis sanduíche), as superfícies são lisas e de fácil limpeza, acabamentos sem falhas, agilidade na instalação e manutenção.

4.1.1 Normas

Na união europeia, as empresas que sejam certificadas pela ISO 9000:2015 (regulamenta os fundamentos e o vocabulário do sistema de gestão da qualidade) e pela ISO 14000:2015 (estabelece diretrizes sobre a área de gestão ambiental dentro das empresas), que prestam serviços nesta área específica e que queiram manter a certificação, necessitam também de cumprir a norma ISO 14644:2015. (Costa 2016)

A diretiva Good Manufacturing Practice (GMP), que tem como base a U.S. FDA (Food and Drug Administration), e a norma ISO 14644, apresentando uma abordagem mais flexível e atual, definindo claramente os procedimentos e classificações a aplicar consoante as classes pretendidas. (Costa 2016)

A classificação das salas brancas está relacionada com o nível de concentração de contaminantes presentes por cada m³ de ar do local. Quanto menor for o número de partículas presentes por m³ de ar e a sua dimensão, melhor será a classificação. (Costa 2016)

4.1.1.1 Norma ISO 14644

A ISO 14644:2015- Cleanrooms and associated controlled environments, é composta por doze documentos. Estes documentos cobrem todas as necessidades de uma instalação composta por salas brancas, fornecendo informações e regulamentação a aplicar, que vão desde a fase de conceção até à fase de exploração das instalações. (Costa 2016)

A Figura 34 ilustra de forma esquemática os doze documentos existentes que constituem a ISO 14644.

Document	Title	Description
ISO 14644-1	Classification of air cleanliness by particle concentration	Covers the classification of air cleanliness in cleanrooms and associated controlled environments.
ISO 14644-2	Monitoring to provide evidence of cleanroom performance related to air cleanliness by particle concentration	Specifies requirements for monitoring and periodic testing of a cleanroom or clean zone to prove its continued compliance with ISO 14644-1.
ISO 14644-3	Test methods	Specifies test methods for designated classification of airborne particulate cleanliness for characterizing the performance of cleanrooms and clean zones.
ISO 14644-4	Design, construction, and start-up	Specifies requirements for the design and construction of cleanroom installations.
ISO 14644-5	Operations	Specifies basic requirements for cleanroom operations.
ISO 14644-7	Separative devices (clean air hoods, gloveboxes, isolators, minienvironments)	Specifies the minimum requirements for the design, construction, installation, testing and approval of separative devices.
ISO 14644-8	Classification of air cleanliness by chemical concentration (ACC)	Covers the classification of airborne molecular contamination (AMC) in cleanrooms and associated controlled environments.
ISO 14644-9	Classification of surface particle cleanliness	Establishes the classification of cleanliness levels on solid surfaces by particle concentration in cleanrooms and associated controlled environments.
ISO 14644-10	Classification of surface cleanliness by chemical concentrations	Defines the classification system for cleanliness of surfaces in cleanrooms with regard to the presence of chemical compounds or elements.
ISO/DIS 14644-13	Cleaning of surfaces to achieve defined levels of cleanliness in terms of particle and chemical classifications	Addresses the cleaning to a specified degree on cleanroom surfaces, surfaces of equipment in a cleanroom and surfaces of materials in a cleanroom.
ISO/FDIS 14644-14	Assessment of suitability for use of equipment by airborne particle concentration	Specifies a methodology to assess the suitability of equipment for use in cleanrooms and associated controlled environments.
ISO/DIS 14644-15	Assessment of suitability for use of equipment and materials by airborne chemical concentration	Provides requirements and guidance for assessing the chemical airborne cleanliness of equipment and materials which are foreseen to be used in cleanrooms and associated controlled environments.

Figura 34 – Documentos (Costa 2016)

A ISO 14644-1:2015 especifica a classificação da limpeza do ar em termos de concentração de partículas transportadas pelo ar em salas brancas, define ainda, os limites máximos de concentração de partículas por m³ de volume de ar.

Esta norma estabelece nove classes de limpeza do ar, mas não define o estado de ocupação da sala. De acordo com esta norma, ao especificar uma sala branca é necessário completar com o estado ocupacional da sala, uma vez que a concentração de partículas dentro do local varia consoante o nível de atividade dentro da sala. (Krippner sd)

Esta norma destaca três tipos de estados de operação associados ao funcionamento das salas:

Construído: a sala encontra-se concluída, a funcionar, mas sem quaisquer equipamentos de produção, materiais ou pessoal. (Costa 2016)

Em repouso: ocorre quando a sala se encontra em pleno funcionamento, mas sem pessoal no interior. (Costa 2016)

Operacional: a sala encontra em pleno funcionamento e com pessoal a laborar no interior da mesma. (Costa 2016)

A figura 35 indica as classes de limpeza do ar para partículas em suspensão de acordo com a ISO 14644-1:2015.

Número de classificação ISO (N)	Limites máximos de concentração (partículas/m ³ de ar) para partículas iguais ou maiores que os tamanhos considerados					
	0,1 µm	0,2 µm	0,3 µm	0,5 µm	1 µm	5 µm
ISO Classe 1	10	2				
ISO Classe 2	100	24	10	4		
ISO Classe 3	1 000	237	102	35	8	
ISO Classe 4	10 000	2 370	1 020	352	83	
ISO Classe 5	100 000	23 700	10 200	3 520	832	29
ISO Classe 6	1 000 000	237 000	102 000	35 200	8 320	293
ISO Classe 7				352 000	83 200	2 930
ISO Classe 8				3 520 000	832 000	29 300
ISO Classe 9				35 200 000	8 320 000	293 000

Figura 35 – Classes de limpeza do ar para partículas em suspensão (Krippner sd)

4.1.1.2 Diretiva GMP

Esta diretiva tem o objetivo de promover a melhoria contínua e impedir a estagnação das soluções tecnológicas. A sua utilização garante o controlo de qualidade de toda a cadeia de fabrico, desde o fornecedor, passando pelo processo, até à fase de testes. Garante a monitorização constante de todo o processo, assegurando no final um produto de elevada qualidade. (Costa 2016)

À semelhança do que acontece com a norma ISO, esta diretiva limita a concentração máxima de partículas, reportando aos limites estabelecidos pela ISO 14644. Mas ao contrário da ISO 14644-1:2015 os estados de funcionamento são tidos em conta e balizados de acordo com as classes definidas na Figura 36. (Costa 2016)

Grade	Maximum permitted number of particles per m ³ equal to or greater than the tabulated size			
	At rest		In operation	
	0.5 µm	5.0µm	0.5 µm	5.0µm
A	3 520	20	3 520	20
B	3 520	29	352 000	2 900
C	352 000	2 900	3 520 000	29 000
D	3 520 000	29 000	Not defined	Not defined

Figura 36 – Concentração de contaminantes máxima para as classes GMP (Vilela 2017)

A diretiva GMP classifica a limpeza do ar em quatro tipos de classes, o grau determinado pelo tipo de produto e processo que deve ser protegido da contaminação.

Na classe A, o local é caracterizado por ser de alto risco, ocorre aquando do processo de enchimento de ampolas, de frascos, entre outros, onde é exigido elevado nível de segurança. (Costa 2016)

Classe B, locais em preparações assépticas e processos de enchimento. É a classe a garantir num local imediatamente adjacente a um local de classe A. (Costa 2016)

Classes C e D, locais em que os processos sejam considerados menos críticos que os anteriores. (Costa 2016)

4.1.2 Controlo das Fontes de Contaminação

Para além das características estruturais das salas brancas, que auxiliam no controlo das fontes contaminantes, esta são compostas por equipamentos que controlam os parâmetros internos, garantindo a qualidade do produto, a segurança dos trabalhadores e do meio ambiente.

As salas brancas são compostas por um sistema de climatização. Usualmente são unidades de tratamento de ar, responsáveis pelo controle da humidade e da temperatura do ar, por ventiladores, responsáveis pela extração, renovação do ar e controlo de pressão, por filtros de alta eficiência, a fim de reter as partículas presentes no ar antes deste ser insuflado e posteriormente quando extraído.

4.1.2.1 Fontes Contaminantes

No ar existem partículas contaminantes geradas pela natureza (pólen, pó, organismos vivos e mortos), pelos trabalhadores (cabelo, pele, roupa, respiração, espirro) e pelas unidades industriais (combustão, vapores químicos, desgaste dos equipamentos). As partículas geradas pelos trabalhadores e pela indústria, são consideradas uma fonte interna de contaminação, as partículas geradas pela natureza são consideradas uma fonte externa, surgindo dentro da sala por infiltração através de portas, janelas ou por maus acabamentos da estrutura. (Costa 2016)

A tabela ilustrada na figura 37 mostra os contaminantes mais comuns e o seu tamanho em micrómetros.

Contaminante	Tamanho (µm)
Cabelo Humano	70 - 100
Pele Humana	0.4 - 10
Pólen	10 - 40
Bolor	0.01 - 10
Fumo	0.01 - 1
Pó	0.1 - 75
Bactérias	0.4 - 20
Vapor	0.005
Gás	0.005
Vírus	0.002 - 0.05
Aerossol de Teste	0.1 - 0.7

Figura 37 - Dimensão de contaminantes comuns

4.1.2.2 Vestuário

A utilização de vestuário específico nas salas brancas, tem como objetivo controlar a dispersão de partículas e a contaminação do ar da sala. O vestuário mais eficaz é o que envolve por completo o utilizador.

Sendo os trabalhadores a maior fonte de contaminação, a diretiva GMP classifica o local e o tipo de vestuário a utilizar no mesmo.

Nas classes A e B, é obrigatório o uso de fato e equipamentos protetores do couro cabeludo (cabeça e cara), esta proteção deverá estar por dentro do fato. O uso de máscara facial, óculos de proteção, luvas e calçado especial, é fundamental, sendo as luvas e o calçado ajustados por cima do fato. (Costa 2016)

Na classe C, o cabelo e a barba devem estar cobertos. É obrigatório o uso de fato especial único ou de duas peças (calças e casaco), possuindo elásticos nos pulsos e gola alta com elásticos. O calçado deverá ser especial ou possuir um resguardo protetor. (Costa 2016)

Na Classe D, o cabelo e a barba devem estar cobertos. Deve ser usado um fato protetor incluindo calçado apropriado ou calçado coberto por um resguardo protetor. (Costa 2016)

É recomendada a troca de todo o vestuário de proteção a cada entrada numa sala branca. O uso de roupas de proteção fora de ambientes esterilizados pode levar à aderência de partículas contaminantes, comprometendo a limpeza das roupas e, conseqüentemente, das salas brancas.

Na figura 38, pode-se visualizar um exemplo do tipo de vestuário de proteção utilizado numa sala branca.



Figura 38 - Vestuário tipo

A figura 39 indica valores de referência para a taxa de formação de partículas contaminantes geradas pelos trabalhadores por minuto, em função do tipo de atividade.

Tipo de Acção	Taxa de Formação ($\geq 0.3 \mu\text{m}/\text{min.}$)
Em repouso	100.000
Pequenos movimentos em repouso	500.000
Pequenos movimentos em andamento	1.000.000
Sentar ou levantar	2.500.000
Andar devagar	5.000.000
Andar médio	7.500.000
Andar rápido	10.000.000

Figura 39 - Partículas geradas pelo ser humano/min

4.1.2.3 Controlo de Pressão

A pressão a que uma sala está sujeita é determinada pelo tipo de processo de fabrico que ocorra nela.

As salas brancas são projetadas de forma que o ar contaminado das zonas adjacentes não se infiltre. A direção do fluxo de ar deve ir do local mais limpa para o mais sujo, de forma a garantir este efeito é através do controlo da pressão relativa dentro de cada sala, estabelecendo hierarquias de pressões entre os diversos locais. (Costa 2016)

A forma de estabelecer uma hierarquia de pressões, é a construção de antecâmaras entre dois ou mais locais com diferentes classificações. Impedido a entrada de contaminantes entre ambientes e a variação da pressão dentro da sala branca aquando da abertura da porta. As antecâmaras também funcionam como local de transição, onde poderão ocorrer trocas de vestuário, descontaminação e passagens de material. (Costa 2016)

Estas diferenças de pressão são criadas mecanicamente, através da ventilação. Quando uma sala de encontra pressurizada, significa que se está a insuflar mais volume de ar do que aquele que se está a extrair, impedido a infiltração de contaminantes do exterior. Quando se encontra em depressão, significa que extrai mais volume de ar do que aquele que é insuflado. (Costa 2016)

A diferença de pressão entre locais com classificações diferentes deverá ser entre 10 e 15 pascal. (Costa 2016)

4.1.2.4 Sistemas de Filtração

De forma a eliminar as partículas existentes no ar, o sistema de ar aplicado nas salas brancas é composto por três níveis de filtração.

O 1º e 2º níveis de filtração localizam-se na unidade de tratamento de ar, correspondendo à pré filtração e filtração do ar antes de entrar na UTA, tal como num sistema comum. (Costa 2016)

No nível 1, é normalmente usado um filtro do tipo G4, com capacidade de captação de partículas de maior dimensão, $\geq 3 \mu\text{m}$. Este filtro é de baixo custo, utilizado na pré filtração do ar novo, instalado antes do filtro de nível 2.

No nível 2, é utilizado um filtro do tipo F8, com uma eficiência de reter partículas de dimensão $\geq 0.3 \mu\text{m}$.

O 3º nível de filtração, pode ser instalado à saída da UTA ou como elemento terminal aplicado nos difusores de insuflação. (Costa 2016)

Neste último nível de filtração, são usados filtros absolutos ou de alta eficiência, impedindo que contaminantes gerados no interior da UTA contaminem a rede de distribuição de ar. Normalmente é usado um filtro do tipo F7/F8 ou um filtro do tipo HEPA (High Efficiency Particulate Air).

Na extração, antes do ar ser libertado para o meio ambiente, é adicionado um filtro terminal nas grelhas de extração e, dependendo do grau de perigosidade dos contaminantes produzidos dentro da própria sala, pode ser adicionado um outro filtro junto do ventilador de extração.

4.1.2.5 Insuflação e Extração do Ar

O tipo de escoamento e o método de extração do ar numa sala branca, são fatores importantes a ter em conta.

O ar insuflado traduz-se num número de recirculações horárias que serão aplicadas à sala consoante a classe da mesma. Quanto maior for a classe, maior será o número de recirculações horárias. Para salas com uma classe até ao nível 5, ou seja, com níveis de contaminantes baixos é aplicado o escoamento unidirecional, para as salas com classes superiores aplica-se escoamento não-unidirecional. (Costa 2016)

Dependendo do grau de perigo dos contaminantes existentes nas salas brancas, a extração do ar pode ser realizada através do próprio fluxo de ar, quando as substâncias não são consideradas perigosas, ficando retidas nos elementos de filtração. Pode também ser realizada por campânulas de extração, quando se manuseia substâncias de elevado grau de perigo. Finalmente, pode ser realizada através de câmaras totalmente fechadas com ventilação própria, quando há um risco extremo por parte dos produtos que estão a ser manuseados. (Costa 2016)

4.2 Sistemas de Ar Aplicados

A nova unidade industrial farmacêutica de alta especialização tecnológica da Bluepharma, foi projetada com oito sistemas de ar, três sistemas são de 100% ar novo com controlo de humidade, identificados como 1.1, 2.2 e 2.3, dois sistemas também de 100% ar novo, mas sem controlo de humidade, 2.1 e 2.4, dois sistemas com recirculação de ar com alimentação de ar novo não tratado, 1.2 e 2.5 e um sistema de expansão direta com alimentação de ar novo, 3.1.

Todos estes equipamentos encontram-se nas zonas técnicas. Os sistemas 1.1 e 1.2 estão associadas a salas brancas do piso 1, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 e 2.5 ao piso 2 e o 3.1 ao piso 3.

Na figura 40 estão identificados todos os sistemas de ar existente na obra, bem como a identificação dos equipamentos que compõem cada sistema e as zonas (salas brancas).

Para a redação desta secção foi tida em consideração a memória descritiva da obra (Bluepharma 2020).

SISTEMA DE AR	EQUIPAMENTO	ZONA	DESCRIÇÃO
SISTEMA 1.1	AHU-1.1	AMOSTRAGEM/PESAGEM	UNIDADE DE TRATAMENTO DE AR
	E-1.1	AMOSTRAGEM/PESAGEM	VENTILADOR DE EXTRAÇÃO
	SFU-1.1	AMOSTRAGEM/PESAGEM	BAG_IN/BAG-OUT H13
SISTEMA 1.2	AHU-1.2	ARMAZEM	UNIDADE DE TRATAMENTO DE AR
SISTEMA 2.1	AHU-2.1	PRODUÇÃO	UNIDADE DE TRATAMENTO DE AR
	SFU-2.1	PRODUÇÃO	BAG_IN/BAG-OUT H13
SISTEMA 2.2	AHU-2.2	PRODUÇÃO	UNIDADE DE TRATAMENTO DE AR
	E-2.2	PRODUÇÃO	VENTILADOR DE EXTRAÇÃO
	SFU-2.2	PRODUÇÃO	BAG_IN/BAG-OUT H13
SISTEMA 2.3	AHU-2.3	PRODUÇÃO	UNIDADE DE TRATAMENTO DE AR
	E-2.3	PRODUÇÃO	VENTILADOR DE EXTRAÇÃO
	SFU-2.3	PRODUÇÃO	BAG_IN/BAG-OUT H13
SISTEMA 2.4	AHU-2.4	PRODUÇÃO	UNIDADE DE TRATAMENTO DE AR
	SFU-2.4	PRODUÇÃO	BAG_IN/BAG-OUT H13
SISTEMA 2.5	AHU-2.5	PRODUÇÃO	UNIDADE DE TRATAMENTO DE AR
SISTEMA 3.1	AHUE-3.1	Q.C.LABORATÓRIO	UNIDADE DE TRATAMENTO DE AR
	E-3.1	Q.C.LABORATÓRIO	VENTILADOR DE EXTRAÇÃO
	CU-3.1	Q.C.LABORATÓRIO	UNIDADE EXTERIOR VRV
	EU-3.1.1 (LAB. FÍSICO-QUÍMICO)	Q.C.LABORATÓRIO	UNIDADE INTERIOR VRV
	EU-3.1.2 (LAB. FÍSICO-QUÍMICO)	Q.C.LABORATÓRIO	UNIDADE INTERIOR VRV
	EU-3.1.3 (LAB. FÍSICO-QUÍMICO)	Q.C.LABORATÓRIO	UNIDADE INTERIOR VRV
	EU-3.1.4 (LAB. FÍSICO-QUÍMICO)	Q.C.LABORATÓRIO	UNIDADE INTERIOR VRV
	EU-3.1.5 (LAB. FÍSICO-QUÍMICO)	Q.C.LABORATÓRIO	UNIDADE INTERIOR VRV
	EU-3.1.6 (LAB. FÍSICO-QUÍMICO)	Q.C.LABORATÓRIO	UNIDADE INTERIOR VRV
	EU-3.1.7 (LAB. DISSOLUÇÕES)	Q.C.LABORATÓRIO	UNIDADE INTERIOR VRV
	EU-3.1.8 (LAB. DISSOLUÇÕES)	Q.C.LABORATÓRIO	UNIDADE INTERIOR VRV
	EU-3.1.9 (CABINES DE PESAGEM)	Q.C.LABORATÓRIO	UNIDADE INTERIOR VRV
	EU-3.1.10 (PREP. AMOSTRAS)	Q.C.LABORATÓRIO	UNIDADE INTERIOR VRV
	EU-3.1.11 (CABINE PESAGEM)	Q.C.LABORATÓRIO	UNIDADE INTERIOR VRV
	EU-3.1.12 (SALA INSONORIZADA)	Q.C.LABORATÓRIO	UNIDADE INTERIOR VRV
	EU-3.1.13 (SALA TRAT. DADOS)	Q.C.LABORATÓRIO	UNIDADE INTERIOR VRV
	EU-3.1.14 (SALA TRAT. DADOS)	Q.C.LABORATÓRIO	UNIDADE INTERIOR VRV
	EU-3.1.15 (SALA REVISÃO DOC.)	Q.C.LABORATÓRIO	UNIDADE INTERIOR VRV
	EU-3.1.16 (GABINETE)	Q.C.LABORATÓRIO	UNIDADE INTERIOR VRV
EU-3.1.17 (CORREDOR)	Q.C.LABORATÓRIO	UNIDADE INTERIOR VRV	
EU-3.1.18 (CORREDOR)	Q.C.LABORATÓRIO	UNIDADE INTERIOR VRV	
EU-3.1.19 (CORREDOR)	Q.C.LABORATÓRIO	UNIDADE INTERIOR VRV	

Figura 40 – Sistemas de ar

O ar é direcionado através de condutas metálicas isoladas termicamente até às respetivas salas (vd. Figura 41), onde é insuflado por difusores rotativos, e extraído por grelhas instaladas junto ao pavimento, conseguindo assim o efeito de varrimento de cima para baixo, reduzindo o tempo em que as partículas permanecem suspensas no ambiente.



Figura 41 – Condutas metálicas

Antes de o ar ser insuflado e posteriormente extraído, este irá passar por diferentes etapas de filtração. O ar insuflado irá passar pelo sistema de filtração presente nas unidades de tratamento de ar, já o ar de extração irá passar por filtros localizados no ventilador de extração ou na própria conduta de retorno de ar, através de grelhas com filtro nas paredes da sala ou caixas de filtração H13 (vd. Figura 42).

Os diversos filtros utilizados apresentam diferentes níveis de eficiência, M5 apresenta 60% a 80% de eficiência, o F9 95% e o H13 99,995%.



Figura 42 – Filtro

Para evitar a contaminação das salas, foram estabelecidos diferentes níveis de pressão, nomeadamente de 12,5 pascal entre divisões. Nas salas em que ocorra manipulação direta de produtos, estas estão em depressão em relação ao exterior. O controlo da pressão é feito recorrendo a registos de caudal de insuflação e de extração de cada sala.

Na entrada das salas e antecâmeras serão instalados equipamento de monitorização, de forma a serem visualizados os parâmetros internos das salas brancas, como pressão, temperatura, humidade das salas onde ocorra manipulação de produtos.

4.2.1 Sistemas 1.1, 2.2 e 2.3

Estes sistemas são compostos por uma unidade de tratamento do tipo tudo ar novo com capacidade para aquecimento, arrefecimento e desumidificação por arrefecimento e por roda dessecante, uma unidade de extração de ar e uma caixa de filtração H13 com comutação segura do tipo Bag IN - Bag Out na extração.

A UTA é composta por filtro G4 + M5, uma bateria de água fria e quente para eliminar a humidade do ar exterior, roda térmica dessecante, bateria de arrefecimento de acerto, filtro terminal H13 e o sistema de regeneração da roda dessecante.

O ar extraído das salas passará por filtros H13, instalados nas paredes das salas e posteriormente voltará a passar por filtro H13 com comutação segura, sendo de seguida libertado para o exterior através do ventilador de extração.

O ar é insuflado na sala através de difusores localizados no teto falso e a extração através de grelhas situadas nas paredes ou no teto falso.

Os climatizadores e extratores estão equipados com um variador de velocidade, para manter caudal constante com a colmatagem dos filtros, permitindo ajustar os diferenciais de pressão requeridos para as salas.

4.2.2 Sistema 2.1 e 2.4

Estes sistemas são compostos por uma unidade de tratamento de ar do tipo tudo ar novo com recuperação de energia, capacidade para aquecimento, arrefecimento e desumidificação por arrefecimento, uma unidade de extração de ar e uma caixa de filtração H13 com comutação segura do tipo Bag IN - Bag Out para a extração.

A unidade de tratamento de ar dispõe de uma etapa de filtração G4 + M5, uma bateria de recuperação, uma bateria de água fria e água quente, um ventilador de insuflação, filtro F9 e filtro final H13.

O ar de extração irá passar por uma primeira etapa de filtração H13 colocada nas paredes laterais de algumas salas, posteriormente passará por outra etapa de filtração H13 com comutação segura.

A bateria de recuperação é de água do tipo run-around coil. O ar extraído arrefece ou aquece a água da bateria de extração, que por sua vez, através de uma bomba de recirculação, esta água aquece ou arrefece o ar que entra no sistema.

O ar é insuflado através de difusores localizados no teto falso e será devolvido através de grelhas situadas nas paredes com filtros H13.

Todos os climatizadores e extratores são equipados com um variador de velocidade, para manter o caudal constante com a colmatagem dos filtros, permitindo ajustar os diferenciais de pressão requeridos para as salas.

4.2.3 Sistema 1.2 e 2.5

Estes sistemas serão constituídos por uma unidade de tratamento de ar equipada com registo de mistura e ventilador de extração.

A unidade tratamento de ar recircula parte do ar extraído das salas com outra parte de ar novo não tratado, dispõem de uma etapa de filtração G4 + M5, uma bateria de água fria e uma bateria de água quente, ventilador de insuflação de ar e filtro F9.

Os registos de ar de mistura permitem a possibilidade de free-cooling.

O ar será insuflado nas salas através de difusores e injetores de ar de longo alcance e extraído por grelhas localizadas no teto.

As unidades terão variadores de velocidade, a fim de se poder realizar um ajuste das pressões nas salas e superar as diferentes perdas de carga dos filtros quando estão limpos ou sujos.

4.2.4 Sistema 3.2

Este sistema é constituído por uma unidade de tratamento de ar tudo ar novo, um ventilador de extração e VRV (unidades interiores e unidade exterior).

A unidade de tratamento do ar exterior é composta por um pré-filtro M5, bateria de água fria e quente e ventilador de insuflação. Esta unidade fornece o ar exterior para ventilação da área, às unidades interiores fan-coils.

O sistema de expansão direta será composto por várias unidades interiores e uma unidade exterior, sistema de dois tubos. As unidades internas são do tipo cassete instaladas no teto falso, tem uma etapa de filtração G4.

Em cada sala com unidade interior é instalado um termostato de controlo.

4.3 Outros Equipamentos

Para um pleno funcionamento dos sistemas de ar acima referenciados, a instalação é composta por outros equipamentos e materiais necessários para o bom desempenho e eficiência energética da instalação.

Para a redação desta secção foi tida em consideração a memória descritiva da obra (Bluepharma 2020).

4.3.1 Chiller

Dois equipamentos essenciais associados aos sistemas de ar acima referenciados, utilizados na alimentação das unidades de tratamento de ar, com água fria e quente, são os chillers do tipo ar – água multifuncional com produção simultânea de água fria 4 °C a 9 °C e água quente 55 °C a 50 °C (vd. Figura 43).

A temperatura mais baixa da água fria permite uma maior desumidificação do ar por refrigeração e a temperatura mais alta da água quente permite dar ao sistema de regeneração da roda dessecante do desumidificador maior eficiência. Este sistema permite uma poupança de energia pois o calor desperdiçado no arrefecimento da água é utilizado para a regeneração da roda dessecante, evitando-se assim a rede de vapor e os elevados consumos.

Os chillers funcionam num sistema a quatro tubos. O sistema possui dois circuitos frigoríficos independentes, com a divisão entre duas secções, fonte quente (lado do condensador) e fonte fria (lado do evaporador), pode operar de três formas diferentes, produção apenas água fria, água quente ou produzir água quente e fria em simultâneo.

A distribuição de água fria e água quente será feita através de tubagem de ferro preto devidamente tratado, isolada e com forra mecânica.



Figura 43 – Chillers

4.3.2 Bombas de Circulação

A circulação de água dos circuitos é realizada através de bombas de circulação. Nos circuitos primários, as unidades multifuncionais incorporam grupos de circulação, mantendo assim um caudal constante na instalação (vd. Figura 44).

Nos circuitos secundários, foram instaladas nos coletores bombas de caudal variável, que irão transportar o caudal de água necessário às unidades de tratamento de ar.



Figura 44 – Bombas de circulação

4.3.3 Depósitos de Inércia

Os depósitos de inércia de água são acumuladores onde se armazena temporariamente o excesso de energia dos sistemas que não é necessário num dado momento, e que é devolvido conforme necessário (vd. Figura 45).

Foi instalado um depósito para o circuito de água fria 4°C a 9°C e outro para o para o circuito de água quente 55°C a 50°C.

Os depósitos depois de serem instalados e devidamente ligados, foram isolados termicamente e revestidos com forra mecânica.



Figura 45 – Depósitos de inércia

4.3.4 Vasos de Expansão

Os vasos de expansão são destinados a compensar o aumento do volume da água provocado pela subida da temperatura da mesma (vd. Figura 46).

Em cada circuito primário foi instalado um vaso de expansão, com válvula de segurança.



Figura 46 – Vaso de expansão

4.3.5 Coletores Hidráulicos

A instalação é composta por monocoletores, destinados ao equilíbrio hidráulico dos circuitos de aquecimento e arrefecimento (vd. Figura 47).

Estes coletores são devidamente tratados para proteção contra oxidação, posteriormente foram isolados termicamente e forrados com forra mecânica.

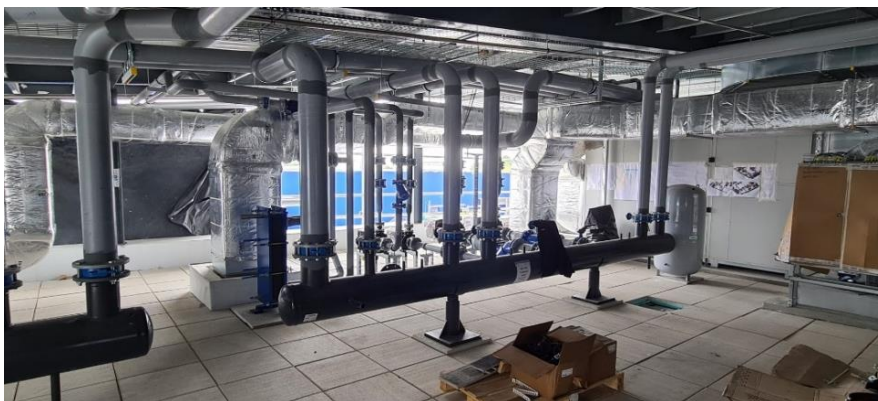


Figura 47 – Coletores hidráulicos

4.3.6 Permutador de Calor

O permutador de calor foi aplicado no circuito de frio, permitindo a transferência de energia térmica entre dois fluidos a temperaturas diferentes, sem que ocorra transferência de fluidos (vd. Figura 48).



Figura 48 – Permutadores de calor

4.3.7 Válvulas e Acessórios

As válvulas e acessórios (válvulas de seccionamento, motorizadas, regulação dinâmicas, de retenção, de segurança, filtros, manómetros, termómetros, juntas anti vibráteis, redutoras e pressão e purgadores automáticas de ar) são parte importante numa instalação, necessárias para controlo e regulação do fluido (vd. Figura 49).

O tipo de ligação das válvulas varia, para diâmetros inferiores ou iguais a 2" serão roscadas, para diâmetros superiores serão flangeadas.



Figura 49 – Válvulas

CAPÍTULO 5 – ANÁLISE DE PROJETO

Após a adjudicação da obra à empresa, a equipa destinada à sua execução procede à análise do projeto da obra, a fim de averiguar possíveis erros de projeto, antecipando uma má execução e prejuízos que só seriam verificados no decorrer da obra, ou mesmo no final desta, após arranque e ensaios no sistema.

Durante uma dessas análises, foi detetado que as bombas descritas em projeto não correspondiam na totalidade às necessidades do projeto. Foi necessário efetuar medições e cálculos para verificar o caudal e a altura manométrica necessária para cada bomba.

As bombas descritas no projeto serão aplicadas nos circuitos fechados de circulação de água refrigerada e aquecida, serão centrífugas com o motor elétrico diretamente acoplado ao veio da turbina, serão de caudal constante e/ou variável, conforme o circuito a instalar.

O Quadro 3 indica os grupos de bombagem existentes no projeto de obra em estudo, bem como o caudal, altura manométrica e referência da bomba sugerida pelo projetista.

Bombas	Circuito	Caudal [m³/h]	P. Total [m.c.a]	Modelo de ref^a	Marca de ref^a
BFCH – P1	Primário	168,9	8	In-Line	KSB
BFCH – P2	Primário	168,9	8	In-Line	KSB
BFCH – P3	Primário	168,9	8	In-Line	KSB
BDF – P1	Secundário	203	20	In-Line	KSB
BDF – P2	Secundário	203	20	In-Line	KSB
BDF – P3	Secundário	203	20	In-Line	KSB
BFCH – 1	Primário	78,8	6	In-Line	KSB
BFCH – 2	Primário	78,8	6	In-Line	KSB
BDF – 1	Secundário	75	20	In-Line	KSB
BDF – 2	Secundário	75	20	In-Line	KSB
BDQ – 1	Secundário	28,3	20	In-Line	KSB
BDQ – 2	Secundário	28,3	20	In-Line	KSB
BD – AQS 1	Secundário	8	6	In-Line	KSB
BD – AQS 2	Secundário	8	6	In-Line	KSB

Quadro 3 – Bombas de projeto

A verificação das bombas inicia-se com a medição da tubagem e contabilização das perdas de carga localizadas, desde o equipamento primário até ao equipamento terminal mais desfavorável, levando em conta o material e diâmetro da tubagem.

Através de uma folha de cálculo que se baseia nas fórmulas descritas no subcapítulo 5.1, os dados de projeto são inseridos sendo obtido um conjunto de resultados sobre a instalação que ajuda à seleção e otimização dos equipamentos.

5.1 Cálculo das Perdas de Carga

A perda de carga é a restrição à passagem do fluxo do fluido dentro da tubagem, influenciando diretamente na altura manométrica de uma bomba e do caudal, ocasionando um aumento de potência consumida.

$$\Delta P = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2 \times g}$$

Onde:

ΔP - Perda de carga [m.c.a.];

L - Comprimento da tubagem [m];

D - Diâmetro interno da tubagem [m];

V - Velocidade média do fluido [m/s];

g - Aceleração gravítica [9,8 m/s²];

f - Coeficiente de atrito (adimensional).

Sendo:

$$Q = V \times A$$

Onde:

Q - Caudal [m³/s];

V - Velocidade do fluido [m/s];

A - Área de secção da tubagem [m²].

A perda de carga total é a soma entre as perdas de carga contínuas, que ocorrem ao longo da tubagem, com as perdas de carga localizadas, que ocorrem nas conexões (curvas, derivações), válvulas (retenção, secionamento, regulação...etc) e nas saídas e entrada dos depósitos.

$$\text{Perda de carga total} = \text{Perdas de carga contínuas} + \text{Perdas de carga localizadas}$$

As perdas de carga localizadas são calculadas através da seguinte fórmula:

$$\Delta P = K \times \frac{V^2}{2 \times g}$$

Onde:

ΔP - Perda de carga [m.c.a.];

K - Coeficiente individual perda de carga (adimensional);

V - Velocidade de referência (m/s);

g - Aceleração da gravítica (m/s²).

No Quadro 4, mostra os grupos de bombagem finais, após a verificação das perdas de carga e caudais.

Bombas	Circuito	Caudal [m ³ /h]	P. Total [m.c.a]	Modelo	Marca
BFCH – P1	Primário	202,2	15	In-Line	KSB
BFCH – P2	Primário	202,2	15	In-Line	KSB
BFCH – P3	Primário	202,2	15	In-Line	KSB
BDF – P1	Secundário	203	20	In-Line	KSB
BDF – P2	Secundário	203	20	In-Line	KSB
BDF – P3	Secundário	203	20	In-Line	KSB
BFCH – 1	Primário	78,8	8	In-Line	KSB
BFCH – 2	Primário	78,8	8	In-Line	KSB
BDF – 1	Secundário	75	20	In-Line	KSB
BDF – 2	Secundário	75	20	In-Line	KSB
BDQ – 1	Secundário	28,3	26	In-Line	KSB
BDQ – 2	Secundário	28,3	26	In-Line	KSB
BD – AQS 1	Secundário	8	6	In-Line	KSB
BD – AQS 2	Secundário	8	6	In-Line	KSB

Quadro 4 – Retificação das bombas

5.2 Seleção das Bombas

Após a confirmação do caudal e determinação da altura manométrica, procede-se à seleção da bomba.

Para a seleção da bomba recorre-se a um catálogo com a representação das curvas de funcionamento ou ao software KSB EasySelect disponibilizado pela própria marca.

Com o intuito de recebermos uma proposta comercial competitiva, a fim de seleccionarmos um parceiro para fornecimento das bombas, solicitamos também a seleção ao fornecedor, sendo este informado sobre os seus equipamentos de comercialização, levando por vezes a aconselhar outra solução.

As curvas de funcionamento (vd. Figura 50), corresponde às bombas BFCH – P1/ P2/ P3.

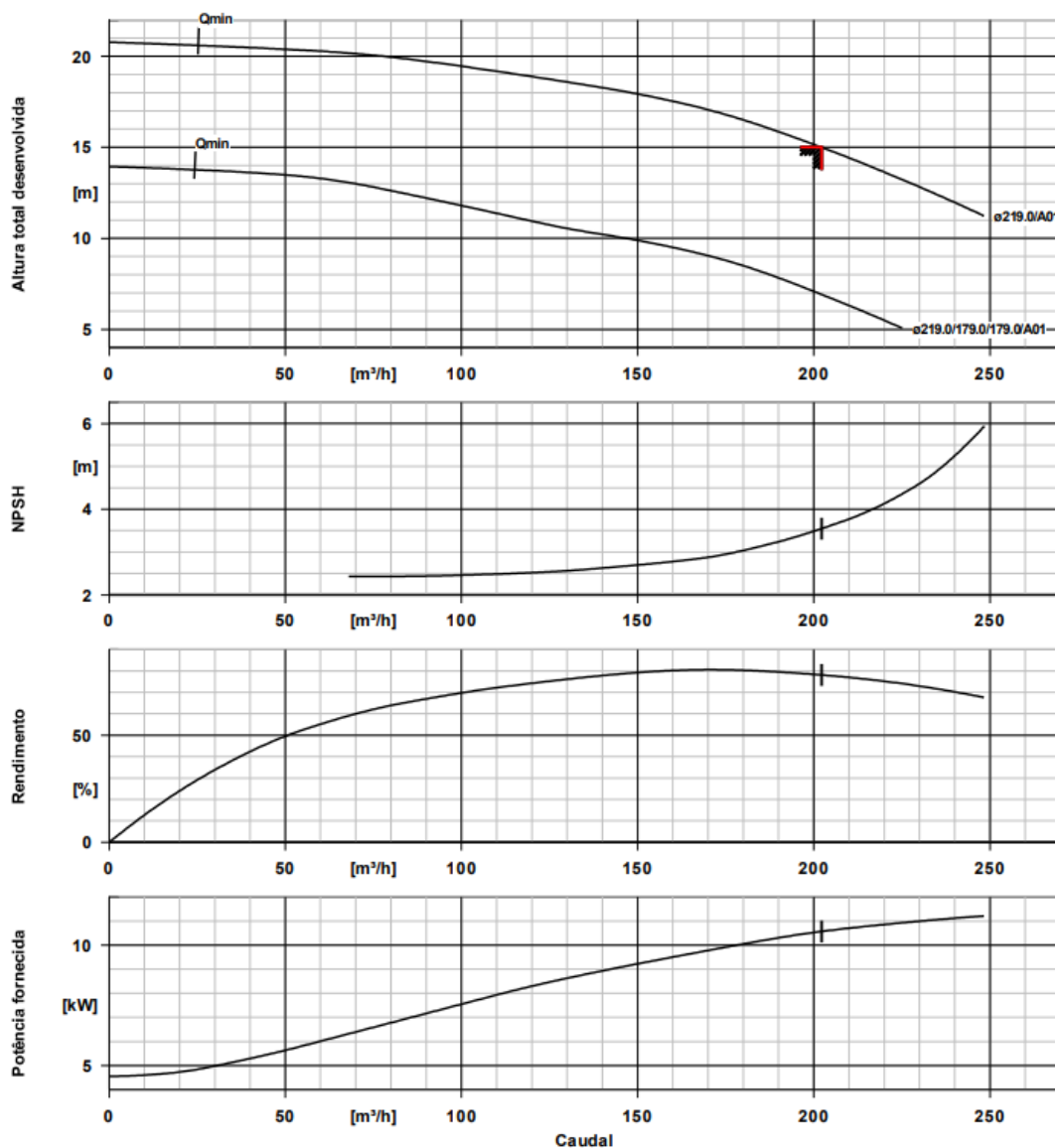


Figura 50 – Curvas de funcionamento das bombas BFCH – P1/ P2/ P3

Através do caudal de $202,2 m^3/h$ e da altura manométrica calculada de 15 m.c.a., podemos retirar e determinar vários dados sobre as bombas, como:

- Diâmetro efetivo do impulsor - 219,0 mm;
- Número da curva - K1159.464/46;
- NPSH requerido - 3,55 m;
- Rendimento - 78,2 %;
- Potência absorvida - 10,56 kW;
- Velocidade de rotação - 1643 rpm;
- Densidade do fluído - $998 kg/m^3$;
- Viscosidade 1,00 - mm^2/s ;
- MEI (Coeficiente de eficiência mínima) - $\geq 0,60$.

As curvas de funcionamento (vd. Figura 51), corresponde às bombas BDQ – 1/ 2.

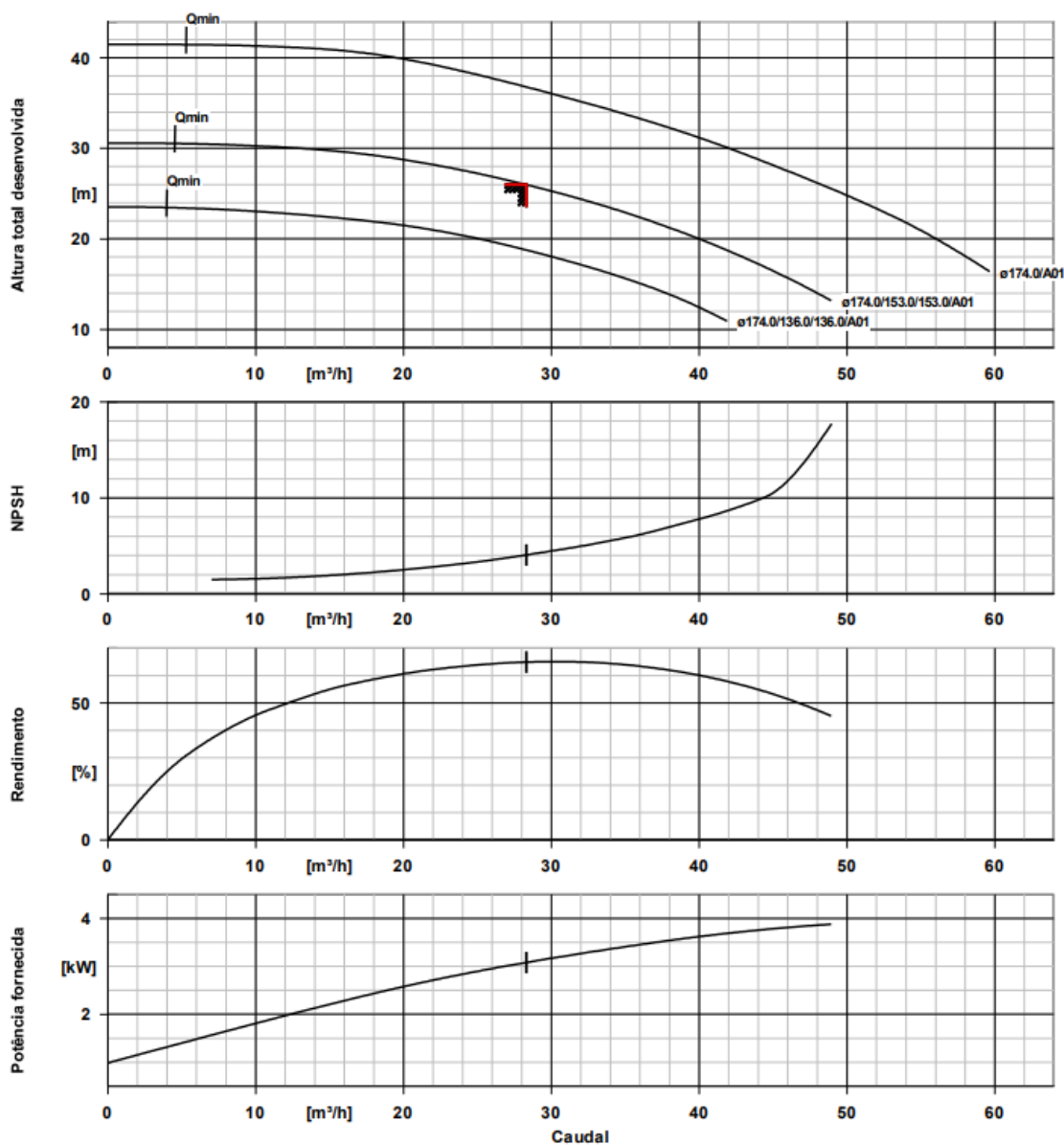


Figura 51 – Curvas de funcionamento das bombas BDQ – 1/ 2

Através do caudal de 28,3 m^3/h e da altura manométrica calculada de 26 m.c.a., podemos retirar e determinar vários dados sobre as bombas, como:

- Diâmetro efetivo do impulsor - 153,0 mm;
- Número da curva - K1159.452/22;
- NPSH requerido - 4,05 m;
- Rendimento - 64,9 %;
- Potência absorvida - 3,08 kW;
- Velocidade de rotação - 2900 rpm;
- Densidade do fluido - 998 kg/m^3 ;
- Viscosidade 1,00 - mm^2/s ;
- MEI (Coeficiente de eficiência mínima) - $\geq 0,70$.

As curvas de funcionamento (vd. Figura 52), corresponde às bombas BFCH – 1/ 2.

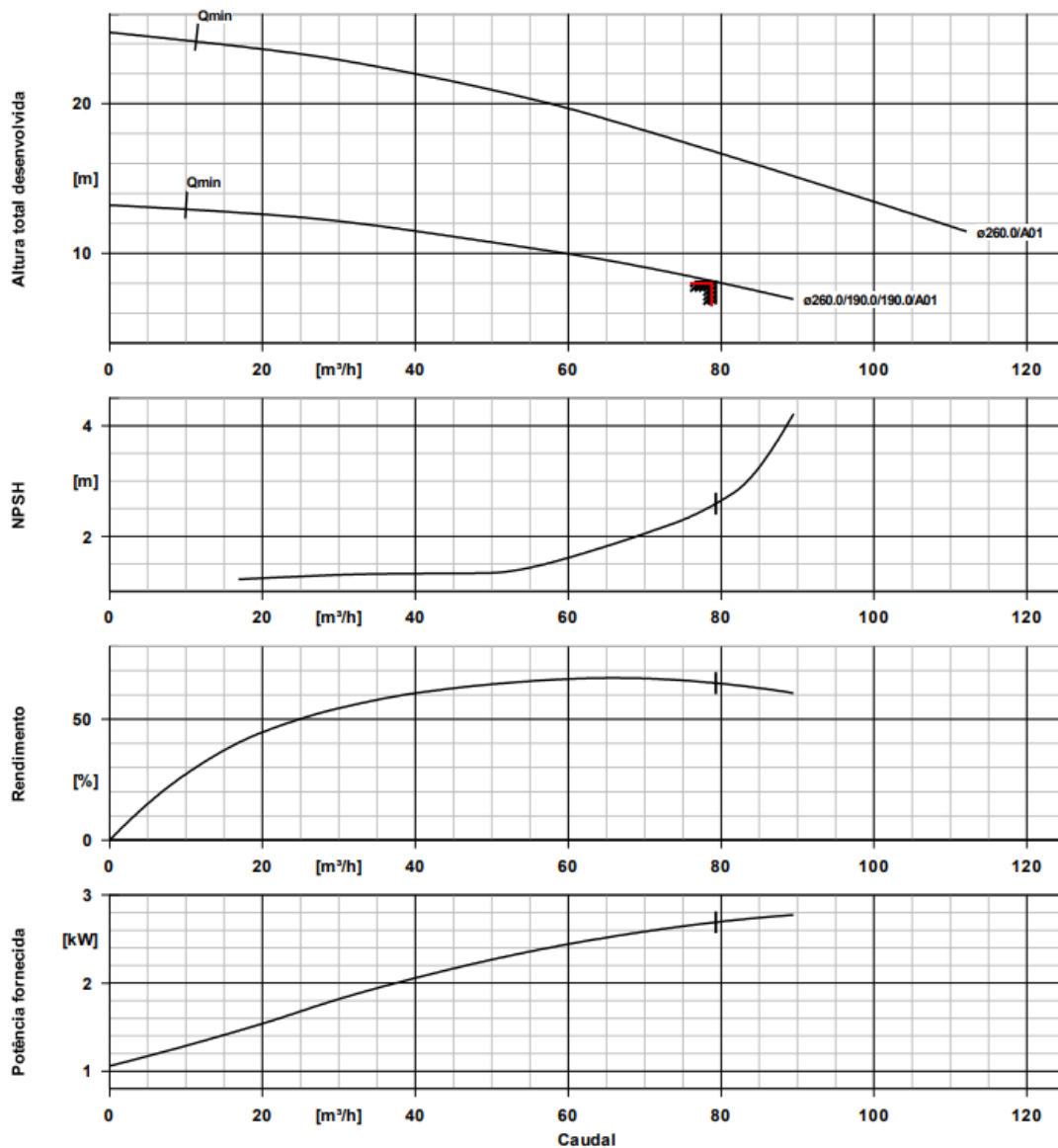


Figura 52 – Curvas de funcionamento das bombas BFCH – 1/ 2

Através do caudal de $78,8 m^3/h$ e da altura manométrica calculada de 8 m.c.a., podemos retirar e determinar vários dados sobre as bombas, como:

- Diâmetro efetivo do impulsor - 190,0mm;
- Número da curva - K1159.454/38/0;
- NPSH requerido - 2,60m;
- Rendimento - 64,9 %;
- Potência absorvida - 2,69 kW;
- Velocidade de rotação - 1446 rpm;
- Densidade do fluído - $998 kg/m^3$;
- Viscosidade 1,00 - mm^2/s ;
- MEI (Coeficiente de eficiência mínima) - $\geq 0,70$.

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÃO

O presente estágio decorreu num período de oito meses, foi de bom grado e entusiasmo que dediquei este tempo em regime de estágio curricular a esta empresa. Apesar de o estágio ter decorrido em regime de teletrabalho por motivos atuais provocados por uma pandemia mundial, houve um grande esforço por parte da empresa em fornecer material e conhecimentos, levando ao crescimento gradual do estagiário.

Iniciar o estágio no departamento de orçamentação foi crucial para a integração do aluno na área. A realização de vários orçamentos distintos, contribuiu para ambientar o aluno com os equipamentos e materiais com que a empresa lidava, bem como obter noção dos tempos para instalação, custo do material, equipamentos e dimensionamento.

A passagem para a direção de obra, veio complementar o já adquirido durante a fase de orçamentação, acrescentando gradualmente toda a logística e gestão da obra e da equipa. Foi na direção de obra que, ao deparar com problemas que necessitam de solução ou simplesmente verificar projeto e equipamentos, levou a adquirir conhecimentos que só em obra se proporcionou.

Durante estes oito meses procurei sempre enriquecer os conhecimentos adquiridos durante o percurso académico e desempenhar com máximo rigor todas as tarefas propostas, de acordo com os meios e recursos que me foram disponibilizados.

A opção da realização do estágio curricular para complementar e terminar o mestrado, é sem dúvida uma maior valia para integrar o aluno com a realidade do mercado de trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bluepharma (2020). Bluepharma Eiras - Unidade Industrial Farmacêutica de Alta Especialidade Tecnológica. Memória descritiva 2020.

Bluepharma (2021). www.bluepharma.pt. Site.

Climacer (2019). “Manual da Qualidade”. 2019.

Costa, Pedro (2016). Projecto de AVAC para uma Unidade Farmacêutica. Dissertação de Mestrado. ISEL 2016.

Daikin (2020). Nova Série Rooftops - Catálogo.

Daikin (2021). Unidades Multi-Split e Mono-Split - Catálogo.

Daikin (2021). VRV - Product Catalogue for Professionals.

France Air (2021). Catálogo Geral. France Air 2021-2022

ISO 14644-1 (2015). Cleanrooms and associated controlled environments - Part 1: Classification of air cleanliness by particle concentration, second First Edition. International Organization for Standardization (ISO).

ISO 9000 (2015). Quality management systems - Fundamentals and vocabular. Fourth Edition. International Organization for Standardization (ISO).

ISO 14000 (2015). Environmental management systems — Requirements with guidance for use. Third Edition. International Organization for Standardization (ISO).

Krippner Elisa (sd). Classificação de Áreas Limpas. Artigo técnico. sd

Marques, José (2005). Manutenção de Uma Instalação de AVAC das Áreas Limpas de Uma Indústria Farmacêutica. Dissertação de Mestrado, FEUP.

Marques, Luís (2011). Avaliação Técnico-Económica de Sistemas de AVA. Dissertação de Mestrado. ISEC 2011.

Malça, João (2016). Apresentações das aulas de Climatização e Refrigeração. Licenciatura em Engenharia Eletromecânica. ISEC 2016.

Raposo, Jorge (2020). Apresentações das aulas de IAVAC. Mestrado em Engenharia Mecânica. ISEC 2020.

Climacer (2021). Bluepharma Eiras – Condução de Insuflação de ar sistema 1.1. Relatório de teste de estanquidade 2021.

Sodeca (2016). Ficha Técnica – Recuperador de Calor, Unidades de Filtração e Tratamento de Ar.

Trane (2017). Chillers Tipo Parafuso – Instalação, Funcionamento e Manutenção.

Vilela, João (2017). Salas ou Zonas Limpas: Um Entendimento das Normas ISO 14644-1:2015 e ISO 21501- 4. Artigo 2017.

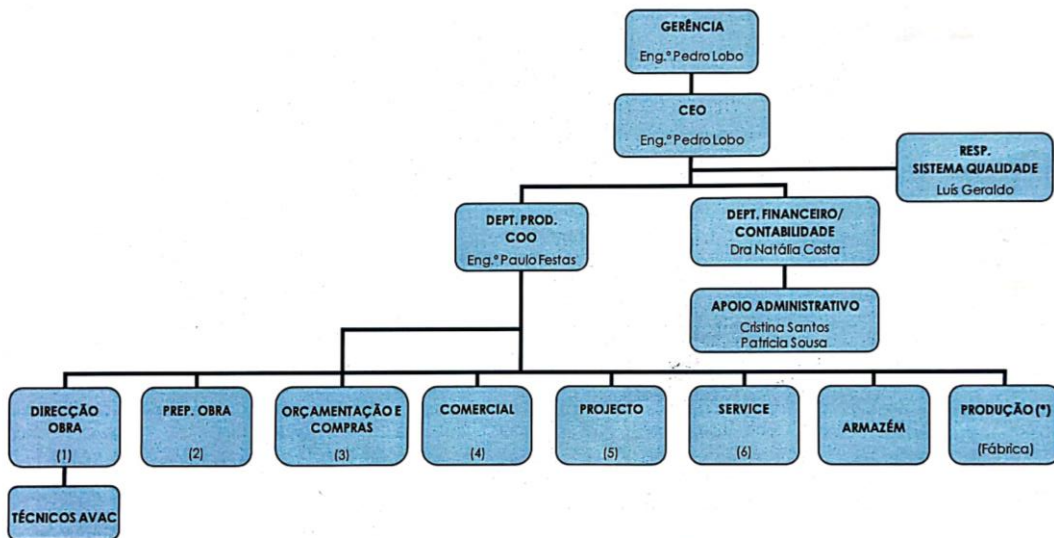
Zantia (2020). Caldeira de Chão VITTORIA - Ficha Técnica.

Zantia (2020). Ventiloinvector Ultra-Fino SLIM Touch - Ficha Técnica.

ANEXOS


Anexo I - Estrutura organizacional da empresa.

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



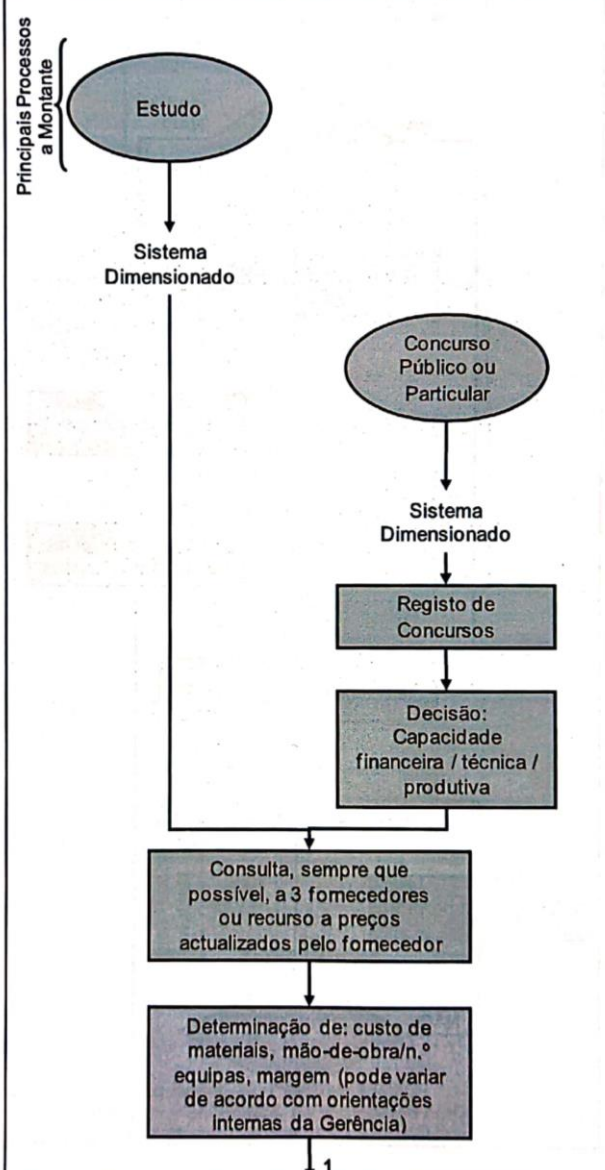
(*) Não Incluída no âmbito da certificação do SGQ da empresa


Anexo II - Fluxograma do processo de orçamentação.

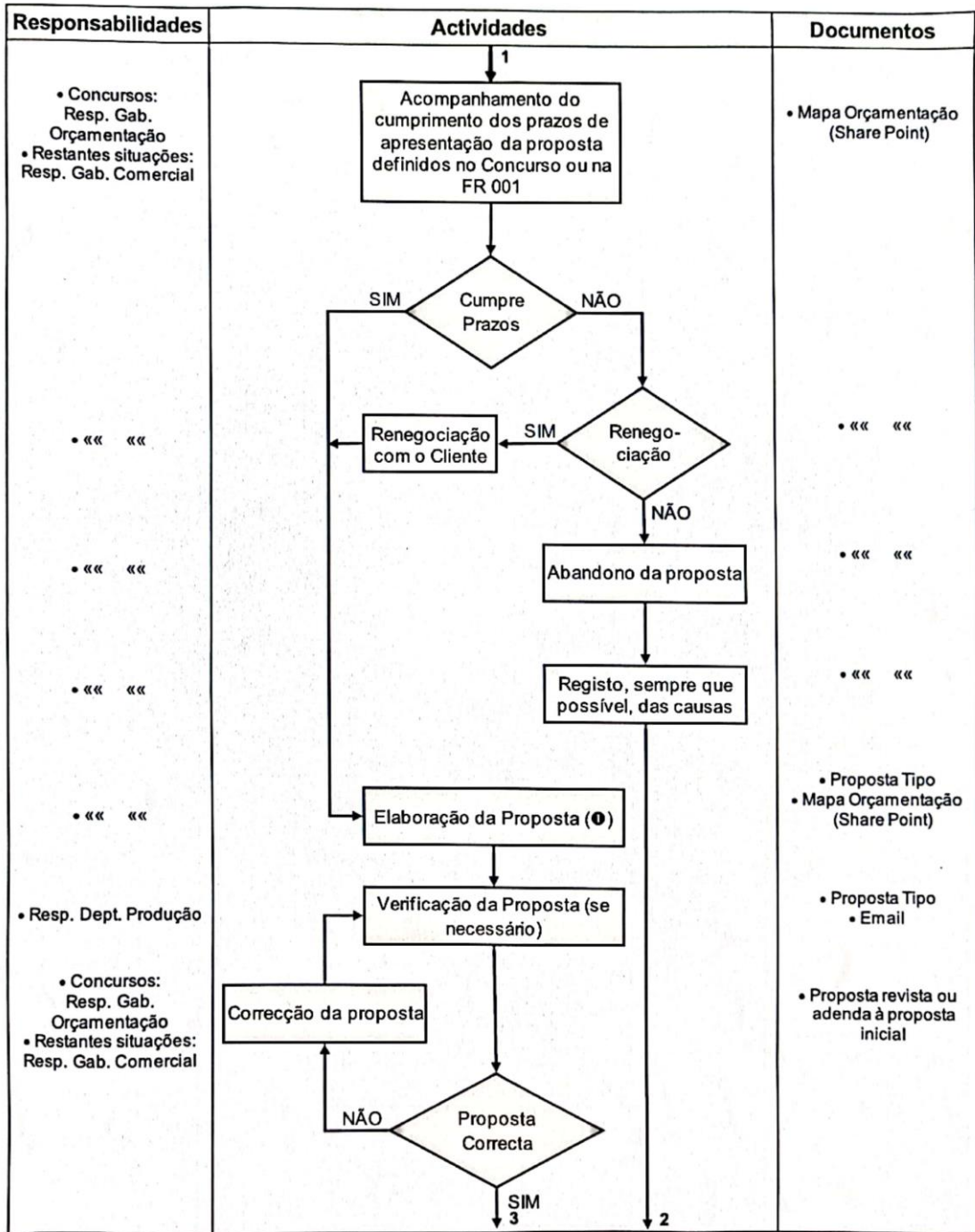
	Procedimento da Qualidade	PQ 02
	Orçamentação	10/05/2018


◆ **Enquadramento:**
 Definir o processo de orçamentação realizado pela empresa com o objectivo de conseguir a adjudicação do negócio.

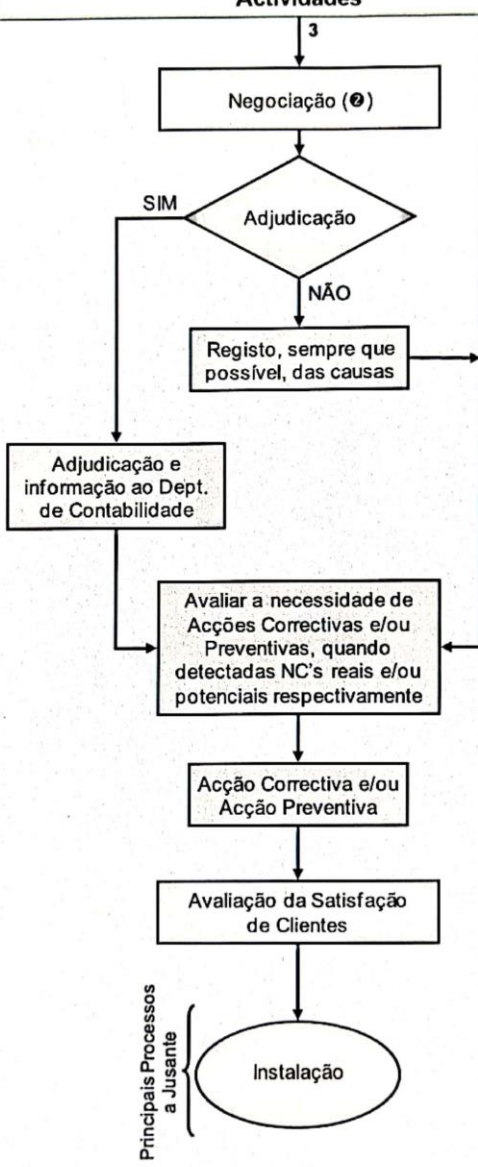
◆ **Descrição:**

Responsabilidades	Actividades	Documentos
<ul style="list-style-type: none"> • Resp. Gab. Orçamentação • Resp. Dept. Produção • Concursos: Resp. Gab. Orçamentação • Restantes situações: Resp. Gab. Comercial • « « « 	<p>Principais Processos a Montante</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • PQ 01 • Boletim Informativo • Portais Compras • Caderno de Encargos c/ dimensionamento • Mapa Orçamentação (Share Point) • Mapa Orçamentação (Share Point) • Email dos Fomecedores • Tabelas de Preços dos Fomecedores • Folha de Cálculo

	Procedimento da Qualidade	PQ 02
	Orçamentação	10/05/2018



	Procedimento da Qualidade	PQ 02
	Orçamentação	10/05/2018

Responsabilidades	Actividades	Documentos
<ul style="list-style-type: none"> • Concursos: Resp. Gab. Orçamentação • Restantes situações: Resp. Gab. Comercial 	<p>3</p>  <pre> graph TD A[Negociação (2)] --> B{Adjudicação} B -- SIM --> C[Adjudicação e informação ao Dept. de Contabilidade] B -- NÃO --> D[Registo, sempre que possível, das causas] C --> E[Avaliar a necessidade de Acções Correctivas e/ou Preventivas, quando detectadas NC's reais e/ou potenciais respectivamente] D --> E E --> F[Acção Correctiva e/ou Acção Preventiva] F --> G[Avaliação da Satisfação de Clientes] G --> H((Instalação)) G -- 2 --> E D -- 3 --> A </pre>	<ul style="list-style-type: none"> • Proposta revista ou adenda à proposta inicial • Mapa Orçamentação (Share Point) • Mapa Orçamentação (Share Point) • Mapa Orçamentação (Share Point) • Contabilidade: Ficha de Cliente (PHC) • Ficha de Obra (PHC) • Proposta adjudicada • Documentos envolvidos neste Processo • PQ 08 • PQ 09 • PQ 04

(1) – Código da Proposta: Ano.N.º Sequencial.00 (Proposta inicial).
 (2) – Propostas revistas ou adendas são identificadas com o mesmo código, acrescido do número de revisão seguinte (dois últimos dígitos).