



Projeto de um sistema AVAC para uma unidade farmacêutica de enchimento assético de injetáveis

MARGARIDA ISABEL GONÇALVES ASSIS FERNANDES

(Licenciada em Engenharia Mecânica)

Trabalho de projeto para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, na Área de Especialização de Energia, Climatização e Refrigeração

Orientador:

Licenciado João Antero Nascimento dos Santos Cardoso

Júri:

Presidente: Doutor Gonçalo Nuno de Oliveira Duarte

Vogais:

Doutora Cláudia Sofia Séneca da Luz Casaca

Licenciado João Antero Nascimento dos Santos Cardoso

Dezembro de 2024

Projeto de um sistema AVAC para uma unidade farmacêutica de enchimento assético de injetáveis

MARGARIDA ISABEL GONÇALVES ASSIS FERNANDES

(Licenciada em Engenharia Mecânica)

Trabalho de projeto para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, na Área de Especialização de Energia, Climatização e Refrigeração

Orientador:

Licenciado João Antero Nascimento dos Santos Cardoso, ISEL/IPL

Júri:

Presidente: Doutor Gonçalo Nuno de Oliveira Duarte, ISEL/IPL

Vogais:

Doutora Cláudia Sofia Séneca da Luz Casaca, ISEL/IPL

Licenciado João Antero Nascimento dos Santos Cardoso, ISEL/IPL

Dezembro de 2024

Agradecimentos

A conclusão deste trabalho de projeto final de mestrado não teria sido possível sem o apoio e a colaboração de muitas pessoas, a quem gostaria de expressar a minha profunda gratidão.

Em primeiro lugar, quero agradecer ao meu orientador, Professor João Cardoso, pela orientação, paciência e dedicação ao longo deste percurso. Todo o seu conhecimento na área e conselhos foram fundamentais para o desenvolvimento deste projeto.

Agradeço também à minha família, que sempre esteve ao meu lado, apoiando-me incondicionalmente em todas as etapas desta jornada. O amor e o encorajamento que recebi foram essenciais para superar os desafios e manter a determinação.

Um agradecimento especial ao meu namorado, pelo apoio constante, compreensão e amor incondicional. A sua presença foi um pilar fundamental durante todo este processo, e sou eternamente grata por todo o apoio recebido.

Aos meus amigos, agradeço pelos momentos de descontração e apoio emocional. As conversas, risadas e o apoio mútuo tornaram este período muito mais leve e gratificante.

Por fim, quero expressar a minha gratidão à EVAC, onde trabalho. A oportunidade de desenvolver habilidades práticas e aplicar conhecimentos teóricos foi de grande valor. Agradeço a todos os meus colegas de trabalho pelas suas contribuições, colaboração e incentivo. Ao Eng.º Pedro de Sousa Lapa, por me ter concedido flexibilidade durante a conclusão deste trabalho, agradeço pela confiança depositada em mim e pelo incentivo, que foram essenciais para o meu crescimento profissional e pessoal. O trabalho em equipa e a troca de ideias foram essenciais para a realização deste projeto.

A todos vocês, o meu sincero obrigado. Este trabalho é também um reflexo do apoio e da amizade que recebi ao longo do caminho.

Declaração de integridade

Declaro que este trabalho de projeto é o resultado da minha investigação pessoal e independente. O seu conteúdo é original e todas as fontes listadas nas referências bibliográficas foram consultadas e estão devidamente mencionadas no texto. Mais declaro que todas as referências científicas e técnicas relevantes para o desenvolvimento do trabalho estão devidamente citadas e constam das referências bibliográficas.

O autor



Assinado por: Margarida Isabel
Gonçalves Assis Fernandes
Identificação: B115074345
Data: 2024-09-28 às 23:14:25

Lisboa, 2 de Dezembro de 2024

Projeto de um sistema AVAC para uma unidade farmacêutica de enchimento assético de injetáveis

Resumo

O fabrico e manuseio de produtos farmacêuticos requerem salas limpas, onde o controlo rigoroso de contaminantes e microorganismos é essencial. A qualidade do ar interior é crucial para garantir a segurança do produto, dos trabalhadores e do meio ambiente. Parâmetros como temperatura, humidade relativa, partículas no ar, fluxo de ar, pressão interior e cargas internas devem ser cuidadosamente monitorizados para evitar contaminações.

Com o presente trabalho, pretende-se desenvolver a componente aerúlica de um sistema de AVAC para um conjunto de salas limpas de classe C e D. Para a elaboração do projeto e para alcançar a solução proposta, foi fundamental considerar a legislação vigente e realizar cálculos essenciais, como as necessidades de ar novo e extração, o dimensionamento aerúlico (utilizando os métodos de redução de velocidade para insuflação e perda de carga constante para extração), além dos cálculos de potências de arrefecimento e aquecimento necessários. Também foram consideradas as perdas de carga nos circuitos aerúlicos. O dimensionamento dos sistemas e equipamentos, assim como as cargas térmicas do edifício, foi apoiado pelo software Carrier – HAP (Hourly Analysis Program).

Conhecendo as potências necessárias a vencer, 73,4 kW no caso do arrefecimento e 66,5 kW no aquecimento, partiu-se para a seleção da solução, optando-se por duas Unidades de Tratamento de Ar (UTA) com apoio de difusores de insuflação, como unidades terminais. A escolha de utilizar duas UTA deve-se à necessidade de distribuir de forma equilibrada as elevadas cargas térmicas, permitindo um controlo mais eficaz da temperatura nas diferentes zonas do ambiente. Esta abordagem garante maior flexibilidade, redundância e eficiência no desempenho do sistema, além de assegurar que as variáveis térmicas sejam atendidas de maneira otimizada.

A implementação do sistema projetado visa então garantir a conformidade com os padrões da indústria farmacêutica, proporcionando um ambiente seguro e controlado, essencial para a produção de medicamentos de alta qualidade.

Palavras-chave: Sistemas AVAC, Indústria farmacêutica, Salas Limpas, Qualidade do ar interior, Normalização

Design of an HVAC system for a pharmaceutical unit for aseptic filling of injectables

Abstract

The manufacturing and handling of pharmaceutical products require cleanrooms, where strict control of contaminants and microorganisms is essential. The quality of the indoor air is crucial to ensure the safety of the product, the workers, and the environment. Parameters such as temperature, relative humidity, airborne particles, air flow, internal pressure, and internal loads must be carefully monitored to prevent contamination.

The aim of this work is to develop the air handling component of an HVAC system for a set of cleanrooms classified as Class C and D.

For the design of the project and to achieve the proposed solution it was essential to consider the current legislation and perform key calculations, such as the requirements for fresh air and extraction, the air system design (using the methods of velocity reduction for supply air and constant pressure loss for extraction), as well as the calculations for the required cooling and heating capacities. Pressure losses in the air circuits were also taken into account. The system and equipment design, along with the thermal loads of the building, was supported by the Carrier – HAP (Hourly Analysis Program) software.

Knowing the necessary powers to overcome, 73,4 kW for cooling and 66,5 kW for heating, the solution selection proceeded, opting for two air handling units (AHUs) with supply air diffusers as terminal units. The choice to use two AHUs is due to the need to distribute the high thermal loads evenly, allowing for more effective temperature control in different areas of the environment. This approach ensures greater flexibility, redundancy, and efficiency in the system's performance, while ensuring that the thermal variables are optimally met.

The implementation of the designed system aims to ensure compliance with pharmaceutical industry standards, providing a safe and controlled environment, essential for the production of high-quality medicines.

Keywords: HVAC systems, Pharmaceutical industry, Cleanrooms, Indoor air quality, Standardization.

Lista de Símbolos e de Siglas

Alfabeto romano

A	Área de passagem
C_n	Concentração máxima de partículas
D	Diâmetro
e	Espessura
g	Taxa horária de geração interna de partículas
$GSD_{janeiro}$	Média diária de ganhos solares para o mês de janeiro
$GST_{Estatístico}$	Media diária de ganhos solares calculada
GST_{HAP}	Média diária de ganhos solares retirada do HAP
h	Entalpia específica
h_{DA}	Entalpia específica para o ar seco
h_v	Entalpia específica para vapor de água saturado
M_v	Massa de vapor de água
m_a	Massa de ar seco
N	Classificação ISO
P_v	Pressão de vapor de água
P	Pressão atmosférica
P_g	Pressão de saturação
Q	Caudal de ar tratado
Q_{AN}	Caudal de Ar Novo
r_v	Constante para o vapor de água
r_a	Constante para o ar seco
s	Concentração de partículas no ar insuflado
T	Temperatura
t_{DB}	Temperatura de bolbo seco
t_{WB}	Temperatura de bolbo húmido
t_{DP}	Temperatura de ponto de orvalho
V	Caudal de fuga
v	Volume específico do ar nas condições da sala
Vol	Volume da sala

Alfabeto grego

α	Coeficiente de descarga (0,85)
ΔP	Diferencial de pressão
ω	Humidade específica ou Absoluta

Siglas

AVAC	Aquecimento, ventilação e Ar Condicionado
EHA	Ar de exaustão
ETA	Ar extraído
EXF	Ar exfiltrado
FM	Fator multiplicativo
GMP	Good Manufacturing Practice
GTC	Gestão Técnica Centralizada
HAP	Hourly Analysis Program
HEPA	High-Efficiency Particulate Air
INF	Ar infiltrado
PIR	Poliisocianurato
RPH	Taxa de recirculações de ar por hora
RSECE	Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios
SACE	Sistema de Automatização e Controlo de Edifícios
SUP	Ar insuflado
ULPA	Ultra Low Particle Air Filter
UTA	Unidade de Tratamento de Ar
UTAN	Unidade de Tratamento de Ar Novo
VAC	Volume de ar constante
VAV	Volume de ar variável
VE	Ventilador de Extração
VRF	Sistema de caudal de refrigerante variável

Índice

Resumo	v
Abstract	vii
Lista de Símbolos e de Siglas	ix
Índice de Figuras	xi
Índice de Tabelas	xv
1. Breve revisão dos conceitos aplicados em AVAC	1
1.1 Psicrometria	1
1.2 Cargas Térmicas	13
2. Aspectos gerais associados ao projeto de AVAC	19
2.1 Importância e conceção dos sistemas de climatização	19
2.2 Aspectos relevantes na seleção de equipamentos	20
2.3 Classificação de sistemas de climatização	22
2.4 Controlo e instrumentação	27
2.5 Fases e constituição de um projeto de AVAC	29
2.6 Ferramenta computacional HAP	31
3. AVAC na Indústria farmacêutica	33
3.1 Definição e aplicações de salas limpas	33
3.2 Normalização	36
3.3 Características específicas das salas limpas	41
3.4 Escoamento de ar	55
3.5 Aspectos construtivos	59
4. Dimensionamento do Sistema de Climatização	63
4.1 Descrição e caracterização da instalação técnica	64
4.1.1 Regime de pressões	69
4.1.2 Caudais de transferência	70
4.1.3 Número de recirculações de ar	73
4.1.4 Caudal mínimo requerido e de Ar novo	76
4.1.5 Balanço de caudais	79

4.2 Caracterização da envolvente.....	82
4.3 Definição e caracterização dos espaços	95
4.4 Caracterização dos Sistemas e Centrais Térmicas	106
4.5 Dimensionamento das condutas aeráulicas	115
4.6 Acidentes geométricos	116
4.7 Sistema de controlo	119
5. Solução e Resultados	123
5.1 Condições de projeto	124
5.2 Seleção de equipamentos.....	126
6. Conclusão e trabalho futuro	133
Referências Bibliográficas.....	135
Lista de Apêndices.....	139
Lista de Anexos	225

Índice de Figuras

Figura 1.1-Ar com humidade relativa alta	3
Figura 1.2-Ar com humidade relativa baixa	4
Figura 1.3-Ar em ponto de orvalho	4
Figura 1.4-Típica carta psicrométrica	6
Figura 1.5-Representação de um ponto de estado	6
Figura 1.6-Representação dos processos básicos de condicionamento do ar na carta psicrométrica	9
Figura 1.7-Processo de Aquecimento e Arrefecimento Sensível	10
Figura 1.8-Processo de humidificação por injeção de água	11
Figura 1.9-Processo de humidificação por injeção de vapor	11
Figura 1.10-Arrefecimento e desumidificação por uma serpentina mais fria	12
Figura 1.11-Vários processos de climatização	13
Figura 1.12- Balanço energético do edifício.....	14
Figura 1.13-Trocas de calor entre dois ambientes através de uma parede.....	15
Figura 1.14-Representação das cargas térmicas presentes num espaço.....	15
Figura 1.15-Carga térmica libertada por um ocupante consoante a sua atividade.....	16
Figura 2.1- Diagrama esquemático de um sistema VAC.....	24
Figura 2.2-Diagrama esquemático de um sistema VAV	25
Figura 2.3-Objetivos da Gestão Técnica.....	28
Figura 3.1-Sala limpa numa indústria farmacêutica	34
Figura 3.2- Percentagens globais de utilização de salas limpas por indústrias.....	34
Figura 3.3- Salas limpas no ramo da eletrónica	35
Figura 3.4- Salas limpas em bloco operatório.....	35
Figura 3.5-Classes de limpeza do ar para partículas em suspensão, selecionadas para salas e zonas limpas	38
Figura 3.6- Representação Gráfica das Classes ISO 14644	38
Figura 3.7- Estado "as built"	39
Figura 3.8-Estado "at rest"	39
Figura 3.9- Estado "Operational"	39
Figura 3.10- Concentração de Contaminantes Máxima para as Classes GMP.....	40
Figura 3.11- Diagrama com comparação exemplificativa de diâmetros	42
Figura 3.12- Zona de vestuários.....	44
Figura 3.13- Mecanismos de remoção de partículas	46
Figura 3.14- Mecanismos de filtração e MPPS	48
Figura 3.15-Filtro absoluto HEPA	49
Figura 3.16-Diferença de pressões positivas.....	50
Figura 3.17-Diferença de pressões negativas	50
Figura 3.18-Airlock do tipo cascata.....	51
Figura 3.19-Airlock do tipo bolha	51
Figura 3.20-Airlock do tipo depressão	52
Figura 3.21-Airlock do tipo compartimento duplo.....	52
Figura 3.22- Taxa de contaminação das diversas configurações de antecâmaras.....	53
Figura 3.23- Eficiência de filtros	54
Figura 3.24-Eficiência de antecâmaras	54
Figura 3.25- Fluxo de ar unidirecional vertical e horizontal	56
Figura 3.26-Fluxo de ar Não unidirecional.....	57
Figura 3.27-Fluxo de ar misto.....	58

Figura 3.28-Parede constituída com painéis isotérmicos	61
Figura 3.29-Piso multicamadas	62
Figura 4.1- Unidade farmacêutica HIKMA	64
Figura 4.2- Planta da zona a dimensionar	64
Figura 4.3-Injetável.....	65
Figura 4.4-Exemplo de máquina de enchimento de injetáveis	65
Figura 4.5-Cascata de pressões.....	69
Figura 4.6-Antecâmara em cascata.....	70
Figura 4.7-Porta ISODUR.....	71
Figura 4.8- Partículas Geradas por Segundo por Operador	73
Figura 4.9-Tipos de ar de acordo com EN 13779	80
Figura 4.10-Menu Weather do HAP	82
Figura 4.11-Informação obtida pela folha de cálculo CLIMAS-SCE 1_05	83
Figura 4.12- Definição das temperaturas de projeto para verão e amplitude térmica diária ..84	
Figura 4.13- Definição da temperatura de projeto para inverno	85
Figura 4.14-Definição da temperatura de bolbo húmido para inverno.....	85
Figura 4.15-Exterior do edifício.....	86
Figura 4.16-Definição dos parâmetros de projeto no HAP	87
Figura 4.17-Temperaturas de bolbo seco mínimas médias e máximas médias mensais(vermelho); Temperaturas de bolbo seco médias para as 9:00h; 15:00h e 21:00h ..88	
Figura 4.18-Humidades Relativas médias para as 9:00h; 15:00h e 21:00h	89
Figura 4.19-Carta psicrométrica com os pontos relativos às 9:00h, 15:00h e 21:00 do mês de janeiro	89
Figura 4.20-Humidades específicas obtidas para as diferentes horas	90
Figura 4.21-Determinação de temperatura de bolbo húmido máxima e mínima	91
Figura 4.22-Temperaturas obtidas transpostas para o HAP	91
Figura 4.23- Processo para aceder aos ganhos horários	92
Figura 4.24- Seleção da coluna para cálculo do fator multiplicativo.....	93
Figura 4.25- Determinação da radiação solar global em Sintra para o mês de janeiro	94
Figura 4.26-Fatores multiplicativos no HAP	95
Figura 4.27-Menu Spaces no HAP	96
Figura 4.28-Painéis Poliisocianurato (PIR)	97
Figura 4.29- Introdução do coeficiente de transmissão térmica das paredes interiores e teto no HAP.....	98
Figura 4.30-Introdução do coeficiente de transmissão térmico do pavimento no HAP.....	99
Figura 4.31-Cálculo de potência da iluminação em W	102
Figura 4.32-Horários	102
Figura 4.33-Separador General IB01.....	103
Figura 4.34-Separador Internals IB01.....	103
Figura 4.35-Separador Walls, windows, doors IB01	104
Figura 4.36-Separador Roofs, skylights IB01	104
Figura 4.37-Separador Floors IB01	104
Figura 4.38-Partições sala IB01	105
Figura 4.39-Separador partitions IB01	106
Figura 4.40-Menu Systems no HAP	107
Figura 4.41-Representação esquemática do sistema UTA+VE	109
Figura 4.42-Salas climatizadas pelo sistema UTA+VE	109
Figura 4.43-Sistema UTA+VE associado aos espaços.....	110
Figura 4.44-Caracterização da bateria de arrefecimento do sistema UTA+VE no HAP	111
Figura 4.45-Perdas de cargas nos diversos componentes numa UTA de acordo com EN 13779	111

Figura 4.46- Caracterização do ventilador de insuflação do sistema UTA + VE no HAP	112
Figura 4.47- Caracterização do ventilador de extração do sistema UTA+VE no HAP	112
Figura 4.48- Atribuições de zonas do sistema UTA+VE no HAP	113
Figura 4.49- Caracterização dos termostatos do sistema UTA+VE no HAP	113
Figura 4.50- Schedule definido para o sistema no HAP	114
Figura 4.51- Caracterização dos elementos terminais no HAP	114
Figura 4.52- Definição da central que fornece água quente	115
Figura 4.53- Definição da central que fornece água fria	115
Figura 4.54- Mudança de direção do escoamento numa curva	117
Figura 4.55- Derivação convergente e divergente	118
Figura 4.56- Escoamento em alargamentos e reduções	119
Figura 4.57- Identificação da instrumentação	121
Figura 4.58- Código para identificação de instrumentação	122
Figura 5.1- Unidade de tratamento de ar	127
Figura 5.2- Ventilador de extração	127
Figura 5.3- Difusor de insuflação	128
Figura 5.4- Grelha de retorno	128
Figura 5.5- Conduta circular	129
Figura 5.6- Acessórios de conduta	130
Figura 5.7- Transformação retangular em circular	130
Figura 5.8- Registo de caudal constante	130
Figura 5.9- Registo de caudal motorizado	131

Índice de Tabelas

Tabela 1.1- Constituição do ar seco	1
Tabela 1.2- Representação das propriedades do ar na carta psicrométrica.....	7
Tabela 3.1- Segmentos da norma ISO 14644.....	37
Tabela 3.2- Classes de contaminação consoante indústria aplicada	41
Tabela 3.3- Partículas geradas pelo Ser Humano.....	42
Tabela 3.4- Classificação de salas limpas segundo ISO 14644-1	45
Tabela 3.5- Regime de escoamento consoante a classe ISO	55
Tabela 3.6- Tratamentos de controlo de contaminação.....	59
Tabela 3.7- Tipos de painéis em relação ao núcleo	60
Tabela 4.1- Classes GMP da unidade farmacêutica	66
Tabela 4.2- Dimensões das salas	68
Tabela 4.3- Caudais de fuga em função do diferencial de pressão.....	71
Tabela 4.4- Diagrama de fluxo de ar das salas	72
Tabela 4.5- Recirculações Horárias teóricas.....	75
Tabela 4.6- Recirculações Horárias a aplicar na Unidade Farmacêutica	76
Tabela 4.7- Caudal de ar mínimo requerido.....	78
Tabela 4.8- Caudais de Ar Novo (ODA).....	79
Tabela 4.9- Tipos de ar de acordo com EN13799	80
Tabela 4.10- Ar extraído em cada sala (ETA)	81
Tabela 4.11- Valores do fator "Average Ground Reflectance"	86
Tabela 4.12- Humidade específica crítica para o mês de janeiro	90
Tabela 4.13- Composição e coeficiente de transmissão térmicas das paredes interiores e teto	97
Tabela 4.14- Composição e coeficiente de transmissão térmicas do pavimento.....	98
Tabela 4.15- Ocupação em cada sala	100
Tabela 4.16- Equipamentos em cada sala.....	101
Tabela 4.17- Salas pertencentes a cada sistema.....	108
Tabela 5.1-Condições exteriores	124
Tabela 5.2-Condições interiores	124
Tabela 5.3-Requisitos de ventilação	125
Tabela 5.4- Características sistema UTA+VE	126
Tabela 5.5- Características sistema UTA.GER+VE.GER.....	126

1. Breve revisão dos conceitos aplicados em AVAC

1.1. Psicrometria

Por forma a poder estudar as trocas de calor num sistema de AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado) ou as evoluções do ar no interior de uma UTA, é necessário conhecer os aspetos fundamentais da termodinâmica que servem de base ao estudo do Ar condicionado, em particular as propriedades termodinâmicas dos fluidos que sofrem evoluções.

A psicrometria, que consiste no estudo das propriedades termodinâmicas do ar húmido, desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de projetos de AVAC. No âmbito de uma análise aprofundada de um edifício, a psicrometria permite a medição e a determinação precisa das condições do ar exterior e interior, possibilitando a definição de parâmetros ideais de temperatura e humidade para determinadas aplicações do sistema de climatização.

1.1.1. Propriedades do ar húmido empregues em psicrometria

O ar atmosférico ou ar húmido é compreendido como uma combinação de ar seco e vapor de água. O ar seco constitui uma mistura dos componentes descritos na Tabela 1.1.

Tabela 1.1- Constituição do ar seco [1].

Componentes	% Volume
Azoto	78,08
Oxigénio	20,95
Árgon	0,93
Dióxido de Carbono	0,038
Outros	0,002

O conhecimento do teor de vapor de água presente no ar é bastante importante em alguns setores de atividade. Muitas vezes a sensação de conforto depende mais do vapor de água do que propriamente da temperatura do ar. A quantidade de vapor de água no ar varia significativamente sob diferentes condições [2]. Quando o ar está quente, pode conter uma grande quantidade de vapor de água, às vezes, até 5% em volume. Quando está frio, a sua capacidade de reter a humidade é reduzida. Quando a temperatura do ar começa a baixar, o vapor também arrefece e, se o arrefecimento continuar, condensar-se-á em pequenas gotículas de água. Na atmosfera, esta resulta na formação de nuvens e, eventualmente, chuva.

As propriedades do ar húmido estão relacionadas com a sua temperatura, a quantidade de vapor de água que contém, o volume específico que ocupa e a energia que contém [3].

Propriedades relacionadas com a temperatura

- Temperatura de bolbo seco, t_{DB} [°C ou K]

Corresponde à temperatura medida por um termómetro comum, colocado em contacto com o ar atmosférico e protegido da radiação solar. Esta medida não sofre influência da humidade relativa do ar.

- Temperatura de bolbo húmido, t_{WB} [°C ou K]

Corresponde à temperatura mais baixa que o ar pode ter quando é arrefecido apenas devido à evaporação da água. É inferior à temperatura de bolbo seco exceto quando o ar está saturado. É medida num termómetro com o bolbo envolto numa gaze de algodão embebida em água destilada, através da qual passa uma corrente de ar com uma velocidade rondando os 4 m/s [4].

- Temperatura de ponto de orvalho, t_{DP} [°C ou K]

É a temperatura de saturação do vapor presente no ar sem que haja variação de pressão, ou seja, a temperatura de saturação correspondente ao valor atual de pressão. Quando se alcança o ponto de orvalho (100% de humidade relativa), as temperaturas de bolbo seco, bolbo húmido e de orvalho são iguais. Inicia-se aqui a condensação do vapor presente no ar [5].

Propriedades relacionadas com a humidade

- Humidade Específica, ω [kg_{WV}/kg_{DA}]

É a quantidade de massa de vapor misturada com cada quilograma de ar seco, ou seja, a massa de vapor contida no volume v .

De acordo com os autores [6], esta unidade pode ser obtida através da Equação 1.1.

$$\omega = \frac{M_v}{m_a} \left(\frac{kg_{WV}}{kg_{DA}} \right) \quad (1.1)$$

Em que:

M_v : Massa de vapor de água, em kg;

m_a : Massa de ar seco, em kg;

Adicionalmente, poderá ser igualada à Equação 1.2.

$$\omega = 0,622 \times \frac{P_v}{P - P_v} \left(\frac{kg}{kg} \right) \quad (1.2)$$

Em que:

P_v : Pressão de vapor de água, em Pa;

P : Pressão atmosférica, em Pa;

A humidade específica oferece uma forma simples, eficaz e conveniente de monitorizar a massa de vapor de água num processo psicrométrico. Permite controlar a variação da massa de vapor de água relacionando-a com a massa de ar seco que é invariável [5].

- Humidade relativa, HR [%]

Indica em percentagem a relação entre a pressão parcial do vapor e a sua pressão de saturação (pressão a que o vapor passa para o estado líquido, deixando por isso de existir na mistura na forma de vapor) à temperatura considerada [7]. A razão destas duas quantidades é designada por humidade relativa φ e é expressa pela Equação 1.3.

$$\varphi = \frac{P_v}{P_g} \times 100 (\%) \quad (1.3)$$

Em que $P_g = P_{saturação}$ a uma determinada temperatura.

Este valor indica se o ar está seco ou húmido para uma determinada condição.

Quando a diferença entre a temperatura de bolbo seco e de bolbo húmido é pequena, observa-se um ambiente com uma elevada humidade relativa e capacidade limitada para absorver mais água.

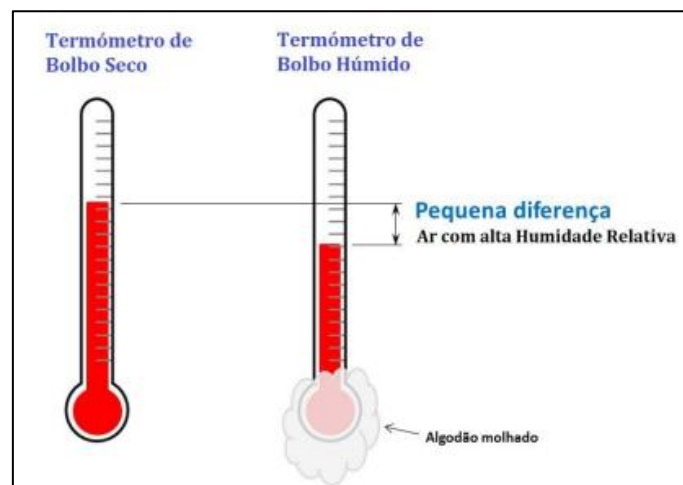


Figura 1.1-Ar com humidade relativa alta [8].

Contrariamente, uma grande diferença entre a temperatura de bolbo seco e a temperatura de bolbo húmido indica um ambiente com baixa humidade relativa e com maior capacidade de absorver a humidade do ambiente.

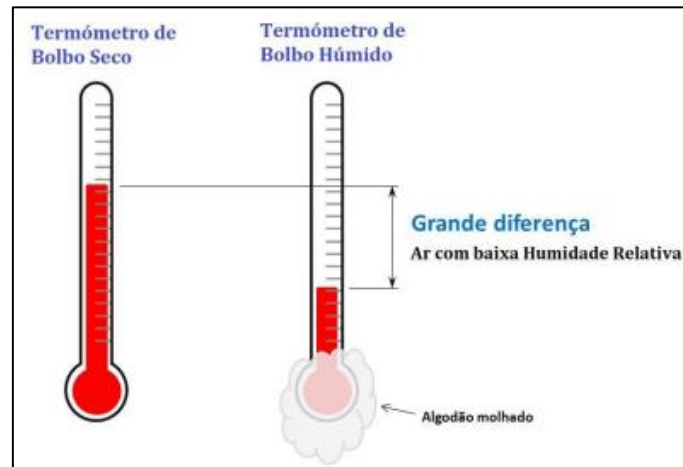


Figura 1.2-Ar com humidade relativa baixa [8].

Quando a temperatura de bolbo seco e bolbo húmido são iguais indica que o ar está saturado e foi atingido o ponto de orvalho (100% de humidade relativa) [8].

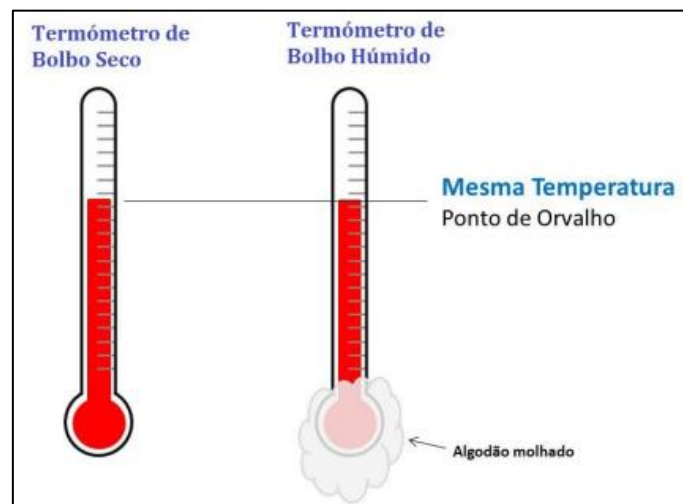


Figura 1.3- Ar em ponto de orvalho [8].

Propriedades relacionadas com volume ocupado e energia:

- Volume específico, $v \left[\frac{m^3}{Kg_{DA}} \right]$

É o volume ocupado pela mistura (ar seco e vapor de água) por unidade de massa de ar seco, de acordo com a convenção psicrométrica para o volume específico, à pressão de 1 atm (101,325 kPa) [5].

Manuseando a equação dos gases perfeitos, o volume específico do ar seco pode ser calculado através da Equação 1.4 e Equação 1.5.

$$P_v = rT \quad (1.4)$$

$$v_a = \frac{r_a \times T}{P_{ar\ seco}} \quad (1.5)$$

Em que:

r_a : Constante para o ar seco, em $\frac{J}{Kg.k}$;

$P_{ar\ seco}$: Pressão do ar seco, em Pa.

O volume específico do vapor de água segue o mesmo princípio:

$$v_v = \frac{r_v \times T}{P_{vapor\ de\ água}} \quad (1.6)$$

Em que:

r_v : Constante para o vapor de água, em $\frac{J}{Kg.k}$.

O volume específico da mistura de ar seco com vapor de água é dado pela Equação 1.7.

$$v = v_a = \omega \times v_v \quad (1.7)$$

- Entalpia específica, $h \left[\frac{Kj}{kg}\right]$

Como o ar húmido é uma mistura de ar seco e de vapor de água, a sua entalpia é igual à soma das entalpias de cada componente individualmente. Assim, a entalpia específica da mistura pode ser escrita pela Equação 1.8 [5]:

$$h = h_{DA} + \omega h_v \quad (1.8)$$

Em que:

h_{DA} : Entalpia específica para o ar seco, $\frac{Kj}{Kg}$;

h_v : Entalpia específica para vapor de água saturado, $\frac{Kj}{Kg}$.

1.1.2. Carta Psicrométrica

O diagrama ou carta psicrométrica permite observar facilmente as propriedades que se explicaram anteriormente e as suas variações perante a mudança do ar entre dois estados a pressão constante, e que possibilita, por leitura direta, obter o valor dessas propriedades sem que se tenha de recorrer a cálculos [6].

A carta psicrométrica é construída para uma determinada pressão, normalmente associada à altitude, não permitindo a visualização de evoluções entre dois estados a pressões diferentes, tendo nestes casos que se recorrer ao cálculo analítico.

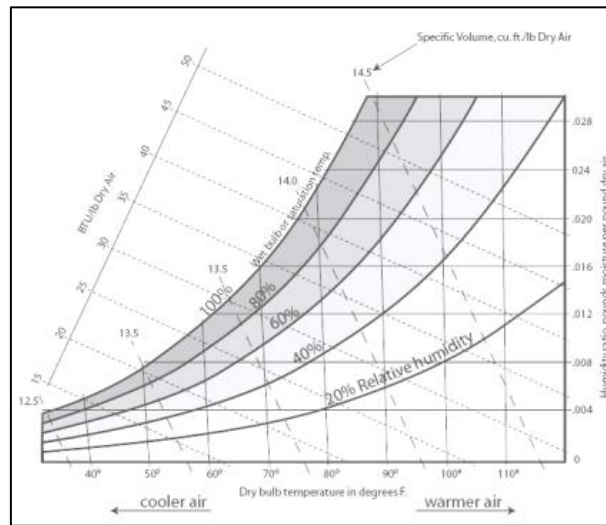


Figura 1.4- Típica carta psicrométrica [2].

Qualquer ponto no gráfico é denominado de ponto de estado (*state point*), cuja localização, para uma determinada pressão, é fixada por duas das propriedades psicrométricas discutidas, isto é, deriva do cruzamento de duas propriedades como apresentado na Figura 1.5.

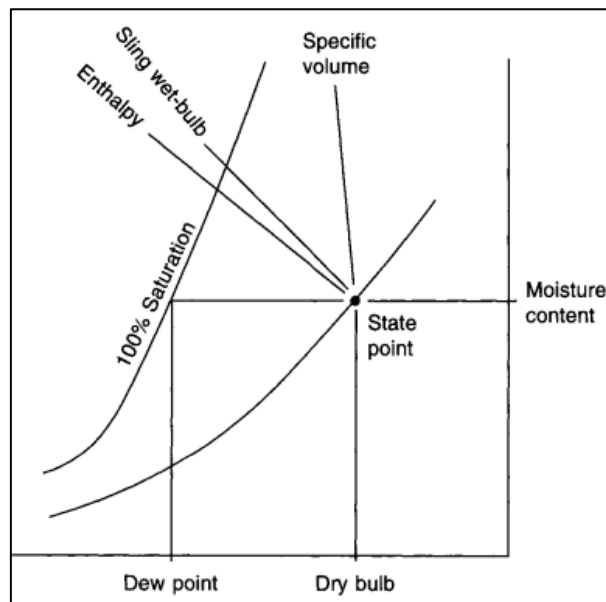
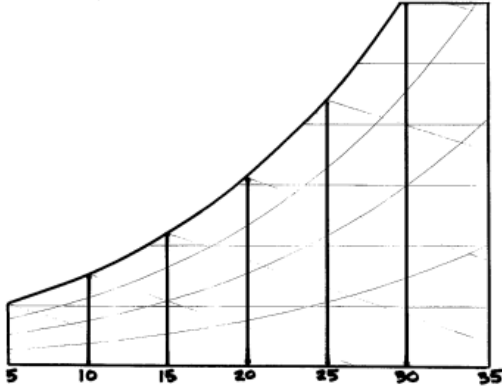
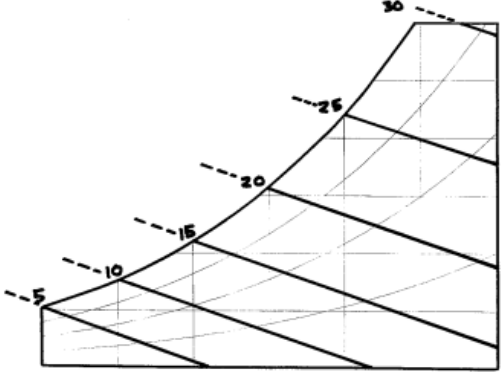
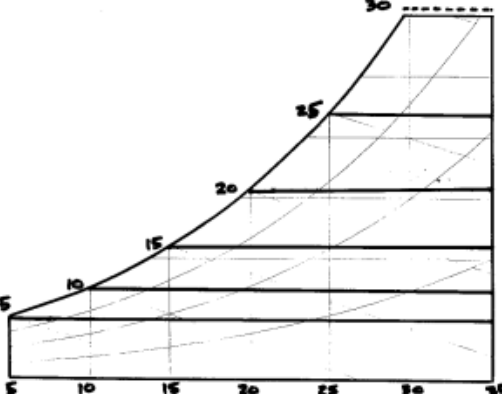
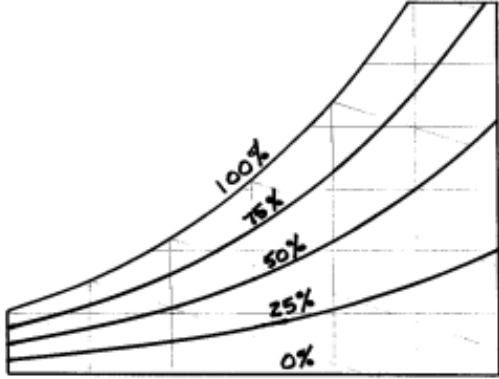
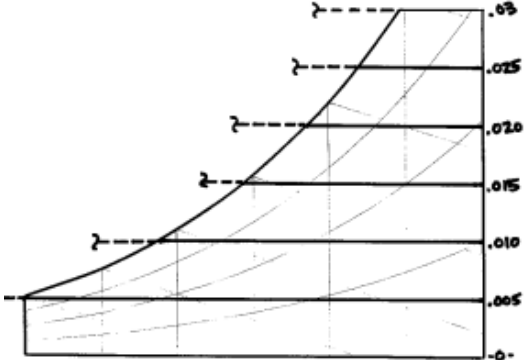
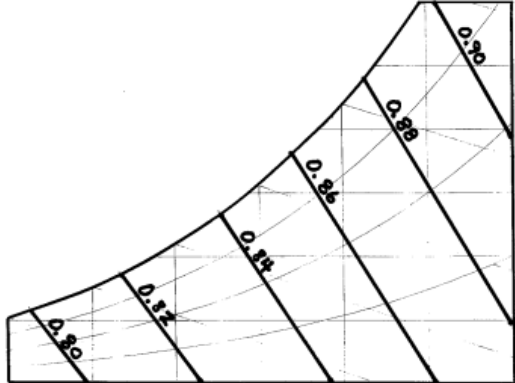
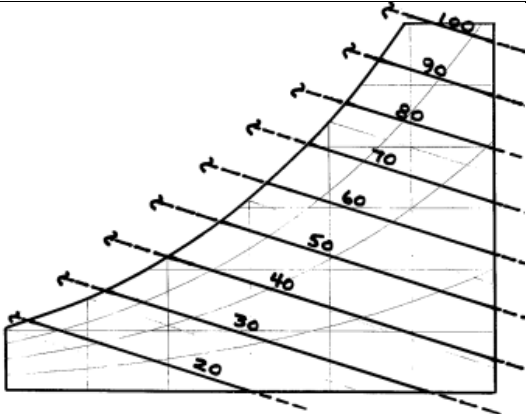


Figura 1.5- Representação de um ponto de estado [3].

Por forma mais pormenorizada, as propriedades termodinâmicas do ar são representadas na carta psicrométrica como apresentado na Tabela 1.2.

Tabela 1.2- Representação das propriedades do ar na carta psicrométrica [3].

Propriedade	Linhas representativas
<p>Temperatura de bolbo seco</p>	
<p>Temperatura de bolbo húmido</p>	
<p>Ponto de orvalho</p>	

<p>Humidade relativa</p>	
<p>Humidade específica</p>	
<p>Volume específico</p>	
<p>Entalpia específica</p>	

1.1.3. Processos psicrométricos do ar e evoluções nos sistemas de AVAC

São os processos que permitem alterar as condições do estado do ar, num estado inicial, que termina num estado final, por forma a contrariar os efeitos das cargas térmicas que sobre ele atuam.

Os ganhos térmicos podem ser divididos em duas categorias:

- Ganhos Sensíveis: Provocam uma variação da temperatura seca do ar húmido, e, conseqüentemente, também da sua entalpia e humidade relativa, sem alteração da sua humidade específica, dando por isso origem a evoluções segundo linhas horizontais na carta psicrométrica. São assim designados uma vez que o ser humano é sensível a mudanças de temperatura do ar que nos rodeia [6];
- Ganhos Latentes: Provocam alterações da humidade específica, e, conseqüentemente, também da sua entalpia e humidade relativa, sem variação da temperatura seca, dando origem a evoluções segundo linhas verticais na carta psicrométrica. São assim designados porque embora impliquem alterações da entalpia do ar húmido, o ser humano é pouco sensível a variações do teor de humidade desde que estas variações não impliquem variações superiores a cerca de 10% em torno da humidade relativa de 50% [6].

Para manter um ambiente nas condições ideais de temperatura e humidade, é necessário utilizar diferentes processos de condicionamento do ar. Os principais processos de condicionamento do ar incluem aquecimento (aumento da temperatura), arrefecimento (diminuição da temperatura), humidificação (adição de humidade) e desumidificação (diminuição da humidade).

Estes processos encontram-se representados na Figura 1.6.

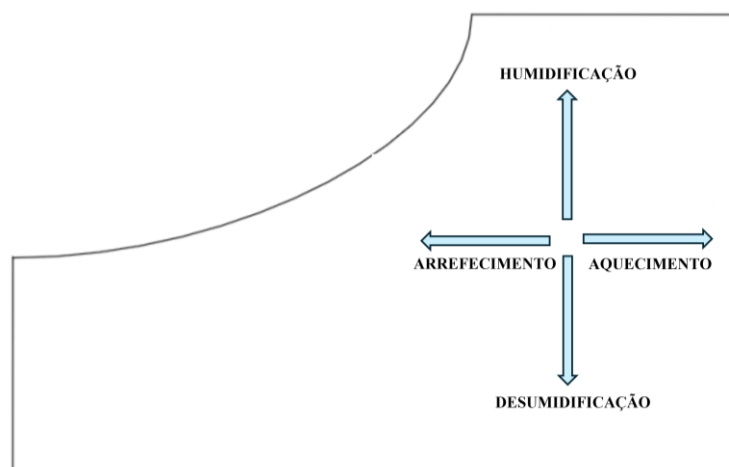


Figura 1.6- Representação dos processos básicos de condicionamento do ar na carta psicrométrica.

- Arrefecimento e Aquecimento sensíveis

A transferência de calor sensível ocorre quando o ar húmido flui através de uma bateria de aquecimento ou de arrefecimento. No processo de arrefecimento, o teor de humidade do ar permanece constante, mas a sua temperatura diminui à medida que passa numa serpentina de arrefecimento. Para manter o teor de humidade constante, a superfície da serpentina de arrefecimento deve estar seca e a sua temperatura superficial deve ser superior à temperatura do ponto de orvalho do ar. Se a serpentina de arrefecimento for 100% eficaz, então a temperatura de saída do ar será igual à temperatura da serpentina. No entanto, na prática, a temperatura do ar de saída será superior à temperatura da serpentina de arrefecimento [9].

Durante o processo de aquecimento, o teor de humidade do ar permanece constante e a sua temperatura aumenta à medida que flui sobre uma serpentina de aquecimento.

Ambos os processos se encontram exemplificados na Figura 1.7.

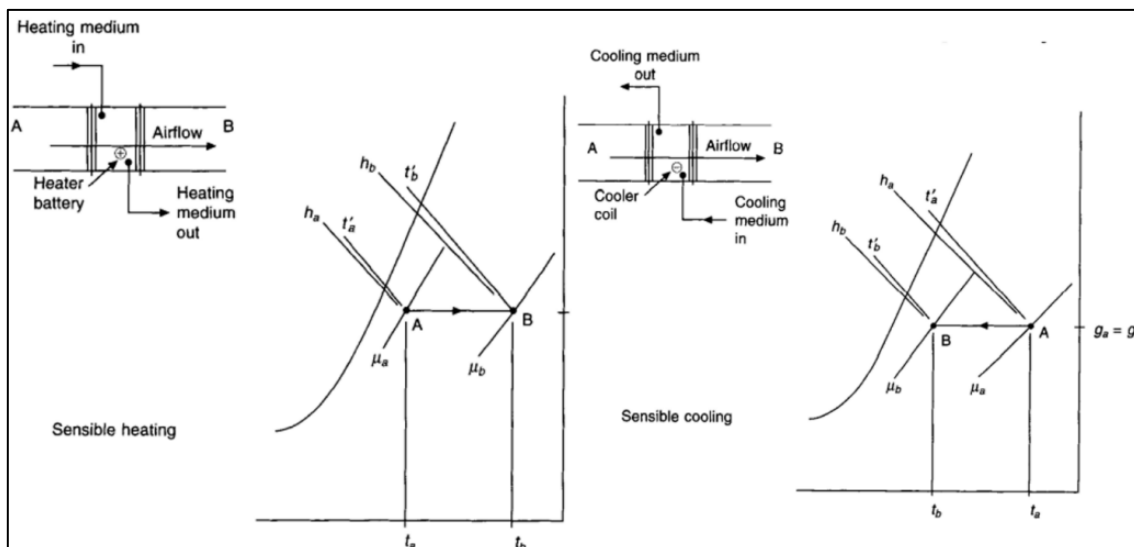


Figura 1.7-Processo de Aquecimento e Arrefecimento Sensível [9].

- Humidificação

Este processo consiste no aumento do teor de humidade específica do ar e é representado por uma linha vertical reta na carta psicrométrica a partir do valor inicial da humidade relativa, estendendo-se para cima e terminando no valor final da humidade relativa. Na prática, o processo de humidificação pura não é possível, uma vez que a humidificação é sempre acompanhada de processos de arrefecimento ou aquecimento do ar.

A humidificação pode ocorrer através de [9]:

- Injeção de Água, onde o estado do ar muda adiabaticamente mantendo a entalpia constante. A temperatura do ar diminui como ilustrado na Figura 1.8.

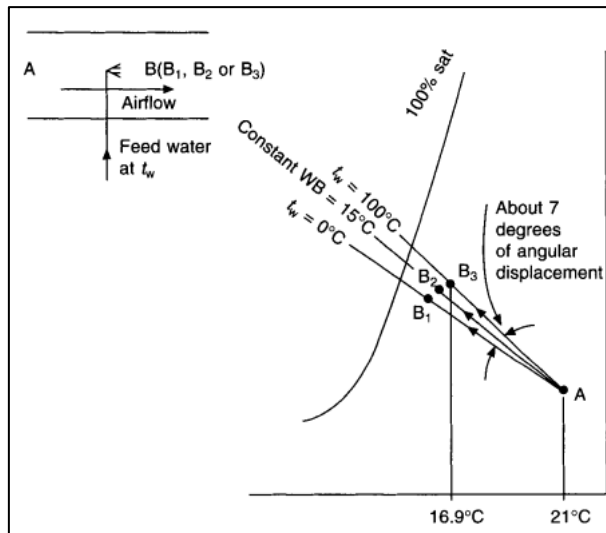


Figura 1.8-Processo de humidificação por injeção de água [9].

- Injeção de Vapor, onde o estado do ar muda ao longo de uma linha praticamente constante. Apesar de se verificar um aumento na temperatura, este aumento é tão pequeno, pois a maior parte da energia do vapor é utilizada para aumentar a humidade do ar (condensação do vapor) em vez de elevar a sua temperatura, que se pode assumir que a mudança de estado após a injeção de vapor é uma linha de temperatura constante do bolbo seco [9].

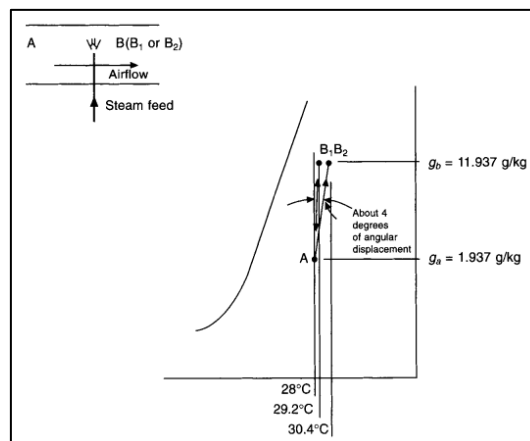


Figura 1.9-Processo de humidificação por injeção de vapor [9].

• Desumidificação

É possível desumidificar o ar através de três métodos, sendo eles [9] :

- Arrefecimento para uma temperatura abaixo do ponto de orvalho;
- Adsorção;
- Absorção.

Neste caso, irá ser abordado o primeiro método. Sendo o objetivo do método a desumidificação do ar, parte da água pulverizada ou parte da serpentina de arrefecimento deve estar a uma temperatura inferior ao ponto de orvalho do ar que entra no equipamento. Na Figura 1.10, a temperatura a que corresponde o ponto C na curva de saturação, é denominada temperatura de orvalho do aparelho, sendo t_C a temperatura correspondente ao ponto de orvalho. A temperatura t_D é a temperatura de orvalho do ar húmido "ligado" à serpentina.

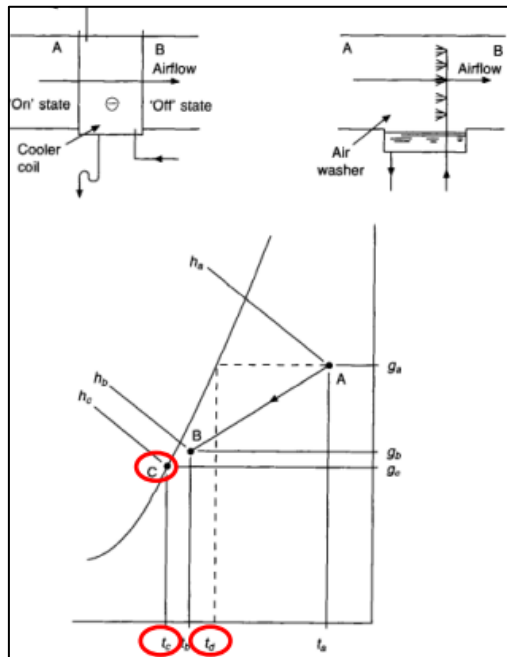


Figura 1.10-Arrefecimento e desumidificação por uma serpentina mais fria [9].

Para efetuar os cálculos psicrométricos basta conhecer o estado A do ar húmido que entra na serpentina, o estado B do ar que abandona a serpentina, e o caudal do ar seco associado. Analisando a Figura 1.10, é possível verificar a redução da humidade do ar, tal como a redução da sua entalpia e da temperatura do bolbo seco. De notar que a percentagem de saturação aumenta.

Com estes quatro processos básicos de condicionamento do ar é possível conjugá-los, como ilustra a Figura 1.11.

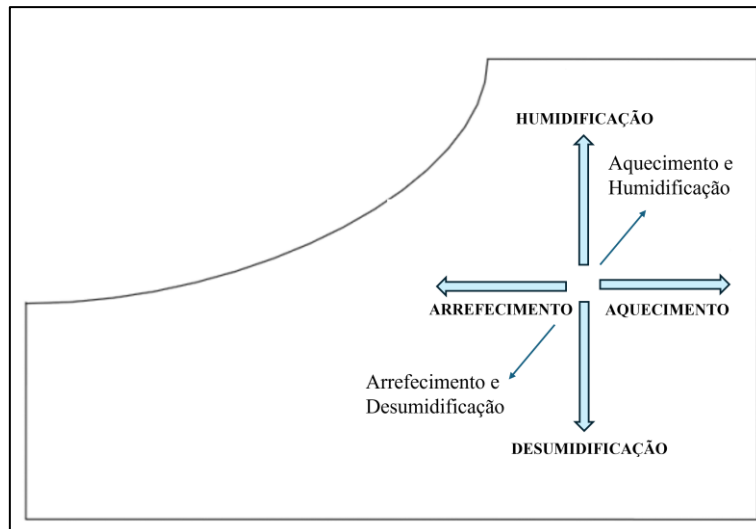


Figura 1.11-Vários processos de climatização.

1.2. Cargas Térmicas

A carga térmica é a quantidade de calor que deve ser retirada e/ou fornecida a um determinado espaço para que as condições interiores, temperatura e humidade relativa, não sofram variações significativas relativamente aos níveis de conforto desejados para o espaço em estudo, sendo que estas condições devem permanecer dentro de limites bem definidos ao longo do dia e do ano.

No domínio do AVAC é necessário calcular as cargas térmicas. A importância da determinação das cargas térmicas cobre dois aspetos fundamentais:

- O dimensionamento dos equipamentos e acessórios que constituem o sistema de climatização, ou seja, garantir que, com uma probabilidade elevada, o sistema permite a obtenção das condições pretendidas para as condições de utilização previstas [10];
- A determinação do consumo de energia da instalação existente para diferentes condições de utilização do edifício, por forma a permitir a análise do consumo energético do edifício durante todo ou parte do ano [10].

Para o estudo das cargas térmicas, estas podem ser agrupadas em cargas térmicas exteriores e cargas térmicas interiores.

- Cargas térmicas exteriores: As cargas exteriores estão dependentes das condições climáticas (radiação, temperatura e humidade) e resultam das trocas de calor e massa através da envolvente exterior do edifício. São, por exemplo, cargas resultantes do fluxo de calor através do pavimento, telhado, paredes, infiltrações de ar exterior através de portas e janelas, entre outras.

- Cargas térmicas interiores: As cargas térmicas interiores dependem fundamentalmente das condições de funcionamento do edifício. Nos espaços condicionados, correspondem à existência de cargas formadas pela libertação de calor sensível e latente, provenientes da energia libertada por pessoas, equipamentos e iluminação, que alteram bastante as condições do ar interior [11].

A Figura 1.12 mostra os fluxos térmicos de um espaço na situação de Verão e Inverno.

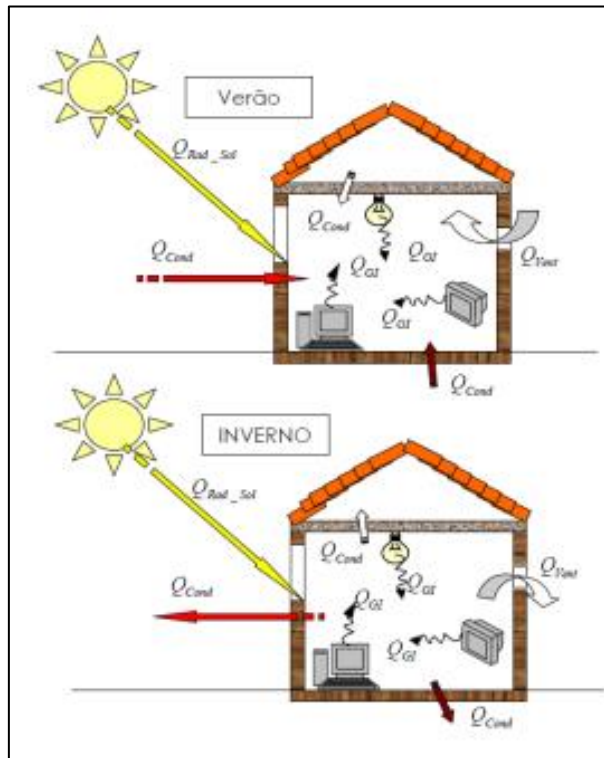


Figura 1.12- Balanço energético do edifício [12].

Atualmente o cálculo das cargas térmicas é, na maioria dos casos, efetuado através de programas informáticos, pelo que a metodologia de cálculo dependerá do utilitário utilizado. Com este facto, não serão demonstradas as equações que permitem o cálculo das diversas cargas térmicas.

1.2.1. Transmissão de energia através da envolvente

Os edifícios funcionam como um filtro para a passagem de luz, ar, ruído e energia entre o ambiente externo e interno. A envolvente exterior do edifício compreende todas as partes da construção que separam o interior do exterior, como paredes, coberturas, pavimentos, janelas e portas.

Assim, para o cálculo do balanço térmico dos edifícios é necessário contabilizar as trocas de calor da envolvente do edifício. A transferência de calor pode ser definida como a transferência

de energia de uma região para outra como resultado de uma diferença de temperatura entre elas. Os mecanismos de transferência de calor são: Condução, convecção e radiação.

O calor transferido entre o ambiente interior e o ambiente exterior processa-se por três etapas seguidas agrupadas em série umas a seguir às outras: q_1 , q_2 e q_3 como ilustrado na Figura 1.13.



Figura 1.13-Trocas de calor entre dois ambientes através de uma parede [13].

1.2.2. Cargas térmicas internas

As cargas internas estão diretamente ligadas às pessoas (ocupação), assim como as cargas dos equipamentos e da iluminação.

Na Figura 1.14 encontram-se representadas as cargas térmicas presentes num espaço, desde o ocupante aos equipamentos elétricos.

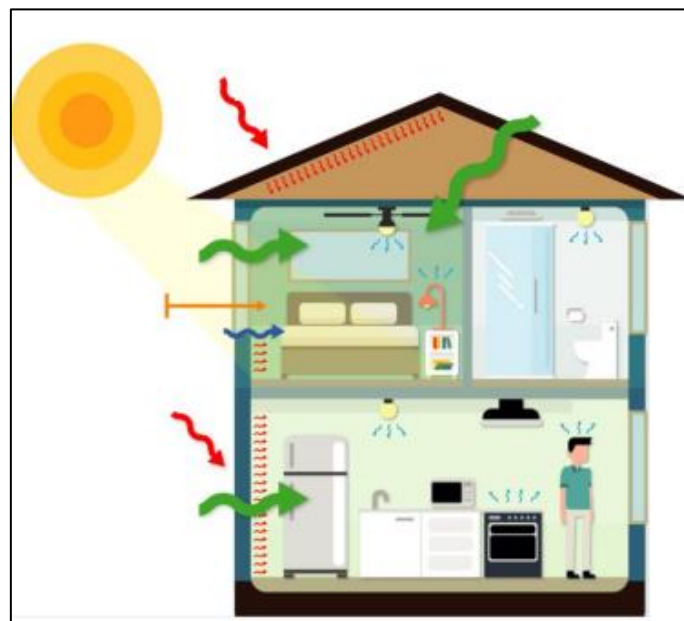


Figura 1.14-Representação das cargas térmicas presentes num espaço [14].

- Ocupação

A carga interna gerada pela ocupação de um espaço varia de acordo com a atividade exercida em cada ambiente e, naturalmente, com o número de ocupantes esperados. Apesar de ser preferível obter a informação a partir do cliente ou do seu representante, o número de ocupantes pode ser estimado pela natureza e disposição do mobiliário presente nas peças de arquitetura. Contudo, em certas situações terão de ser feitas algumas previsões mais ou menos empíricas (função da experiência do projetista)[7].

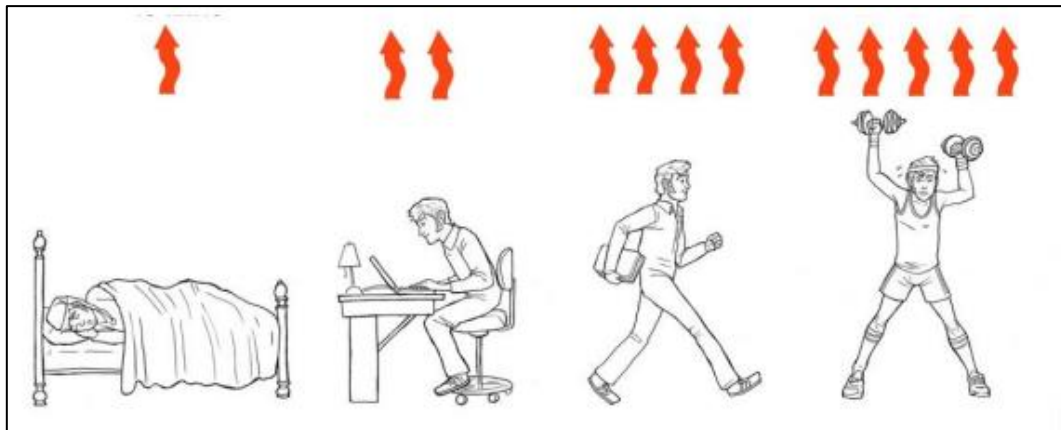


Figura 1.15-Carga térmica libertada por um ocupante consoante a sua atividade [15].

- Iluminação

A carga de iluminação pode ter um peso relevante para a carga total devido à radiação emitida, bem como pelas cargas por efeito de Joule resultantes do baixo rendimento do seu funcionamento, pelo que devem ser objeto de especial atenção.

Apenas no caso de climatização contínua de salas com iluminação artificial a carga térmica é idêntica ao calor libertado pelas lâmpadas, dado que a estrutura já não pode absorver mais energia [6]. A carga interna devido à iluminação depende do tipo de lâmpadas utilizadas. A consulta ao projeto elétrico é, portanto, necessária para a correta estimativa da carga de iluminação [7].

- Equipamentos

A principal causa dos ganhos de calor internos está associada aos equipamentos existentes num espaço[11]. No cálculo das cargas térmicas devido aos equipamentos, deve ser considerado um coeficiente de simultaneidade e de exaustão, que afetam diretamente o valor das cargas de dissipação. Seria obtida uma maior precisão caso fosse conhecido o modo de funcionamento dos equipamentos [11].

1.2.3. Cargas térmicas devido a infiltrações

Os edifícios comerciais e institucionais são tipicamente pressurizados pelo sistema AVAC para reduzir a infiltração do ar exterior. É também comum existirem infiltrações durante o período de inoperabilidade do sistema AVAC [5].

Este tipo de cargas é possivelmente o mais difícil de determinar, tornando-se ainda mais complexo de contabilizar em edifícios não pressurizados, ou seja, aqueles que permitem a troca de ar com o exterior. Isto ocorre devido à imprevisibilidade do uso de portas e janelas (pontos de entrada de ar) e à incerteza sobre a direção do vento na fachada do edifício.

1.2.4. Cargas térmicas devido ao ar novo

Para garantir a qualidade do ar dos espaços interiores é necessário renovar o ar interior através da introdução de ar novo. Dado que o ar exterior se encontra em condições de temperatura e humidade relativas distintas das que se pretendem no interior, a introdução de ar novo representa uma carga térmica sensível e latente [7]. A quantidade de ar novo a introduzir depende, em grande parte, da taxa de ocupação dos espaços.

2.Aspetos gerais associados ao projeto de AVAC

O termo generalizado das instalações de AVAC deriva do inglês *HVAC* (Heat, Ventilation and Air Conditioning) e diz respeito a um sistema, ou conjunto de sistemas, de tratamento do ar (incluindo ou não ar exterior), englobando os equipamentos de produção dos fluidos térmicos para o aquecimento e/ou arrefecimento do ar e todos os materiais e acessórios indispensáveis ao correto funcionamento da mesma.

O sistema diz respeito ao processo de tratamento do ar, podendo ser parcial ou total, consoante o número de transformações termodinâmicas a que este é submetido para se atingirem os objetivos pretendidos, independentemente de possuir ou não filtração.[16]

2.1. Importância e conceção dos sistemas de climatização

A energia libertada pela ocupação, equipamentos e aparelhos (lâmpadas, motores, etc.) numa sala fechada provoca um aumento da temperatura do ar interior, produção de CO_2 , libertação de vapores de água e a possibilidade de formação de odores. Estas consequências variam consoante a altura do ano [10].

No verão a temperatura do ar ambiente torna-se excessiva, a qualidade do ar é muito baixa, apresentando uma concentração de gases poluentes e de partículas inaceitável. Já no inverno, as perdas de calor através da envolvente da sala podem ser elevadas para provocar um arrefecimento significativo no interior, ficando o ambiente demasiado frio. [17]

Para combater estas consequências, serão então necessários equipamentos que permitam remover ou ceder o calor na sala, repondo as condições interiores pretendidas, não garantindo apenas a temperatura, mas também a humidade e qualidade do ar.

Para conceber corretamente um sistema de climatização é necessário integrar todo um conjunto de conhecimentos que englobam diversas áreas como o tratamento físico-matemático dos fenómenos de transmissão de calor e massa, os fenómenos termohigrométricos e biológicos que regulam o conforto, os princípios de funcionamento dos diversos equipamentos disponíveis no mercado e a regulamentação existente.[17]

Existem diversos conceitos base que devem estar presentes no momento da decisão da conceção de uma instalação bem como na seleção dos equipamentos de climatização, nomeadamente:

- A qualidade das condições interiores;
- A interação pela envolvente;

- Os problemas energéticos e ambientais resultantes de uma instalação de climatização, bem como as suas limitações;
- Vantagens e inconvenientes dos diferentes tipos de instalação;
- Regulamentação existente, em particular no que respeita às restrições que impõe [17].

Ao analisar criticamente tais aspetos, projeta-se o sistema mais adequado e/ou enquadrado no que diz respeito à eficiência energética, interferências com outros possíveis sistemas, especificação dos equipamentos, garantindo a melhor relação custo/benefício do(s) sistema(s) a adotar. O sistema a selecionar dependerá principalmente das necessidades dos locais a climatizar, bem como as verbas disponíveis dos donos de obra para o investimento de um sistema de climatização. Podem existir sistemas apenas para fins de aquecimento ou de arrefecimento e/ou para efetuar ambas em simultâneo caso pretendido. [18]

Apenas alguns sistemas permitem a função de aquecimento e arrefecimento em simultâneo, como por exemplo, efetuar aquecimento numa determinada zona de um edifício e simultaneamente estar a satisfazer o arrefecimento noutra área do edifício. Este tipo de necessidades ocorre geralmente nos períodos de meia-estação, devido aos ganhos térmicos pela radiação solar direta serem mais elevados a horas dispersas, consoante a orientação dos vãos envidraçados das diferentes áreas. Este fenómeno também poderá ocorrer na estação do Inverno em espaços em que as cargas internas são diferentes. Este tipo de necessidade verifica-se pelos diferentes níveis de conforto, que varia nos vários espaços a climatizar. Em determinados espaços poderá ser necessário um maior controlo da temperatura (aquecimento/arrefecimento), controlo na qualidade do ar, tendo em conta o teor de água no ar em termos de humificação e/ou desumificação, controlo dos caudais de ar (extraído, insuflado, ar novo), ação sobre a pressão pretendida num determinado espaço, bem como a integração de técnicas eficientes de ventilação.[18]

2.2. Aspetos relevantes na seleção de equipamentos

Após a seleção dos equipamentos de climatização essenciais para combater as cargas térmicas do espaço e satisfazer as necessidades, é necessário ter em conta diversos aspetos a nível da sua implementação em obra para que a eficiência do equipamento não seja comprometida.

2.2.1. Localização de equipamentos e exigências de espaço

Todos os equipamentos de AVAC necessitam de um bom suporte estrutural. O projetista responsável pelo AVAC deve informar o engenheiro estrutural da localização dos principais equipamentos no início da fase de projeto. Os equipamentos mais pesados, como caldeiras, tanques, *chillers*, compressores e grandes unidades de tratamento de ar, devem estar

preferencialmente localizados no nível mais baixo do edifício, numa base de cimento e os equipamentos rotativos deverão possuir uma boa base anti-vibração. Isto faz com que a vibração do equipamento em si não seja transmitida para a estrutura do edifício. Em caso de edifícios construídos em espaços térreos, sem caves ou com pavimentos leves, os equipamentos pesados deverão ser colocados nas imediações do edifício, desde que exista uma área de terreno suficiente e adequada [19].

Do ponto de vista do engenheiro de projeto, o equipamento deve ser localizado por forma que exista espaço suficiente para a sua manutenção, remoção e reinstalação futura, para as tubagens de fluidos de transferência de calor, desde os equipamentos de produção (*Chillers* ou Caldeiras) até às unidades de tratamento de ar, por exemplo. Também deve permitir que exista um acesso fácil ao exterior do edifício para que seja possível a extração de ar interior e insuflação de ar novo e por fim não deverá ser instalado perto de áreas sensíveis acusticamente [5].

Quando possível, equipamentos com grandes necessidades elétricas, de água, óleo ou gás devem ser localizados perto do ponto de entrada desses mesmos recursos no edifício. No caso dos sistemas de produção centralizada, as UTAs devem estar relativamente próximas das áreas que vão servir, permitindo reduzir as condutas de insuflação e extração de ar e diminuindo as perdas de carga por transferência de energia ao longo da conduta [5].

2.2.2. Acessos para manutenção e reparação

As faltas de condições de acesso ao equipamento contribuem para um rendimento insatisfatório do sistema, que pode contribuir para uma baixa qualidade do ar fornecido, incapacidade de satisfazer as condições de conforto e até mesmo o colapso dos equipamentos. Para evitar as consequências descritas acima, devem ser empregues os seguintes procedimentos:

- Reforçar a necessidade de espaços adequados no edifício para a instalação dos equipamentos AVAC;
- As dimensões do edifício nem sempre são tão precisas quanto as dimensões do equipamento, posto isto, deve sempre considerar-se um coeficiente de segurança no cálculo do espaço disponível;
- Providenciar espaço livre perto de ventiladores, bombas, *chillers* e outros equipamentos facilitando assim, o acesso para operações de manutenção de acordo com as recomendações do fornecedor;
- Garantir que existe espaço suficiente para a circulação dos equipamentos aquando da sua instalação ou remoção;

- Garantir a proteção e acessibilidade dos equipamentos de controlo, tais como atuadores, sensores de temperatura ou humidade, os pressostatos e toda a restante instrumentação;
- Montar os manómetros de pressão em locais livres de vibrações;
- Deve ter-se em conta a necessidade de efetuar medições de fluxo de ar e água, temperatura ou pressão ao longo das condutas e tubagens, assim como necessidade de inspeções e limpeza [19].

2.3. Classificação de sistemas de climatização

Um sistema de climatização não deve ser entendido como apenas um processo que remove as cargas térmicas, mas também como um sistema que permita garantir as condições corretas de funcionamento em períodos de utilização distintos e em condições energeticamente eficientes [20].

Por forma a caracterizar os sistemas, existem diferentes formas de os agrupar [17]:

- Em função da área a climatizar;
- Em função do tipo de fluido térmico;
- Em função do nível de segurança.

2.3.1. Classificação dos sistemas em função da área a climatizar

Atendendo a área servida pelo sistema e o local onde é inicialmente produzido o calor ou o frio, os sistemas existentes são agrupados em sistemas centralizados, individuais e modulares.

Sistemas centralizados

No sistema centralizado, o circuito primário, isto é, as unidades produtoras de frio e de calor encontram-se em locais técnicos distintos das zonas a climatizar [11], localizadas em pontos estratégicos acordados com o(a) arquiteto(a) e/ou dono de obra, em que apenas o pessoal destinado à operação e manutenção dos equipamentos terá acesso. Nestes sistemas, a energia térmica produzida no circuito primário faz permuta com o fluido do circuito secundário, que por sua vez é conduzida até aos equipamentos de climatização terminais localizados dentro dos locais a climatizar [17]. Normalmente este tipo de sistemas são usuais em grandes edifícios, com elevadas necessidades de climatização, como por exemplo escritórios, pavilhões, grandes habitações, etc.

Sistemas Individuais

No caso dos sistemas individuais, os equipamentos de climatização são compactos e localizam-se na proximidade ou no interior dos ambientes a climatizar [18], servindo apenas um espaço de um edifício, sendo compostos por uma unidade interior e uma unidade exterior, utilizando o sistema de expansão direta de um fluido refrigerante/frigorigéneo, isto é, equipamentos em que o princípio de funcionamento consiste em absorver energia de um determinado espaço e libertá-la noutra. Este tipo de sistemas é destinado nomeadamente em edifícios de áreas pequenas com reduzidas necessidades de climatização.

Sistemas modulares

De acordo com o autor Luis Roriz [17], ainda existem sistemas de tipo modular. Neste grupo estão incluídos os sistemas de caudal de refrigerante variável (VRF), onde existe apenas um circuito (de fluido refrigerante/frigorigéneo) que circula até aos locais a climatizar. Estes sistemas servem diversas zonas do edifício, e são compostos por uma ou mais unidades exteriores e diversas unidades interiores [17]. A cada unidade exterior está associado um número máximo de unidades interiores que varia consoante a tecnologia desenvolvida pelo fabricante.

2.3.2. Classificação dos sistemas em função do tipo de fluido térmico

Os sistemas de climatização podem ser também classificados em função do fluido térmico que circula entre as unidades produtoras (frio ou calor) e as unidades terminais, sendo essencialmente aplicado em sistemas centralizados. Esta classificação considera dois tipos de sistema base: Sistemas Tudo-Ar e Sistemas Tudo-Água e ainda engloba sistemas de expansão direta, onde o fluido térmico de trabalho é o fluido refrigerante/frigorigéneo.

Tudo-Ar

Nos sistemas tudo-ar a climatização é efetuada unicamente pelo ar. Existem unidades produtoras de água fria e água quente (Chiller, Bombas de calor e Caldeiras), que asseguram a produção primária de frio e/ou calor (utilizando fluidos refrigerantes e água), necessária para os equipamentos de tratamento de ar (UTA/UTAN), onde o ar é tratado (arrefecido, humidificado, desumidificado ou aquecido) e posteriormente insuflado no ambiente através de dispositivos terminais (grelhas ou difusores) [11]. Dentro deste grupo, é possível definir os seguintes tipos de sistemas:

- Volume de Ar Constante (VAC);
- Volume de Ar Variável (VAV).

No sistema de volume de Ar Constante (VAC), o volume de ar tratado pela unidade é constante, sendo que a temperatura do ar varia com a variação das cargas térmicas existentes nos espaços [11].

Este tipo de sistema é aplicado normalmente em espaços unitários que apresentem grandes dimensões, ou em diversos espaços que apresentem tipologias de uso semelhantes (cargas térmicas e horários de funcionamento sem diferenças significativas). Nesta situação, o ar insuflado em cada espaço possui as mesmas condições de temperatura e humidade [11]. Nos casos em que se pretenda controlar zonas com comportamentos térmicos diferentes, é necessário utilizar uma unidade de tratamento de ar para cada zona [21].

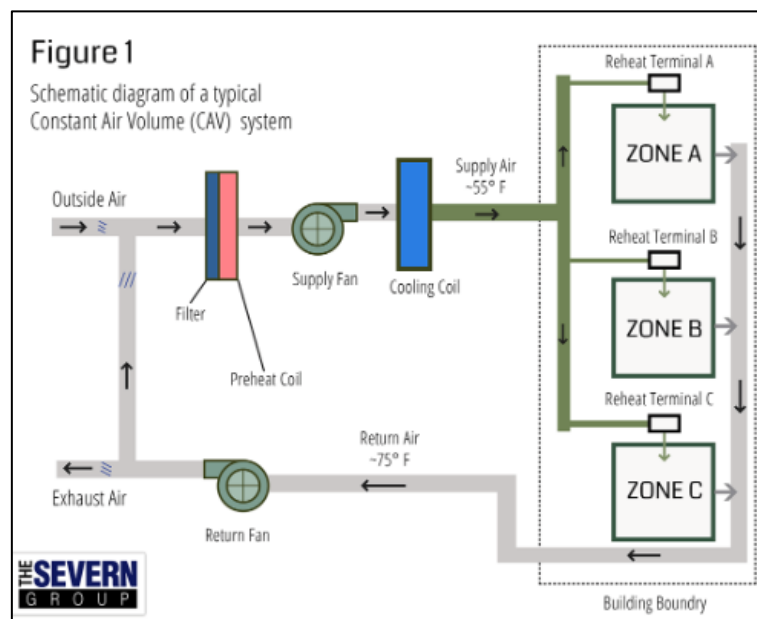


Figura 2.1- Diagrama esquemático de um sistema VAC [22].

Já no sistema de volume de Ar Variável (VAV), o controlo de temperatura nos espaços é efetuado através da variação do volume de ar de alimentação, por forma a reduzir as cargas térmicas e manter os parâmetros do espaço pretendido [21]. Este tipo de sistema é normalmente aplicado em locais que necessitem de arrefecimento durante todo o ano.

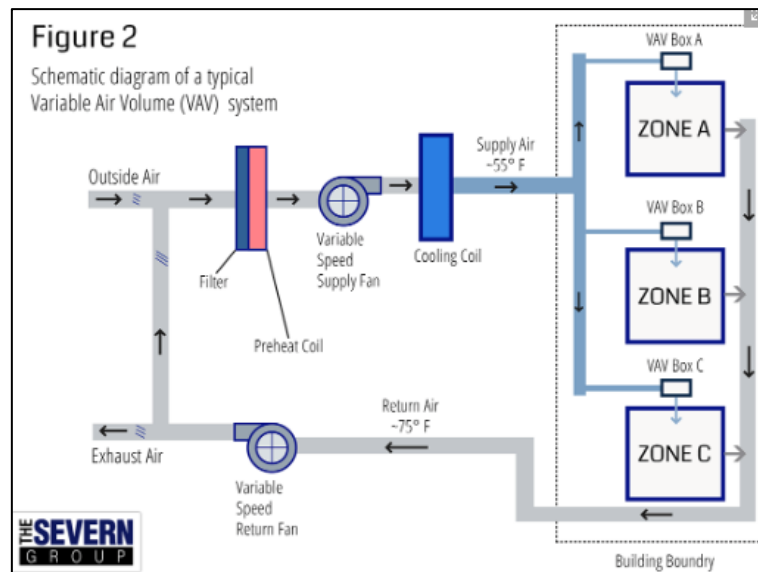


Figura 2.2-Diagrama esquemático de um sistema VAV [22].

Tudo-Água

Nos sistemas Tudo-Água, o processo de climatização baseia-se na distribuição de água fria e/ou água quente, em função das necessidades dos espaços a climatizar, através de unidades terminais. As principais diferenças entre as diferentes soluções existentes consistem na capacidade de arrefecimento e aquecimento em simultâneo e no equilíbrio do sistema [23]. Os ventiloconvectores são as unidades terminais mais utilizadas neste tipo de sistemas. Trata-se de pequenas unidades instaladas nos locais a climatizar com a função de anular o efeito de cargas térmicas de aquecimento e arrefecimento desse espaço. Adicionalmente, existem outros sistemas que asseguram o arrefecimento e aquecimento dos espaços, nomeadamente, sistemas do tipo radiante (pavimento ou teto radiante) [11].

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.

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 [24].

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

Sistemas de Expansão Direta

Por fim, os sistemas de expansão direta baseiam-se na climatização dos espaços através de serpentinas alimentadas a fluido frigorigéneo e são essencialmente compostos por evaporadores, condensadores e dispositivos frigoríficos que controlam a expansão do gás. Incluem-se neste grupo sistemas do tipo *VRF*, *split* e multi-split. Estas unidades podem ser concebidas para arrefecimento ou/e aquecimento. Os sistemas *multi-split* possuem o mesmo princípio de funcionamento das unidades *split*, sendo que estes permitem a ligação de uma unidade exterior a diversas unidades interiores. O sistema *VRF*, consiste num sistema de climatização de expansão direta constituído por uma unidade condensadora no exterior que pode ser ligada a diversas unidades evaporadoras no interior. Em comparação com os sistemas *Multi-Split*, os sistemas *VRF* permitem ligar um número muito mais elevado de unidades interiores à unidade exterior, através da integração de sistemas de controlo eletrónico que asseguram a adaptabilidade dos sistemas às necessidades do edifício. A principal vantagem deste tipo de sistema reside na capacidade de integrar diversos evaporadores de capacidades e configurações diferentes, de controlo de conforto individualizado, permitindo aquecimento e arrefecimento em simultâneo para as diferentes zonas a climatizar [11].

Estes tipos de sistemas são dotados simplesmente para climatizar os espaços, sendo que a ventilação dos mesmos deve ser efetuada através de sistemas de ventilação dimensionados para este fim.

2.3.3. Classificação dos sistemas em função do nível de segurança

Por fim, os sistemas podem ser classificados em função do nível de segurança, ou seja, em função da forma como a tubagem em que circula o fluido frigorigéneo contacta com zonas ocupadas. É essencialmente utilizada para sistemas que utilizam fluidos frigorigéneos halogenados [6].

Nesta classificação os sistemas são divididos em sistemas diretos e indiretos, podendo ser abertos ou fechados.

Sistemas diretos

Nos sistemas diretos fechados a tubagem do fluido frigorigéneo (halogenado) contacta com zonas onde pode ocorrer ocupação (zonas de permanência e de passagem). Correspondem aos sistemas de expansão direta: sistemas *split* (dividido) e *VRV* [17]. Os sistemas diretos abertos não são utilizados em climatização.

Sistemas indiretos

Nestes sistemas, o fluido primário é um fluido frigorigéneo halogenado e o fluido secundário é o ar ou a água [17]. Correspondem aos sistemas Tudo-Ar, Tudo-Água e Ar-Água.

2.4. Controlo e Instrumentação

Para trabalhar e projetar corretamente sistemas de controlo para projetos de climatização é necessário entender a documentação utilizada para ilustrar os processos e instrumentação de campo. Esta ideia começa com a noção de que nenhum processo pode funcionar sem automação e controlo. Os equipamentos não têm utilidade sem sensores e atuadores, não sendo possível obter o melhor desempenho dos mesmos sem algoritmos de controlo [25].

De forma generalizada, o sistema de controlo é utilizado para garantir as seguintes exigências [5] :

- Manter as condições de conforto térmico;
- Manter a qualidade do ar interior;
- Reduzir o consumo de energia;
- Operação segura da instalação;
- Reduzir os custos de pessoal operacional;
- Identificar problemas de manutenção;
- Monitorizar o desempenho do sistema.

Com isto, será possível o controlo de parâmetros interiores tais como a temperatura, humidade, ventilação e pressão dos espaços climatizados.

No âmbito da eficiência energética e da qualidade do ar interior dos edifícios, foi aplicado em particular o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE), que coloca um conjunto de novas exigências ao nível da gestão da energia e da gestão da manutenção das instalações. Para os edifícios de serviço ou habitação novos, a instalação de sistemas de regulação e controlo é obrigatória em qualquer sistema de climatização. Essa obrigatoriedade estende-se ao sistema de monitorização e de gestão de energia a partir de um limite de potência térmica de 100kW [26].

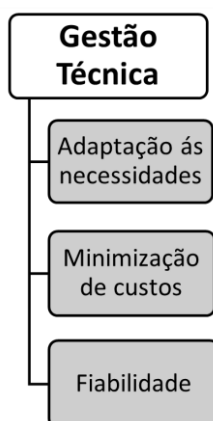


Figura 2.3-Objetivos da Gestão Técnica.

A gestão técnica dos edifícios assenta em dois subsistemas principais:

- Sistema de Automatização e Controlo de Edifícios (SACE), responsável pelo controlo e supervisão dos sistemas tecnológicos, nomeadamente dos subsistemas de iluminação, de ventilação e ar condicionado, de controlo de acessos, de emergência, etc.
- Sistema de Gestão da Manutenção (SGM) das infraestruturas e equipamentos técnicos, no âmbito do qual são planeadas, executadas e controladas as intervenções de manutenção preventivas, corretivas e de beneficiação das instalações [26].

Neste caso em específico, apenas será considerada a GTC (Gestão Técnica Centralizada), para controlo dos sistemas AVAC.

2.4.1. Protocolos de comunicação com GTC

A gestão técnica centralizada obtém-se a partir de sistemas baseados em vários controladores, sendo que entre estes pode haver um ou mais tipos de comunicação ou um dos equipamentos principais conseguir comunicar através de várias linguagens [26].

Nas aplicações de controlo existe uma necessidade inerente de comunicação, os valores devem ser transferidos entre os elementos sensores, controladores e atuadores. Os protocolos permitem esta comunicação através da transferência de dados entre os equipamentos. A implementação de um protocolo começa pela definição do meio físico e do meio lógico que define a estrutura e a transmissão dos dados [5].

Através da comunicação entre os equipamentos e os módulos de comando, os sistemas de gestão técnica centralizada realizam um controlo das variáveis, nomeadamente dos valores de temperatura desejada, qualidade do ar exterior, nível de iluminação entre outras [26]. Os protocolos de comunicação mais comuns são: *Bacnet IP* e *ModBus*.

É possível converter ambas as linguagens de comunicação através de uma placa (*PCOWeb*) inserida no controlador.

2.4.2. Sensores

Os sensores fornecem o controlador com informação sobre as variáveis a controlar. Nos sistemas AVAC, por norma, estas variáveis são a temperatura, pressão, humidade relativa e caudal. O posicionamento dos sensores é um dado crítico para obter medições corretas sem influências indesejadas [5].

Existem dois tipos de sensores que vão produzir dois tipos de sinais: digitais e analógicos. Um sensor digital é utilizado para fornecer estados binários, onde só há dois estados possíveis, fechado ou aberto, ligado ou desligado, limpo ou colmatado. Um sensor analógico é utilizado para monitorizar condições em constante mudança, providenciando uma monitorização através de um sinal variável de 0 a 10 V ou 4 a 20 mA [17].

2.5. Fases e constituição de um projeto de AVAC

Um projeto de AVAC pode ser definido como um conjunto de conceitos, cálculos, verificações e peças escritas e desenhadas que permitem estabelecer as condições de temperatura e humidade ideais ao conforto humano, bem como providenciar uma renovação de ar adequada ao tipo de atividade desenvolvida num espaço [27].

Ao projeto estão associadas diversas fases de desenvolvimento inter-relacionadas que, integrando a regulamentação em vigor, devem garantir uma solução técnica final bem executada do ponto vista técnico, respondendo por forma positiva às expectativas do cliente em termos funcionais, estéticos e económicos [27].

De acordo com a Portaria nº. 701-H/2008 de 29 de Julho [28], um projeto deve ser constituído pelas diversas fases apresentadas em seguida, podendo algumas delas ser dispensadas por especificação do caderno de encargos ou de acordo com o Dono de Obra.

- 1ª Fase - Programa Base;
- 2ª Fase - Estudo Prévio;
- 3ª Fase - Anteprojeto;
- 4ª Fase - Projeto de Execução e Assistência Técnica.

Programa Base

O programa base consiste na discussão de princípios de projeto com cliente, de modo a obter soluções adequadas para o problema encontrado. O projetista concede um aconselhamento

técnico para as diversas soluções, de acordo com as condicionantes ambientais, urbanísticas e geotécnicas do local.

Estudo Prévio

Após aprovação e adjudicação do programa base, é feito um estudo que analisa a alternativa mais adequada relativamente às condições da obra. A decisão é deliberada em conjunto com o cliente, devido a custos monetários e às condições técnicas do local. Nesta fase, também é feito um diagnóstico ao desempenho do edifício relativamente ao desempenho térmico, desempenho energético; qualidade do ar interior e o desempenho acústico [27].

Anteprojeto

O anteprojeto tem a finalidade de desenvolver os princípios de projeto estabelecidos no estudo prévio. A colaboração dos projetistas, das diferentes especialidades, é determinante para a coordenação dos diversos projetos, alusivos aos espaços interiores e exteriores do edifício analisado. Nesta fase são efetuados os cálculos que futuramente resultaram em peças escritas e desenhadas e diagramas de princípio. Os documentos mencionados têm a finalidade de clarificar objetivos, conceitos e desempenho do sistema dimensionado e respetivos equipamentos, concernentes ao projeto [27].

O anteprojeto integra muitas vezes o projeto licenciamento, ou seja, é constituído por documentos que são entregues às entidades responsáveis pela aprovação os projetos.

Projeto de Execução e Assistência Técnica

O projeto de execução é um complemento ao anteprojeto. Existe um acréscimo do número de documentos em relação à fase anterior, no intuito de esclarecer os procedimentos concernentes à execução da obra. Por isso, é fundamental incluir os documentos que contenham os cálculos e as listas de quantidades, referentes à execução da obra. A assistência técnica consiste no acompanhamento do projeto, durante o decorrer da obra. Assim, verifica-se se a instalação dos equipamentos está a ser efetuada, de acordo com o planeado em projeto [27].

2.6. Ferramenta computacional *HAP*

Os computadores têm sido utilizados numa grande variedade de aplicações de AVAC. Os rápidos avanços tecnológicos e o crescente custo de poder de computação e memória permitiram alterar muitos aspetos da indústria do ar-condicionado. As novas ferramentas computacionais de AVAC permitem que sejam encontradas soluções ótimas em aplicações de engenharia.

O programa HAP é uma ferramenta informática produzida pela *Carrier*, uma empresa que fornece soluções para ar condicionado, aquecimento e refrigeração. O objetivo deste programa é ajudar os engenheiros a conceber sistemas de AVAC para edifícios.

O programa permite duas análises num só programa:

- Permite estimar cargas e projetar sistemas;
- Permite simular o uso de energia e calcular os custos energéticos e fazer avaliações detalhadas dos custos energéticos do projeto.

O método de cálculo do HAP é feito de acordo com as normas da ASHRAE.

No Programa existem quatro menus dirigidos ao cálculo térmico dos edifícios que são: o Menu *Weather*, o Menu *Spaces*, o Menu *Systems* e o Menu *Plants*.

Menu Weather

O menu *weather* serve para analisar as características climáticas do local, nomeadamente as temperaturas secas e húmidas do ar, originando um relatório mensal com um perfil de temperaturas e de radiação incidente. No relatório é possível identificar o dia mais desfavorável do ano, relativamente às cargas térmicas externas mencionadas. Esta informação é relevante, visto que o equipamento de AVAC é dimensionado para este dia, de modo a satisfazer as necessidades térmicas do edifício durante todo o ano [29].

Menu Spaces

No menu *spaces* são criados “espaços” que correspondem às salas do edifício em estudo, com uma determinada área de pavimento e um pé direito, definidos pela arquitetura. Em cada espaço são inseridos os valores das cargas térmicas de ocupação, iluminação, equipamentos elétricos, entre outros. O utilizador do programa define o valor das cargas térmicas interiores e o seu perfil de utilização, designado por “*Schedule*”. Neste menu também é possível definir o caudal de ar mínimo de ar novo.

Menu Systems

O menu *Systems* é utilizado para a análise de sistemas de AVAC. O programa permite a análise de vários tipos de sistemas. Neste menu, o utilizador começa por introduzir o tipo sistema que pretende analisar nas salas (*spaces*). De seguida, seleciona as salas ou zonas (que são grupos de salas) que pretende incluir no sistema e, por fim, introduz as características dos equipamentos que constituem o sistema. Neste menu também é possível definir as características do ar requeridas no interior das salas, como a temperatura, humidade relativa, concentração CO₂ e o caudal mínimo de recirculação [29]. Após a introdução de todas as características do sistema, o programa emite um relatório de cálculo que discrimina as potências térmicas e elétricas e os caudais dos fluidos utilizados pelo sistema em qualquer hora de cada dia do ano.

Menu Plants

Este menu permite a modelação de sistemas de arrefecimento e aquecimento que utilizam fontes de energia, como caldeiras, centrais de produção de frio (*chiller plants*) e centrais de energia. Inclui opções para especificar equipamentos centrais, como *chillers* e torres de arrefecimento, bem como controlar a sua operação horária para otimizar o consumo de energia. Assim, o menu *Plants* ajuda a avaliar a eficiência energética e o desempenho dos sistemas de AVAC, considerando as variações de carga ao longo do tempo.

3. AVAC na indústria farmacêutica

Na indústria farmacêutica, os sistemas de AVAC desempenham um papel crucial na manutenção das condições ambientais ideais necessárias para a produção, teste e armazenamento de produtos farmacêuticos. Estes sistemas são responsáveis pelo controlo preciso de temperatura, humidade, qualidade do ar e pressão em várias áreas das instalações farmacêuticas, incluindo áreas de produção, laboratórios e áreas de armazenamento.

O controlo da temperatura e humidade são funções críticas dos sistemas de AVAC neste tipo de instalações. Muitos processos farmacêuticos, como formulação, embalagem e armazenamento, são sensíveis às flutuações de temperatura e humidade. Os sistemas de AVAC são então projetados para fornecer ambientes estáveis e controlados, evitando variações que possam afetar a qualidade e a eficácia dos produtos farmacêuticos.

3.1. Definição e aplicações de salas limpas

De acordo com a Organização Internacional de Normalização e segundo a sua norma ISO 14644-1, uma sala limpa é classificada como [30]:

“Uma sala em que a concentração de partículas no ar é controlada. Construída e utilizada por forma a minimizar a introdução, geração e retenção de partículas na sala. Parâmetros como a temperatura, humidade e pressão são controlados de acordo com as necessidades.”

Estas condições são atingidas fornecendo a sala com quantidades elevadas de ar novo que circulou por filtros de alta eficiência. Este ar tem como objetivo não só diluir bactérias e partículas transportadas, originadas e dispersas por pessoal e maquinaria que se encontra na sala, mas também pressurizar a sala garantindo que não há fluxo de ar contaminado do exterior para o interior [5].

Parte do ar que já existe na sala limpa é retirado por meio de exaustores, passando por filtros para poderem retornar, juntamente com ar insuflado do meio exterior e filtrado. A ideia é simples, o ar filtrado entra na sala, mistura-se com os contaminantes e partículas e sai do ambiente [31].

Atualmente existem e são criados modelos e *layouts* de salas limpas para atender os diversos ramos de mercado. Inovando a cada dia os meios de construção e qualificação, com o intuito de potencializar qualidades e eficiência de produção, em conjunto com os avanços tecnológicos e conhecimento humano, tanto a partir da ciência quanto pela experiência adquirida em todo esse processo evolutivo de salas limpas [31]. Para um bom desempenho, as salas limpas 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.



Figura 3.1-Sala limpa numa indústria farmacêutica [32].

A utilização deste tipo de salas é diversa e, apesar de ser comum no desenvolvimento de produtos microeletrónicos e na indústria farmacêutica, são ainda utilizadas noutras aplicações como na indústria alimentar, indústria protésica, estufas de pintura, entre outras. De acordo com [33], a distribuição da utilização deste tipo de salas encontra-se na Figura 3.2. De notar que a indústria farmacêutica é a indústria que mais recorre a estas salas.

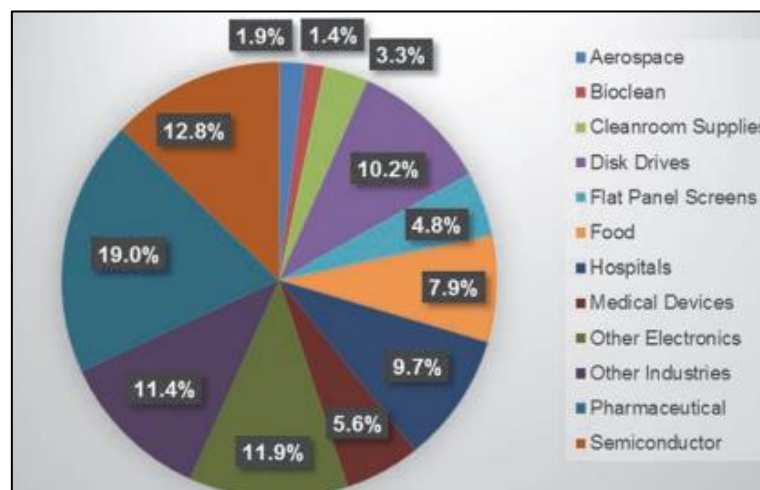


Figura 3.2- Percentagens globais de utilização de salas limpas por indústrias [33].

O ramo da eletrónica é responsável por grande parte das salas limpas instaladas no mundo.

É também o grande responsável pelo avanço tecnológico que as salas limpas têm apresentado nos últimos anos devido ao avanço “exponencial” da tecnologia ligada aos *microchips*.

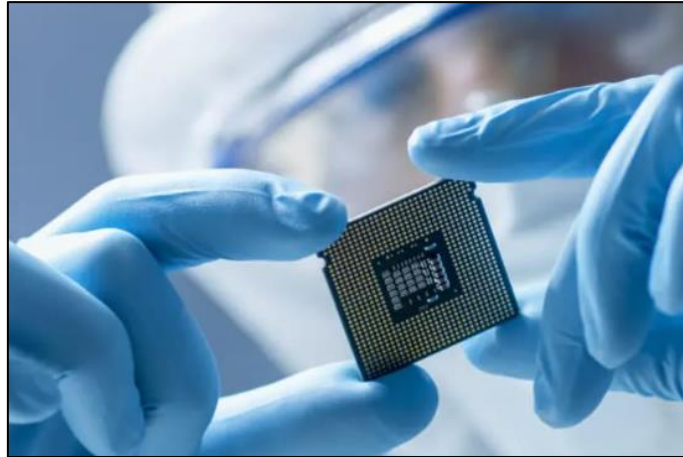


Figura 3.3- Salas limpas no ramo da eletrônica [34].

Devido à relação de hospitais com serviços de saúde, alguns dos seus ambientes são críticos e semicríticos, ou seja, possuem um maior risco de contaminação e, portanto, a construção de salas limpas é essencial para garantir a qualidade do ambiente.

Por isso, hospitais, centros cirúrgicos, áreas que executam atividades com artigos críticos ou materiais biológicos, como laboratórios, e áreas destinadas à realização de procedimentos invasivos precisam de ter o cuidado de uma sala limpa, garantindo o controle e remoção de contaminantes que possam ser transmitidos ao paciente durante uma intervenção cirúrgica [35].



Figura 3.4- Salas limpas em bloco operatório [36].

3.2. Normalização

Após avanços e definições nos estudos de salas limpas foram surgindo diferentes linhas de pesquisas relacionadas com ambientes limpos e controlados, principalmente no estudo de fluxo de ar, filtros de ar, materiais estruturantes, vestuários, técnicas de limpeza e manutenção. Consequentemente surgiram normas, como o Manual Técnico TO 00-25- 203 que foi a primeira norma escrita sobre salas limpas, publicada pela Força Aérea Americana em março de 1961. Em 1963 surgiu a *Federal Standard* criada pela *Sandia Corporation* que foi a base para a ISO 14644-1:1999, inicialmente suportada pela norma governamental americana FS209E, tornando-se obrigatória na União Europeia para todos os agentes prestadores de serviços que necessitem de salas limpas [37].

No que respeita ao presente trabalho de Projeto será importante enquadrar também as diretivas GMP - *Good Manufacturing Practice* que serão a base deste projeto.

A base das diretivas GMP reporta à U.S. FDA e à norma ISO-14644, que define os procedimentos e classificações a aplicar consoante as classes pretendidas.

A classificação das salas limpas está relacionada com o nível de concentração de contaminantes presentes por cada m^3 de ar no local em questão, sendo que quanto menor for o número de partículas presentes por m^3 de ar e quanto menor for a sua dimensão, melhor será a classificação atribuída à sala limpa [37].

3.2.1. Norma ISO 14644

Com todo o progresso anteriormente relatado, a norma ISO 14644 - *Cleanrooms and associated controlled environments* [38] tornou-se uma referência para o desenvolvimento de salas limpas, sendo que, com a sua evolução temporal, ela foi-se subdividindo em 12 documentos/segmentos que definem as diretrizes regulamentares no que toca a salas limpas, desde a fase de projeto até à monitorização e controlo durante e após o funcionamento da sala [5]. Estes segmentos estão representados na Tabela 3.1 [37].

Tabela 3.1- Segmentos da norma ISO 14644.

Documento	Descrição
ISO 14644 -1	Classificação da qualidade do ar
ISO 14644 -2	Especificações para ensaios e monitorização para comprovar a contínua conformidade com a ISO 14644-1
ISO 14644 -3	Métodos de ensaio
ISO 14644 -4	Projeto, construção e partida
ISO 14644 -5	Operações
ISO 14644 -7	Dispositivos de separação (compartimentos de ar limpo, <i>gloveboxes</i> , isoladores)
ISO 14644 -8	Classificação da contaminação molecular em suspensão
ISO 14644 -9	Classificação da limpeza de partículas em superfície
ISO 14644 -10	Classificação da limpeza de substâncias químicas em superfície
ISO 14644 -13	Limpeza de superfícies para atingir níveis definidos de limpeza em termos de partículas e classificações químicas
ISO 14644 -14	Avaliação da adequação para uso de equipamentos por concentração de partículas no ar
ISO 14644 -15	Avaliação da adequação para uso de equipamentos e materiais por concentração química no ar

Neste trabalho de projeto, o ênfase será dado à primeira parte da norma - ISO 14644-1 *Classification of Air Cleanliness*, onde são definidos os limites de contaminantes por m^3 de ar, enquadrando depois esses limites em várias categorias e atribuindo, assim, uma classificação à sala. A Equação 3.1 permite calcular a concentração máxima admissível num determinado espaço, com base no tamanho da partícula contaminante considerada:

$$C_n = 10^N \times \left(\frac{0,1}{D}\right)^{2,08} \quad (3.1)$$

Em que:

C_n : Representa a concentração máxima de partículas, maiores ou iguais a um determinado tamanho. (partículas/ m^3 de ar). Sendo C_n arredondado ao número inteiro imediatamente acima;

N: Representa a classificação ISO, máximo de 9;

D representa o tamanho da partícula em μm ;

0,1 é uma constante com dimensão μm .

Os limites impostos pela norma ISO14644-1 (N) para as várias classificações de salas limpas podem ser determinados através da tabela presente na Figura 3.5 ou através de método gráfico presente na Figura 3.6.

Número de classificação ISO (N)	Limites máximos de concentração (partículas/m ³ de ar) para partículas iguais ou maiores que os tamanhos considerados (limites de concentração calculados com a Equação 1)					
	0,1 μm	0,2 μm	0,3 μm	0,5 μm	1 μm	5 μm
ISO Classe 1	10	2				
ISO Classe 2	10	24	10	4		
ISO Classe 3	1000	237	102	35	8	
ISO Classe 4	10000	2370	1020	352	83	
ISO Classe 5	100000	23700	10200	3520	832	29
ISO Classe 6	1000000	237000	102000	35200	8320	293
ISO Classe 7				352000	83200	2930
ISO Classe 8				3520000	832000	29300
ISO Classe 9				35200000	8320000	293000

NOTA Devido as relacionadas ao processo de medição, na definição da classe de limpeza não são utilizados mais que três algarismos significativos nos valores de concentração.

Figura 3.5-Classes de limpeza do ar para partículas em suspensão, selecionadas para salas e zonas limpas [38].

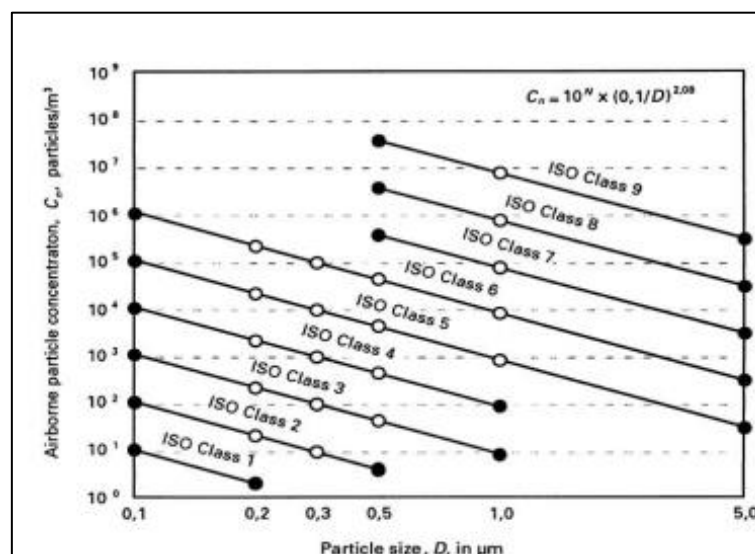


Figura 3.6- Representação Gráfica das Classes ISO 14644 [37].

Todas as classificações resultam em salas extremamente limpas, mas no que diz respeito a partículas microscópicas em suspensão no ar existem nove divisões, sendo a ISO Classe 1 a mais controlada delas. 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 limpa 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 [24].

Deste modo, os materiais e os produtos devem ser protegidos de fontes de contaminação durante os três estados de produção, “*as built*”, “*at rest*” e “*operational*” [5]. O estado em que se encontra a sala terá influência na concentração das partículas presentes.

- O estado “*As Built*”: Reflete as condições da sala quando se encontra concluída, pronta a funcionar, mas sem quaisquer equipamentos de produção, materiais ou pessoal presentes no seu interior;

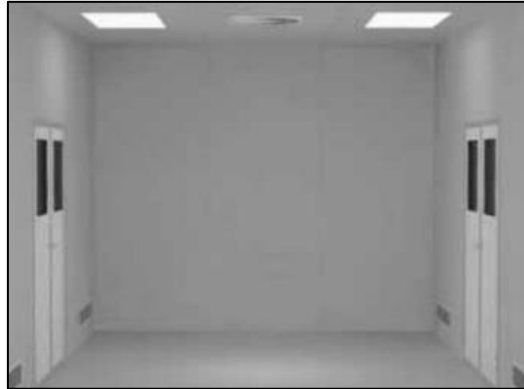


Figura 3.7- Estado “*as built*” [39].

- “*At Rest*”: Estado de repouso da sala, ocorre quando a sala se encontra em pleno funcionamento, mas sem pessoal no interior;



Figura 3.8- Estado “*at rest*” [39].

- “*Operational*”: Estado da sala quando se encontra em pleno funcionamento e com pessoal a laborar no interior da mesma.



Figura 3.9- Estado “*Operational*” [39].

3.2.2. Diretiva *Good Manufacturing Practice* (GMP)

A diretiva GMP 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, garantindo uma monitorização constante de todo o processo, assegurando no final um produto de elevada qualidade [24].

As GMP propõem diretrizes na proteção do pessoal e dos produtos através da filtração do ar, gradientes de pressão entre as salas, controlo de temperatura e humidade, acabamentos estruturais do próprio edifício, entre outros.

De acordo com a ISO 14644-1 [38] os estados de funcionamento dos recintos não são considerados. Pelas diretivas GMP estes já são tidos em conta e são balizados de acordo com as classes apresentadas na Figura 3.10.

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 3.10- Concentração de Contaminantes Máxima para as Classes GMP [38].

Esta classificação dita as regras a considerar para as respetivas salas.

- **Classe A e B:** Cabelo e barba devem ser cobertos, esta proteção deve encontrar-se por dentro do fato, e deve ser utilizada uma máscara facial. Devem utilizar-se luvas e calçado especial com ajuste realizado por cima do fato. Todo o material deve ser esterilizado e não pode libertar contaminantes;
- **Classe C:** Cabelo e barba devem ser cobertos, deve vestir-se um fato especial com elásticos nos pulsos e gola alta também com elástico, calçado apropriado ou coberto por um resguardo. O material que compõe o fato não deve libertar contaminantes;
- **Classe D:** Cabelo e barba devem ser cobertos, deve ser utilizado um fato protetor incluindo calçado apropriado ou coberto por um resguardo.

3.3. Características específicas das salas limpas

Este tipo de projeto difere de um projeto de ventilação de salas convencionais nos seguintes aspetos [10]:

- Número de partículas no ambiente;
- Aumento do caudal de ar insuflado;
- Recurso a filtração de alta eficiência;
- Pressurização da sala.

3.3.1. Controlo do número de partículas no ambiente

O que impede que o ambiente continue limpo são as contaminações inseridas nele, com isso é necessário entender quais são as principais fontes e como fazer para minimizá-las ou retirá-las do ambiente de trabalho.

Estas partículas variam de tamanho e podem ir sensivelmente de 0,001 μm até centenas de micrómetros. Geralmente as partículas com mais de 5 μm tendem a depositar-se por gravidade. Todas estas partículas afetam os processos e têm impacto no resultado ou produto final e, por isso, necessitam de ser eliminadas da cadeia de processo [37].

As recomendações internacionais mais comuns para a utilização das classes ISO podem resumir-se na Tabela 3.2, com as classes mais baixas, para as atividades mais exigentes [10]:

Tabela 3.2-Classes de contaminação consoante indústria aplicada.

Indústria	Classes
Eletrónica	Gama ISO, classes 1 a 4
Bioteχνologia	Gama ISO, classes 5 a 8
Farmacêutica	Gama ISO, classes 5 a 8
Automóvel	Gama ISO, classes 6 a 9
Meio Hospitalar	Gama ISO, classes 5,7 e 8

Para se ter uma melhor perceção da dimensão que representam este tipo de partículas, na Figura 3.11 está ilustrada uma comparação, numa escala aumentada, entre a dimensão de um cabelo humano e a dimensão de uma bactéria de 0,5 μm .

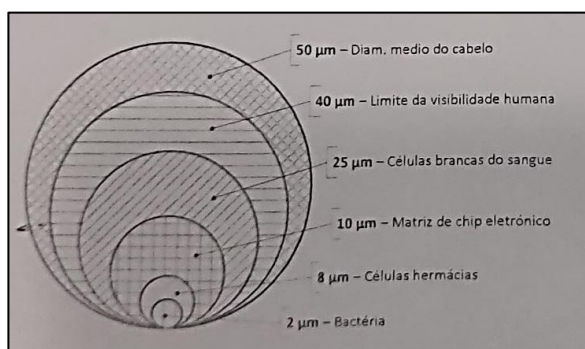


Figura 3.11- Diagrama com comparação exemplificativa de diâmetros [10].

As fontes de geração de partículas são divididas em dois grupos: fontes internas e externas, que são respectivamente caracterizadas por estarem dentro ou fora da sala limpa em questão, possuindo vias de transferência de contaminação, podendo ser pelo ar ou por contacto.

Fontes internas de contaminação

As fontes internas de contaminação derivam das pessoas e das suas ações, e também de desgastes dos materiais e produtos. Os trabalhadores que operam dentro das salas limpas constituem a maior fonte de partículas e possível fonte de contaminação.

Fontes externas de contaminação

As fontes externas de contaminação correspondem a todas aquelas partículas que entram na sala limpa com origem no ambiente exterior. Este tipo de contaminação por norma acontece através de infiltrações através de portas, janelas e outras aberturas nas salas. A maior fonte externa de contaminação é mesmo o ar insuflado a partir do sistema de climatização. No que toca à envolvente, a geração de partículas pode ser desprezada, desde que o tipo de construção do pavimento, teto e paredes, contemple um acabamento adequado, que não liberte partículas e que seja de fácil limpeza [37].

Tabela 3.3- Partículas Geradas pelo Ser Humano/min [10].

Ação	Taxa de formação de partículas ($\geq 0,3 \mu\text{m}/\text{min}$)
Repouso	100.00
Pequenos movimentos em repouso	500.00
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

Atendendo aos dados da Tabela 3.3 conclui-se que que todos os movimentos executados dentro de uma sala limpa terão de ser executados de forma cuidadosa, evitando movimentos repentinos e que quanto maior a agitação, maior a libertação de partículas e maior a dificuldade em controlar o ambiente dentro da sala.

Ao entrar na sala limpa e ao realizar o respetivo serviço, o comportamento do trabalhador apresenta um papel fundamental para evitar a contaminação no ambiente, iniciando desde o vestuário colocado de maneira correta, protegendo todo o corpo até à maneira de se comportar e realizar as atividades. Posto isto, para evitar a contaminação e propagação dos poluentes por parte dos trabalhadores é necessário que estes adotem as seguintes ações preventivas [40]:

- Os trabalhadores que operem numa sala limpa devem possuir formação técnica para permanecer em tal local, que depende da política adotada pela empresa, que varia do tipo de produto ou serviço desenvolvido;
- Cada operador deve possuir uma higiene pessoal adequada, utilizar roupas feitas de fibras artificiais, pois elas dispersam menos partículas e evitar o uso de cosméticos e materiais que irão produzir partículas no ambiente da sala limpa;
- No vestuário, deve-se colocar o macacão designado para o ambiente, a touca, as luvas, máscara e propés e/ou sapatos designados para o efeito. Para colocar o propé ou o sapato é importante calçar cada um dos pés separadamente, em que o primeiro a ser calçado deve ser colocado na zona de entrada da sala limpa, passando por uma linha divisória, sequencialmente o outro pé é calçado e também colocado na zona;
- As portas não podem ficar abertas ou serem fechadas rapidamente, devido as diferenças de pressões existentes entre os ambientes;
- O trabalhador deve estar atento à maneira como se posiciona ao receber e manusear as matérias-primas e os equipamentos que lhes foram designados, já que podem ser contaminados;
- Não deve ser realizado trabalho com o corpo sobre os produtos;
- Ao tossir e espirrar, a pessoa deve ter cuidado para não contaminar o produto, devendo virar o rosto e trocar a máscara. As ações de conversar, tocar nas superfícies de uma sala limpa, na pele exposta do rosto e apertar a mão de alguém para cumprimentar, também são práticas que devem ser evitadas;
- Assim como os operários, o pessoal de manutenção também deve receber formação para obedecerem à política de cada empresa. Devem entrar em determinada área apenas com autorização e serem supervisionados quando não for possível receberem a formação necessária de como se comportar no ambiente. Devem realizar o mesmo processo de vestuário, as ferramentas utilizadas dentro da sala devem estar em perfeitas condições de

trabalho e limpeza, as embalagens dos materiais devem ser retiradas e os serviços que gerarem partículas serem realizados isoladamente das áreas, com o intuito de evitar a dispersão de partículas e limparem o local após concluírem o serviço.



Figura 3.12- Zona de vestuários [41].

Controlo de contaminação

O controlo de contaminação pode ser realizado através da hierarquização das salas de acordo com a quantidade admissível de contaminantes. Além da instalação AVAC, também a arquitetura pode ser utilizada por forma a controlar a acumulação de contaminantes no interior das salas. O tipo de escoamento e os filtros utilizados são determinantes para um correto controlo da contaminação da sala [5].

Embora as salas limpas utilizem configurações de fluxo unidirecional, a maioria das salas limpas farmacêuticas depende do princípio da diluição para controlar as suas partículas. A concentração de partículas pode ser expressa na Equação 3.2, assumindo que não há infiltração, já que a sala está pressurizada [42].

$$RPH = \left(\frac{g}{x - s} \right) \quad (3.2)$$

Em que:

RPH: Taxa de recirculações por hora (RPH);

g: Taxa horária de geração interna de partículas (partículas. m^3 . h^{-1});

x: Concentração de partículas no recinto (partículas/ m^3);

s: Concentração de partículas no ar insuflado (partículas/ m^3).

3.3.2. Caudal insuflado

A ventilação de conforto de uma sala limpa, exige valores de recirculação muito elevados, da ordem das 20 a 60 recirculações de ar, podendo atingir mesmo 750 para uma limpeza absoluta. A ventilação de conforto de uma sala clássica, ronda as 2 a 10 recirculações de ar/hora.

Para este projeto torna-se necessário esclarecer a diferença entre número de renovações e número de recirculações de ar:

- Número de recirculações por hora: Representa a relação entre o caudal insuflado e o volume da sala;
- Número de renovações: Representa a relação entre o caudal de ar novo e o volume da sala.

Com o caudal insuflado, é pretendido evitar o assentamento de partículas e impedir que outras entrem no volume de trabalho crítico, pelo que para a área de teto correspondente a esse espaço, se usa um número de recirculações de ar não inferior a 20 rec/hora, que será depois rejeitado a uma cota inferior da sala [10].

Na Tabela 3.4 encontram-se discriminados valores médios de recirculações de ar consoante a classe a que a sala se enquadra.

Tabela 3.4- Classificação de salas limpas segundo ISO 14644-1 [10].

Classe ISO	Nº médio de recirculações/hora
ISO 5	240 a 360
ISO 6	90 a 180
ISO 7	30 a 60
ISO 8	10 a 25
Espaço convencional	2 a 4

A velocidade descendente do ar encontra-se relacionada com o caudal de ar. Esta é recomendada ser na ordem dos 0,25 m/s a 0,45 m/s, um valor que tem a ver com o limite de incomodidade dos utentes, sobretudo no meio hospitalar, a dissipação de calor e o “efeito de lavagem na zona crítica” [10].

São sugeridos os seguintes valores [10]:

- A velocidade à saída do teto da ordem dos 0,3 m/s;
- A velocidade de insuflação no escoamento, em geral, superior a 0,25 m/s e inferior a 0,45 m/s.

3.3.3. Filtros de alta eficiência

A remoção de partículas por meio mecânico acontece quando os contaminantes presentes no escoamento, ao atravessarem o elemento filtrante, aderem à superfície das fibras que compõem o filtro.

Enquanto as partículas presentes no ar atravessam a malha do filtro, colidem com as fibras ou com outras partículas já retidas na malha. Quando acontece uma colisão entre uma partícula em movimento e uma fibra ou uma outra partícula em repouso, geram-se forças que vão reter a partícula em movimento e impedi-la de seguir com o fluxo do ar.

Os mecanismos através dos quais as partículas são removidas pelos filtros são [33]:

- Peneiramento (*Sieving*);
- Inteção (*Interception*);
- Impacto Inercial (*Inertial impaction*);
- Difusão (*Diffusion*).

Estes mecanismos são representados esquematicamente na Figura 3.13, onde as múltiplas camadas de fibras são apresentadas como círculos cinzentos. Adicionalmente, a atração eletrostática aumenta a captura de partículas devido à força elétrica entre as partículas e as fibras carregadas electrostaticamente. As fibras carregadas são cada vez mais comuns nos filtros de baixa eficiência, visto que o desempenho destes filtros carregados pode diminuir com o tempo devido à dissipação da carga por consequência do carregamento de poeiras. Estes tipos de filtros não são comuns nos filtros HEPA e ULPA de salas limpas, exceto como pré-filtros nos ventiladores centrais de ar.

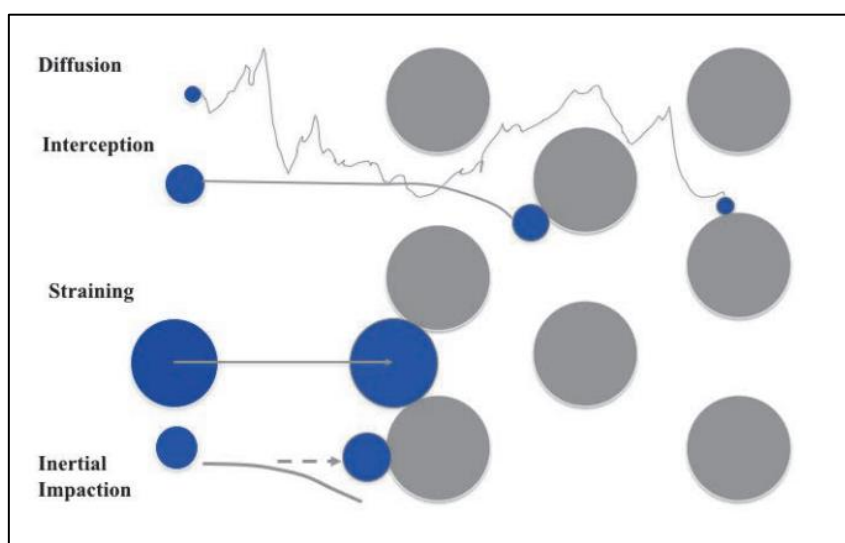


Figura 3.13- Mecanismos de remoção de partículas [43].

Peneiramento (Sieving)

Este é o mecanismo intuitivo de remoção de partículas. As partículas cujas dimensões são maiores do que o espaço entre as fibras ficam agarradas, como apresentado na Figura 3.13. Uma vez que as partículas presentes nas salas limpas são submicrométricas os espaços entre as fibras dos filtros são frequentemente maiores do que este tamanho, este mecanismo não é o mais utilizado para salas limpas [33].

Intercepção (Interception)

Este ocorre quando uma partícula na corrente de ar colide com a fibra e é recolhida. Embora a intercepção possa ocorrer para todos os tamanhos de partículas, nos filtros de salas limpas afeta principalmente as partículas maiores, porque as partículas mais pequenas são mais facilmente afetadas pela captura por difusão [33].

Impacto Inercial (Inertial impaction)

Ocorre quando as partículas na corrente de ar são incapazes de permanecer na corrente de ar à medida que o ar flui à volta das fibras e se separam dela, colidindo a fibra, ou seja, a partícula continua a mover-se em direção à fibra, mesmo quando a corrente de ar se curva à sua volta, como se mostra na Figura 3.13.

Como a inércia aumenta com o tamanho da partícula, o mecanismo em questão favorece as partículas maiores e é auxiliada por velocidades de fluxo mais elevadas [33].

Difusão (Diffusion)

A difusão ocorre como resultado do movimento rápido e aleatório de pequenas partículas devido às suas energias térmicas internas, também conhecido como movimento browniano. À medida que estas pequenas partículas fluem com a corrente de ar, o seu movimento rápido e aleatório pode colocá-las em contacto com a fibra e estas são recolhidas. Este movimento aleatório aumenta com a diminuição do tamanho das partículas. Uma vez que as partículas submicrométricas são a principal preocupação nas salas limpas, considera-se que a remoção de partículas é dominada pela difusão nos filtros para salas limpas. Além disso, as alterações nas velocidades do fluxo de ar alteram a captação por difusão, mudando o tempo disponível para o fluxo de ar através do filtro e, conseqüentemente, o transporte por difusão das partículas para a fibra [33].

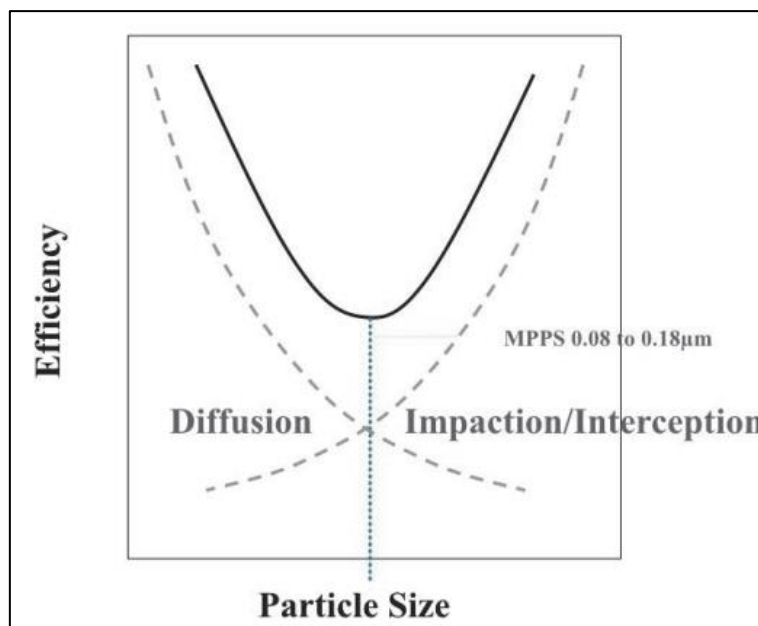


Figura 3.14- Mecanismos de filtração e MPPS [43].

O efeito combinado de todos os mecanismos de captura do filtro resulta numa eficiência do filtro com uma eficiência mínima distinta (ver Figura 3.14), que é exclusiva dos filtros fibrosos.

O tamanho de partícula em que ocorre a eficiência mínima é designado por *most penetrating particle size* (MPPS).

Embora seja intuitivamente óbvio que o filtro terá uma eficiência mais elevada em tamanhos maiores, é um pouco contraintuitivo que o filtro tenha eficiência mais elevada mesmo para partículas mais pequenas do que o MPPS. O MPPS também aumenta com velocidades mais baixas, uma vez que uma velocidade mais baixa aumenta a captura por difusão e diminui o impacto inercial.

Num sistema de tratamento de ar aplicado a uma sala limpa, existem 3 níveis de filtração. O nível 1 e 2 destinam-se à unidade de tratamento de ar e correspondem respetivamente à pré filtração e filtração do ar, tal como num sistema comum. O 3º nível de filtração, dependendo da classe pretendida, poderá ser executado de duas formas. À saída da UTA ou como elemento terminal aplicado nos difusores de insuflação. Neste último nível de filtração, 3º, são aplicados os filtros absolutos ou filtros de alta eficiência (filtros HEPA) garantindo assim a remoção de contaminantes antes da insuflação [37]. 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 [24].

Os filtros HEPA (alta eficiência em remoção de partículas) são os mais utilizados em salas limpas. Os filtros de alta eficiência são projetados para remover partículas de cerca de 2µm e

inferiores. Para partículas de dimensões superiores são utilizados pré-filtros com nível de eficiência mais baixo. A malha dos filtros é feita de fibras com diâmetros a começar em $0,1\mu\text{m}$ até cerca de $10\mu\text{m}$ com os espaços entre as fibras a serem de dimensões superiores das dimensões das partículas retidas.



Figura 3.15-Filtro absoluto HEPA [44].

A perda de carga através de um filtro depende da velocidade do ar e do seu tipo de construção. A velocidade nominal do ar através de um filtro é normalmente considerada como $0,5\text{ m/s}$. A esta velocidade a perda de carga localiza-se entre 120 Pa e 170 Pa . Quando a perda de carga atinge 2,5 a 3 vezes o valor original, o filtro considera-se colmatado e é substituído.

A maioria dos filtros HEPA tem uma eficiência mínima de 99,97% testada em partículas de $0,3\mu\text{m}$ [42]. Significando que, apenas menos de 0,03% de todas as partículas de $0,3\mu\text{m}$ ou maiores podem passar por este tipo de filtro.

O recurso a filtros ULPA (*Ultra Low Particle Air Filter*) com eficiências de 99,999% para partículas acima de $0,12\mu\text{m}$, são utilizados, para as classes ISO 1 a 4, como é o caso dos chips eletrónicos.

3.3.4. Pressurização das salas

A pressão a que uma sala está sujeita é determinada pelo tipo de processo de fabrico que ocorra nela. As salas brancas são projetadas por forma que o ar contaminado das zonas adjacentes não se infiltre. A direção do fluxo de ar deve ir do local mais limpo para o mais sujo. A forma de garantir este efeito é através do controlo da pressão relativa dentro de cada sala, estabelecendo hierarquias de pressões entre os diversos locais [24].

O cálculo da pressão relativa dentro de cada sala efetua-se utilizando os caudais de fuga que se registam através das frestas das portas, janelas e, inclusive, defeitos na construção da sala.

Quer isto dizer que a diferença de pressão entre duas salas se obtém efetuando o balanço de caudais em cada local.

Estas diferenças de pressão são criadas mecanicamente, através da ventilação. Quando uma sala se encontra pressurizada, significa que se está a insuflar mais volume de ar do que aquele que se está a extrair. Pela mesma ordem de ideias, uma sala encontra-se em pressão “negativa” ou depressão quando se extrai mais volume de ar do que aquele que é insuflado [37].

Entre salas de classes distintas devem ser criados *airlocks*/antecâmaras para que não haja uma diferença de pressão elevada entre divisões. Uma antecâmara pode ser entendida como uma divisão com duas ou mais portas localizadas entre duas ou mais salas de diferentes classificações. Existem dois tipos de antecâmaras, de pessoal ou de material [5].

A Figura 3.17 apresenta salas com diferenças de pressões, em que a sala de processo possui pressão menor que a antecâmara e a circulação, evitando que o produto contamine os outros ambientes, porém para que a antecâmara evite contaminação do corredor para a sala de processo quando a porta for aberta, esta deve possuir uma pressão maior que as demais, evitando que ao abrir a porta o fluxo de ar do corredor a invada.

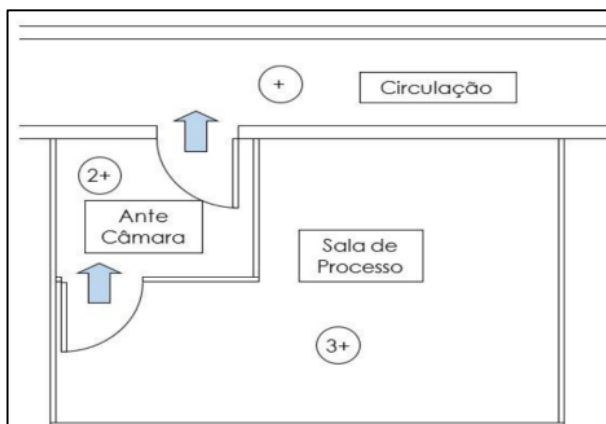


Figura 3.16-Diferença de pressões positivas [45].

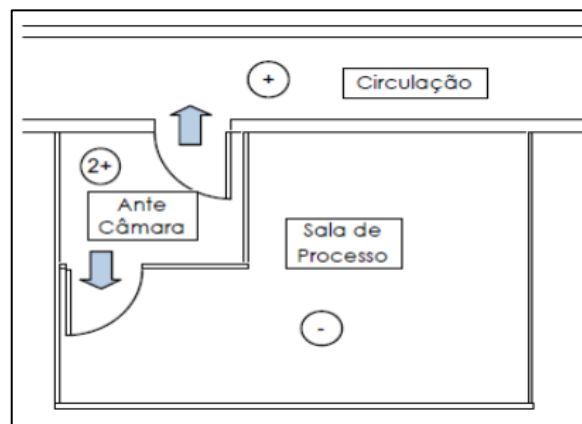


Figura 3.17-Diferença de pressões negativas [45].

As *airlocks*/antecâmaras podem ter 4 configurações diferentes [46]:

- Cascata;
- Bolha;
- Depressão;
- Compartimento duplo.

Cascata

Os sistemas de antecâmara de ar em cascata mantêm um ponto intermédio entre uma área de alta pressão, como uma sala limpa de classe A ou B, de um lado, e uma área de baixa

pressão, como um corredor ou espaço de armazenamento, do outro lado. Esta estratégia visa impedir a contaminação da sala limpa com contaminantes presentes no corredor. É normalmente utilizado para aplicações como o fabrico de comprimidos, em que apenas um espaço adjacente mantém um ambiente controlado [46].

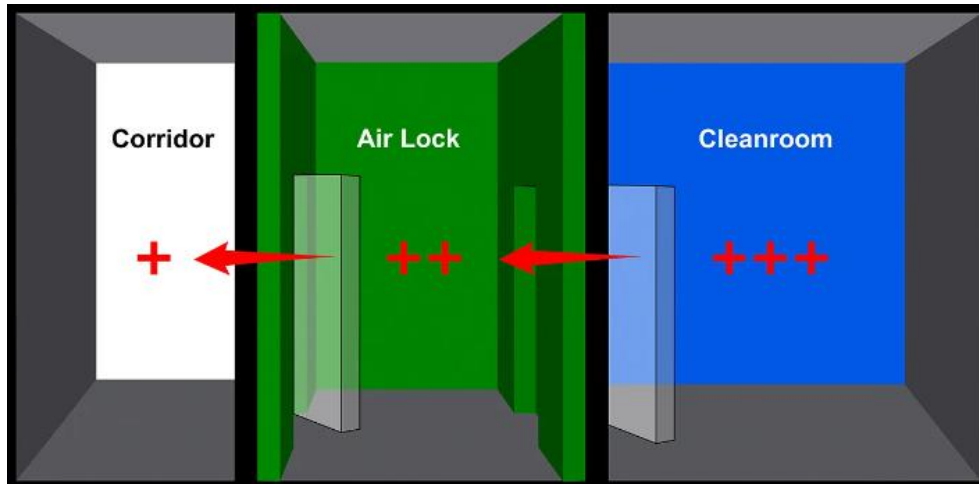


Figura 3.18-Airlock do tipo cascata [47].

Bolha

As antecâmaras do tipo bolha mantêm uma pressão interna mais elevada do que os espaços adjacentes. Dada esta diferença de pressão, o ar empurrado para a antecâmara fluirá em direção às salas adjacentes de cada lado. Esta conceção assegura que quaisquer contaminantes produzidos nos espaços adjacentes, tais como uma área de fabrico ou um espaço de armazenamento não esterilizado, não migrem para a antecâmara. As aplicações desta configuração incluem o fabrico de injetáveis estéreis ou a descoberta de medicamentos [46].

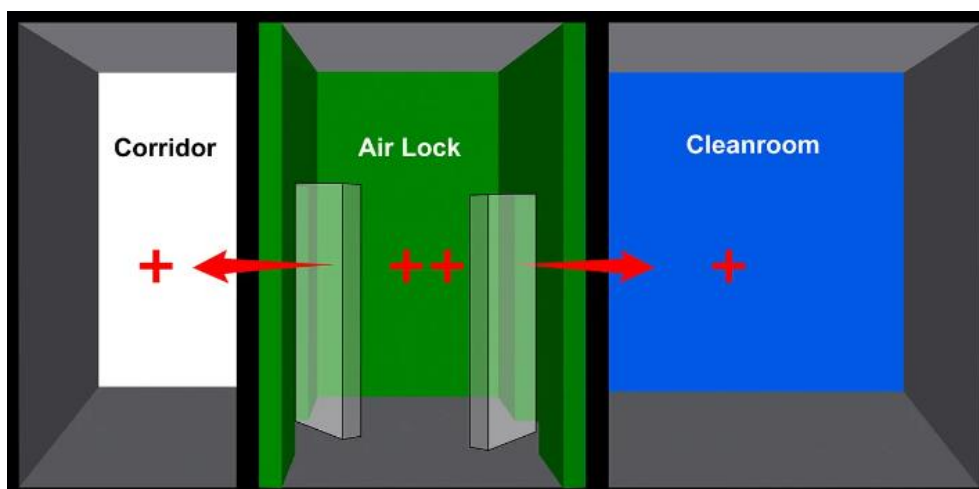


Figura 3.19-Airlock do tipo bolha [47].

Depressão

Esta configuração é o inverso das antecâmaras tipo bolha, mantendo uma pressão mais baixa do que qualquer uma das salas adjacentes. Dado este diferencial de pressão, o ar migra das áreas adjacentes para a antecâmara antes de sair pelo sistema de exaustão da instalação. São normalmente utilizadas em aplicações como a produção de alimentos e bebidas e a embalagem industrial [46].

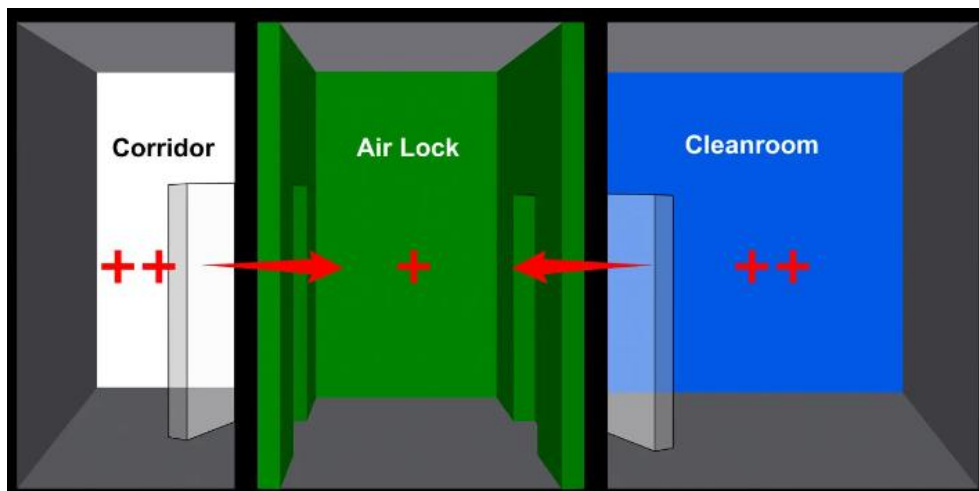


Figura 3.20-Airlock do tipo depressão [47].

Compartimento duplo

Esta configuração representa a situação mais crítica de uma sala limpa. A dupla compartimentação indica que o processo executado na sala limpa é de alto risco. Neste caso, a antecâmara com pressão positiva encarrega-se de compartimentar a sala limpa impedindo a transmissão de contaminantes [46].

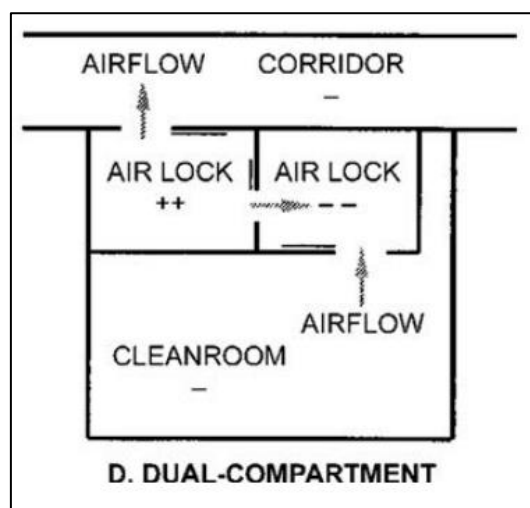


Figura 3.21-Airlock do tipo compartimento duplo [48].

A Figura 3.22 ilustra os resultados de testes de várias salas limpas equipadas com vários tipos de antecâmaras, sendo que o eixo horizontal enumera os quatro tipos de configurações acima mencionados e o eixo vertical indica os valores de taxa de contaminação (CR) testados após a primeira, segunda ou terceira porta de cada tipo de antecâmara. As três cores dizem respeito a três diferenciais de pressão em cada porta.

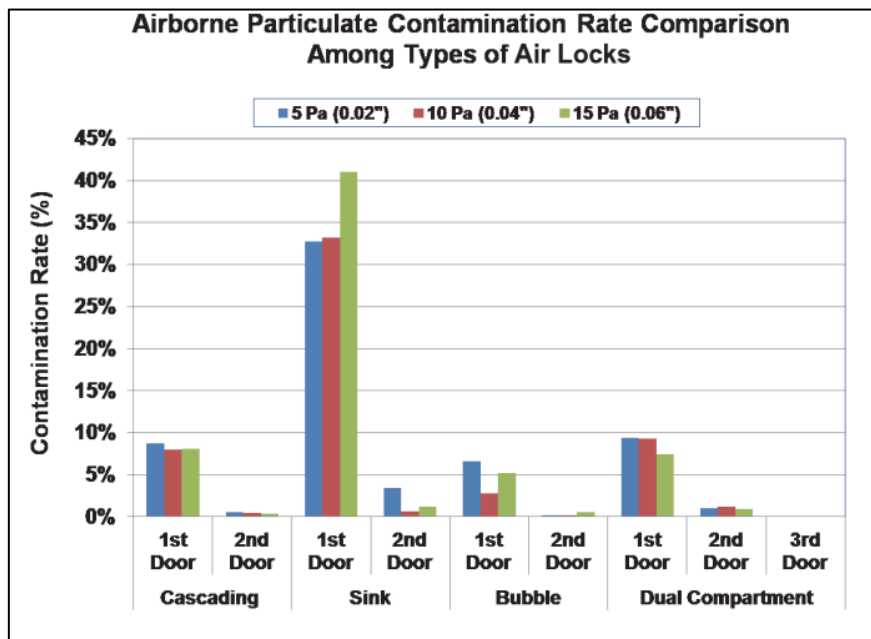


Figura 3.22- Taxa de contaminação das diversas configurações de antecâmaras [49].

Analisando a Figura 3.22, verifica-se que entre as diferentes configurações de antecâmara, a eficiência da barreira contra a migração de partículas transportadas pelo ar através da primeira porta é, por ordem crescente, a de depressão, a de compartimento duplo, a de cascata e a de bolha.

A primeira porta de uma antecâmara do tipo depressão não apresenta um desempenho tão bom como as outras porque tem a pressão mais baixa e atrai ativamente as partículas sujas do corredor.

A Figura 3.23 e a Figura 3.24 ilustram a analogia de desempenho entre filtração e quantidade de antecâmaras. Tal como os filtros, que são boas barreiras para capturar partículas e reduzir o transporte de partículas no interior das condutas de ar, as antecâmaras são boas barreiras para reduzir a migração de partículas de áreas menos limpas para as salas limpas.

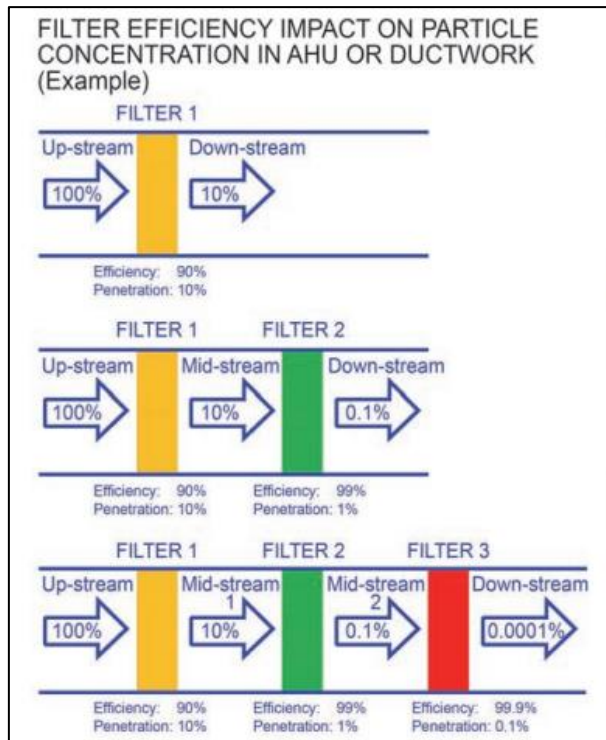


Figura 3.23- Eficiência de filtros [49].

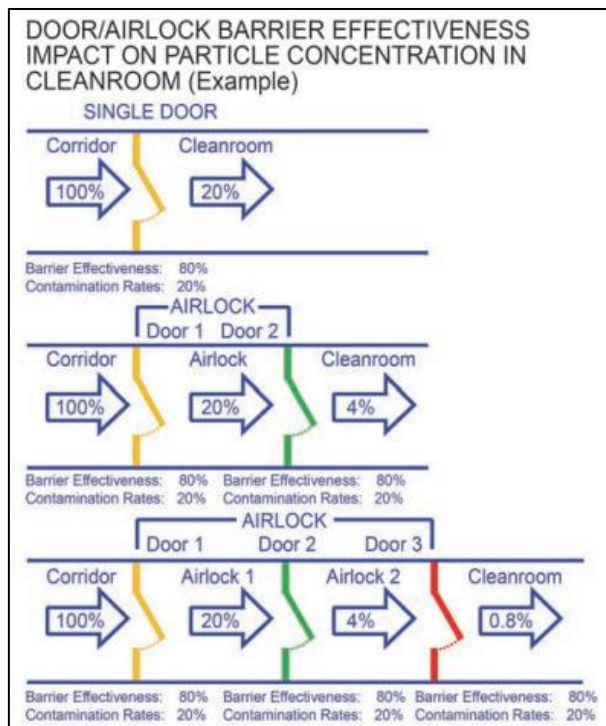


Figura 3.24-Eficiência de antecâmaras [49].

3.4. Escoamento de ar

O escoamento de ar numa sala limpa é um dos principais fatores que permite garantir a qualidade e segurança do ambiente, essencial para setores onde a contaminação por partículas pode comprometer processos e produtos. O escoamento de ar refere-se ao movimento controlado do ar dentro de um ambiente, projetado para minimizar a quantidade de partículas suspensas e evitar que estas se depositem em superfícies críticas ou contaminem o ambiente.

Os padrões de fluxo de ar ou linhas de fluxo são fortemente influenciados pelas configurações de insuflação e retorno ou exaustão de ar, pelas suas taxas de fluxo, pelos ocupantes e pela disposição dos equipamentos na sala.

A primeira etapa de uma boa conceção de uma sala limpa consiste em selecionar as configurações dos padrões de fluxo de ar. A seleção final da configuração é influenciada pelo espaço disponível para a instalação de equipamentos de controlo do fluxo de ar, a disposição do equipamento de processamento, o nível de limpeza exigido pelo utilizador e as considerações financeiras do projeto [33].

Os padrões de fluxo de ar podem ser classificados como unidirecionais/laminares ou não unidirecionais/turbulentos. A combinação de ambos os fluxos é designado por fluxo de ar misto. Os padrões de caudal de ar para salas limpas da Classe ISO 5 ou mais limpas são normalmente unidirecionais, enquanto para salas limpas da Classe ISO 6 ou classes menos limpas, o caudal não unidirecional e o caudal misto são mais típicos. Este facto é verificado na Tabela 3.5.

Tabela 3.5- Regime de escoamento consoante a classe ISO [10].

Classe ISO 14644-1	Regime de escoamento
ISO 1	Unidirecional
ISO 2	Unidirecional
ISO 3	Unidirecional
ISO 4	Unidirecional
ISO 5	Unidirecional
ISO 6	Não unidirecional
ISO 7	Não unidirecional
ISO 8	Não unidirecional

Para os três padrões de ar, se a aplicação for complexa, única ou crítica, durante a fase de projeto, a realização de maquetas da sala limpa pode ajudar os projetistas a evitar zonas turbulentas e contracorrentes. As linhas de fluxo de ar podem ser tornadas visíveis nas maquetas com a utilização de névoas de vapor de azoto, fumo ou bolhas de sabão de flutuação neutra cheias de hélio [33].

Escoamento unidirecional

Este tipo de escoamento do ar, designado também por laminar ou ainda *plug flow*, caracteriza-se pelas linhas de fluxo serem permanentemente unidirecionais, retomando esta direção mesmo depois de contornarem uma eventual obstrução. É o tipo de escoamento oposto ao turbulento onde as linhas de fluxo têm uma direção aleatória e assim incontrolláveis [50].

O fluxo de ar unidirecional pode ter um padrão de fluxo horizontal ou vertical. O objetivo deste fluxo é manter a corrente de ar o mais direita e paralela quanto possível e minimizar a turbulência do ar dentro de uma sala limpa. O fluxo unidirecional utiliza normalmente velocidades de ar mais elevadas, taxas de renovação de ar superiores e filtros de alta eficiência (HEPA/ULPA) nos tetos ou paredes que os fluxos unidirecionais ou mistos [50].

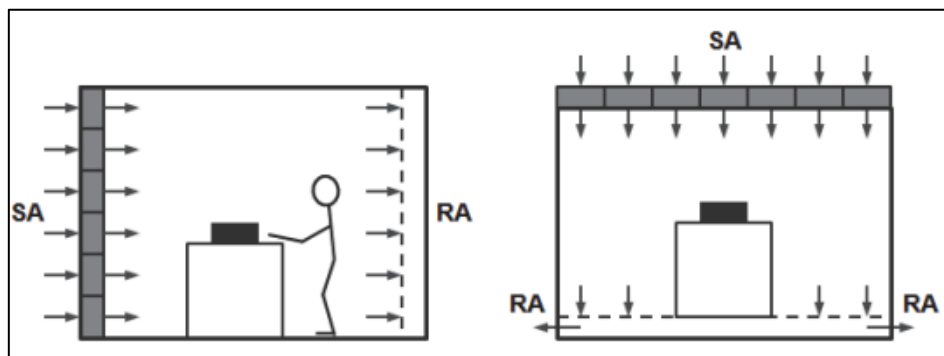


Figura 3.25- Fluxo de ar unidirecional vertical e horizontal [51].

Por consequência, o fluxo unidirecional produz normalmente uma melhor limpeza do ar. Quer se trate de uma concepção horizontal ou vertical, o elemento importante é assegurar que o padrão do fluxo de ar é perturbado o menos possível dentro da sala limpa, particularmente em torno das zonas críticas do processo.

Numa configuração horizontal, o ar flui horizontalmente a partir de uma parede completa de filtros através de retornos laterais localizados na parede oposta. Numa configuração vertical, o ar limpo é empurrado para baixo a partir de filtros HEPA/ULPA localizados no teto (Figura 3.25), onde o ar transporta normalmente contaminantes gerados por pessoas e processos dentro da sala, e este ar contaminado é aspirado para os painéis perfurados de pavimento elevado.

A regra para selecionar um padrão horizontal ou vertical é que os processos distribuídos verticalmente requerem um fluxo de ar horizontal e os processos distribuídos horizontalmente requerem um fluxo de ar vertical. Por exemplo, o fluxo de ar horizontal pode ser utilizado quando as operações com requisitos de limpeza rigorosos ocorrem perto da parede dos filtros e as operações com requisitos de limpeza mais baixos ocorrem mais a jusante dos filtros. Em algumas indústrias, como a indústria farmacêutica, o pavimento perfurado não é geralmente viável, em vez disso, são mais frequentemente utilizados pavimentos sólidos e retornos a baixo nível da parede.

Escoamento Não unidirecional

O fluxo de ar não unidirecional apresenta características de fluxo não paralelo ou de circulação de passagem múltipla, com variações baseadas na localização dos filtros de ar e das entradas e saídas de ar de insuflação.

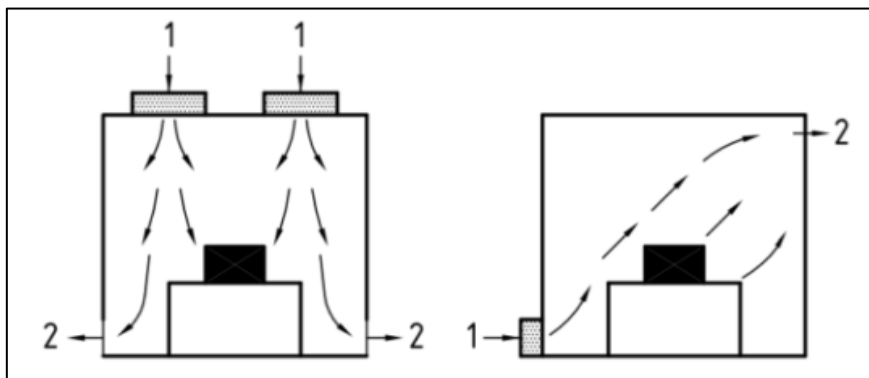


Figura 3.26-Fluxo de ar Não unidirecional [51].

Contrariamente ao escoamento unidirecional, que cria linhas de escoamento ordenadas ao longo da sala, este tipo de escoamento é turbulento. Quando insuflado, o ar mistura-se com o ar da sala diluindo os contaminantes. Não gera um efeito de arrasto e como tal, torna mais difícil a remoção dos contaminantes no local [37].

Embora o paralelismo do fluxo de ar se deteriore muito mais do que no caso do fluxo unidirecional, se for corretamente concebido, o fluxo de ar não unidirecional pode proporcionar um controlo satisfatório da contaminação para níveis de limpeza das classes 6 a 8 da ISO [50].

Neste padrão de fluxo, o ar pode ser fornecido a partir de filtros HEPA localizados em várias posições no teto e devolvido através de retornos baixos nas paredes laterais. Os filtros HEPA montados no teto podem ser distribuídos em intervalos iguais ou quase iguais por toda a sala limpa e agrupados em áreas críticas do processo. A utilização de filtros HEPA no teto sem

difusores proporciona um fluxo mais direcionado e, por conseguinte, um ar mais limpo por baixo.

Escoamento misto

Como ilustrado na Figura 3.27, o fluxo misto combina o fluxo de ar unidirecional e não unidirecional na mesma sala.

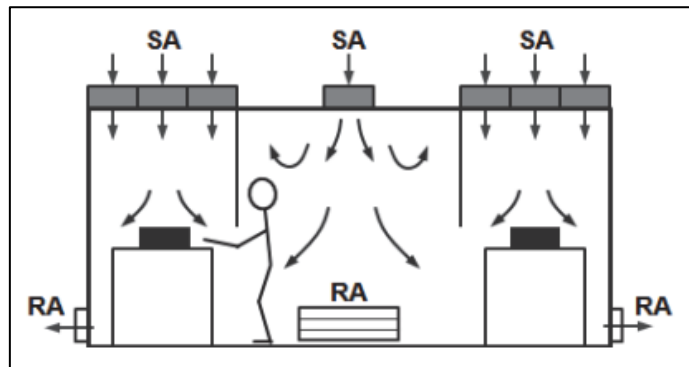


Figura 3.27-Fluxo de ar misto [51].

Este tipo de abordagem permite uma poupança energética considerável já que apenas será aplicado um escoamento de características unidirecionais a uma zona específica e não a toda a sala. Neste caso, o retorno deverá ser efetuado na zona mais “suja” da sala, afastado da zona crítica do processo. Em alguns casos, dependendo dos processos, onde exista grande libertação de contaminantes o retorno deverá estar próximo da fonte de libertação dos mesmos [37].

O projeto de padrões de fluxo de ar para salas limpas está frequentemente associado ao projeto do fluxo de ar num escopo maior, quando o controlo da contaminação e a remoção de contaminantes também são requisitos.

A Tabela 3.6 enumera algumas preocupações comuns e tratamentos típicos.

Tabela 3.6- Tratamentos de controlo de contaminação.

Preocupação	Tratamento	Sequência do caminho do fluxo de ar
Proteção do produto contra contaminação por partículas pelo pessoal ou processo	Manter o pessoal e o processo a jusante do produto e afastado do fluxo ascendente	Ar limpo filtrado por HEPA para 1. produto, 2. área de processamento, e 3. pessoal
Proteção de pessoal contra processo associado a contaminantes prejudiciais	Posicionar o pessoal a montante e assegurar a segregação para permitir que o pessoal tenha contacto indireto com o processo quando necessário	Ar limpo filtrado por HEPA para 4.pessoal, 5. área do processo, e 6. exaustão do processo
Remover contaminantes prejudiciais da sala limpa para proteger ocupantes do quarto	Providenciar ar de exaustão para captar e remover o ar contaminado por partículas, gases, fumos químicos ou micróbios, e utilizar ar limpo filtrado fornecido à sala como ar de reserva para compensar o ar de exaustão	Ar limpo filtrado por HEPA para 7. pessoal, 8. área de processo, e 9. exaustão da sala

3.5. Aspetos construtivos

A qualidade do ar nas salas limpas está relacionada diretamente com a presença de partículas como poeiras, sujidade e areias que são visíveis à vista desarmada. O nível destes contaminantes é determinado em grande medida pelos materiais de construção empregues nas salas.

Os materiais escolhidos terão grande influência, não apenas na obtenção das classificações de limpeza desejadas, mas, principalmente, na manutenção destas condições ao longo de todo o ciclo de vida da instalação, bem como na disponibilidade de uso destas instalações [31].

Paredes

Estas caracterizam-se por serem responsáveis pela divisão ou vedação de ambientes, dependendo do caso possuem função estrutural, suportando cargas e transferindo-as ao elemento estrutural em que se apoiam.

Em ambientes limpos e controlados é recomendado a utilização de painéis isotérmicos para a função em vez de alvenaria convencional, devido à facilidade de limpeza e manutenção, e a não libertação de partículas devido ao facto de as chapas serem galvanizadas com pintura eletrostática ou inox [31]. Estes painéis são utilizados para a climatização de salas limpas, por serem ótimos termo isolantes devido às características dos núcleos, podendo manter a temperatura do meio interno cerca de 10% menor em relação ao meio externo e por não libertarem nenhum tipo de resíduo [31].

A Tabela 3.7 indica os tipos de painéis com relação aos núcleos existentes apresentando as suas características e aplicações.

Tabela 3.7- Tipos de painéis em relação ao núcleo [31].

Material do núcleo	Características	Aplicação
PIR – Poliisocianurato	Espuma plástica rígida termofixa e inerte a temperatura ambiente	Edificações comerciais, industriais e habitacionais
PUR – Poliuretano	Espuma plástica rígida e inerte a temperatura ambiente	Edifícios comerciais, indústrias e cobertura de residências
LDR – Lã de Rocha	Núcleo isolante incombustível e ecologicamente correto	Ambientes com exigência de materiais não combustíveis
EPS – Poliestireno Expandido	Produção livre de emissão de gases nocivos à camada de ozônio (CFC)	Câmaras frigoríficas industriais e comerciais

Os painéis com núcleo PIR e PUR possuem melhor condutibilidade térmica do que painéis com núcleo em LDR e EPS. Quanto mais elevada é a densidade do núcleo, mais resistente será o painel.

As chapas que constituem os painéis isotérmicos utilizados em salas limpas seguem o padrão de três possíveis espessuras, 0,43 mm, 0,50 mm e 0,65 mm. Sendo a de 0,50 mm mais

utilizada, por garantir segurança em relação à resistência e apresenta melhor relação custo/benefício [31].



Figura 3.28-Parede constituída com painéis isotérmicos [31].

Piso

Este é um elemento arquitetónico que suporta cargas e movimentações. Em salas limpas existem os pisos provenientes da construção em si, que são revestidos por mantas de material epóxi, com o intuito de criar contacto entre o piso e os operadores e máquinas, proporcionando um grau de limpeza elevado.

A espessura do revestimento a ser utilizada é de grande importância, pois algumas áreas necessitam de uma absorção de impactos maior que outras, tendo a necessidade de um revestimento mais espesso. Da mesma forma que, se o substrato sobre o qual o piso será instalado estiver muito não-uniforme, o revestimento deverá ser mais denso para regularizar as imperfeições e ainda garantir as especificações solicitadas [31].

Para garantir a higienização e assepsia do ambiente, a textura deve ser lisa evitando o acúmulo de partículas e facilitando a limpeza. Em salas onde possam existir líquidos é comum considerar superfícies mais rugosas com relação as demais por questões de segurança. Porém essas salas ainda devem assegurar que a limpeza seja eficaz [31].

Existem várias características técnicas a serem atendidas, existindo diferentes tipos de revestimentos, divididos em três, sendo eles [31]:

- **Autonivelante:** proporciona uma superfície extremamente lisa, o que conseqüentemente leva a uma superfície fácil de se limpar. É de rápida aplicação e possui uma boa planicidade quando bem aplicado. Não possui boa resistência a riscos, a impactos possuem média resistência e não é recomendado para áreas húmidas;

- Espatulado e Argamassados: possui alta resistência a impacto e abrasão, com uma durabilidade longa e de fácil manutenção. É um revestimento com argamassa e pintura de acabamento. É mais rugoso, podendo gerar uma estrutura porosa, porém se bem selado com uma pintura de alta espessura os poros são eliminados e assim poderão ser usados em salas limpas;
- Multicamadas (*Multilayer*): é o mais utilizado por possuir alta resistência a impactos e riscos. Tem longa durabilidade, fácil manutenção, texturas e acabamentos variados. Apesar da sua espessura variar pouco, o seu revestimento é feito com várias camadas, por isso a sua aplicação demanda um período maior.

A Figura 3.29 ilustra o tipo de piso mais utilizado em salas limpas, que são pisos do tipo epóxi multicamadas.



Figura 3.29-Piso multicamadas [31].

Portas

As portas são pontos de acesso dispostos dentro das paredes de vedações e/ou divisões de ambientes que permitem a passagem de pessoas. Em salas limpas existem vários tipos de portas. Elas dividem-se principalmente em relação às dimensões e aos materiais construtivos. As mais utilizadas em salas limpas são fabricadas a partir de painéis isotérmicos [31].

Estas devem possuir excelente vedação nas suas extremidades, pois são utilizadas em salas com pressões positivas e negativas, onde uma grande saída de ar pode interferir no sistema de tratamento de ar, provocando a contaminação do produto ou do meio, ocasionando gastos adicionais para manter o controle e classificação de limpeza do ambiente [31].

4. Dimensionamento do Sistema de Climatização

Após o enquadramento teórico associado ao dimensionamento de um local de alta complexidade como uma unidade farmacêutica, este capítulo descreve o processo prático do dimensionamento de uma Unidade Farmacêutica, abrangendo desde o enquadramento teórico até a seleção final dos equipamentos e a elaboração das peças desenhadas. Serão abordados os seguintes tópicos:

Caracterização do Edifício: A primeira etapa prática envolve a caracterização completa do edifício, incluindo a orientação solar, o ambiente envolvente, as cargas térmicas internas e a ocupação do espaço. Esta caracterização é crucial para entender as necessidades específicas do cliente e será refletida tanto nas peças desenhadas quanto nas folhas de cálculo.

Classes GMP e Cascata de Pressões: O projeto deve considerar parâmetros específicos como as Classes GMP e a Cascata de Pressões, que são fundamentais para garantir a qualidade e segurança do ambiente farmacêutico.

Cálculo do Ar Novo: Baseando-se na caracterização, o próximo passo envolve o cálculo da quantidade de ar novo necessária para cada espaço. Este cálculo deve equilibrar a quantidade de ar novo necessária para os ocupantes e para a envolvente do edifício, com as necessidades para garantir os diferenciais de pressão através dos caudais de fuga.

Cálculo das Cargas Térmicas: Após a caracterização total do edifício, são realizados os cálculos das cargas térmicas para cada espaço, utilizando o programa HAP. Este software permite uma análise detalhada das necessidades térmicas de cada ambiente.

Seleção dos Equipamentos e Produção das Peças Desenhadas: Concluídos os cálculos, os equipamentos necessários serão selecionados, e as peças desenhadas que compõem o projeto serão produzidas.

Este processo detalhado assegura que todas as especificidades de uma Unidade Farmacêutica sejam atendidas, desde os requisitos de qualidade do ar e controlo de pressão até ao dimensionamento correto das cargas térmicas e seleção dos equipamentos apropriados.

4.1. Descrição e caracterização da instalação técnica

A Unidade Farmacêutica alvo de estudo (Hikma) localiza-se em Terrugem, no concelho de Sintra.



Figura 4.1- Unidade farmacêutica HIKMA [52].

Esta unidade é constituída por várias linhas/secções de trabalho, sendo neste caso analisada a linha de enchimento de injetáveis, situada no piso -1 do edifício. O zonamento em estudo encontra-se na Figura 4.2.

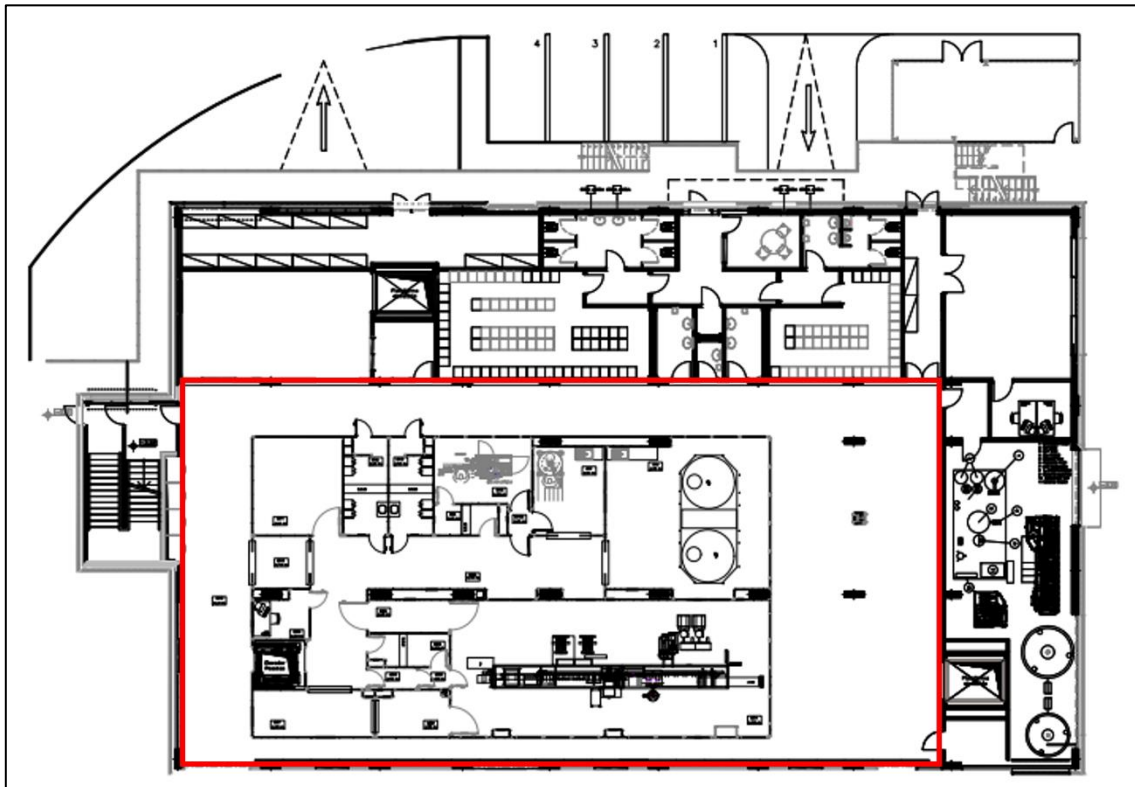


Figura 4.2- Planta da zona a dimensionar.

O enchimento assético de injetáveis é um processo crítico na fabricação de medicamentos injetáveis, onde os produtos estéreis são transferidos para os seus recipientes finais, como ampolas, frascos ou seringas, em condições que garantam a manutenção de sua esterilidade. O processo é essencial para garantir que os medicamentos permaneçam livres de contaminantes, pois os injetáveis são administrados diretamente no corpo, o que poderia causar sérias complicações caso estivessem contaminados.



Figura 4.3-Injetável [53].

O enchimento é geralmente realizado por máquinas automatizadas, que minimizam a intervenção humana, reduzindo o risco de contaminação. Estas máquinas são projetadas para operar em condições asséticas, utilizando sistemas de isolamento ou barreiras de proteção para garantir que o ambiente de enchimento permaneça estéril.

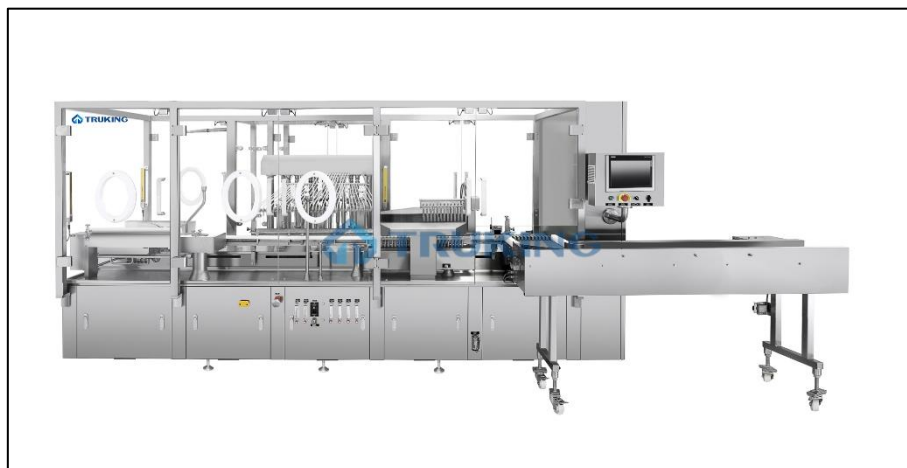


Figura 4.4-Exemplo de máquina de enchimento de injetáveis [54].

Esta unidade é constituída por 18 salas classificadas de acordo com as diretivas GMP. A classificação das salas é atribuída tendo em conta as exigências resultantes dos processos que nelas acontecem. Estes processos e respetiva classificação GMP podem ser consultados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1-Classes GMP da unidade farmacêutica.

Sala nº	Designação	Classe GMP
IB01	Linha 7- Sala de Enchimento	C
IB02	Linha 7-Antecâmara de saída de material	C
IB03	Linha 7- Vestiários	C
IB04	Antecâmara	C
IB05	Antecâmara	C
IB06	Linha 7-Antecâmara de entrada de material	C
IB07	Linha 7- Preparação de materiais	C
IB08	Corredor de circulação	C
IB09	Escritório	C
IB10	Antecâmara de entrada e saída de material	D
IB11	Sala de armazenamento	C
IB12	Vestiários Masculinos	D
IB13	Vestiários Femininos	D
IB14	Linha 4 - Vestiários	C
IB15	Linha 4 - Sala de enchimento	C
IB15A	Linha 4- Entrada e saída de material	C
IB16	Linha 7- Sala de preparação e composição	C
IB17	Linha 4- Sala de preparação e composição	C
IB18	Elevador	SC
IB19	Corredor	SC

A concentração máxima de contaminantes consoante a classe GMP está apresentada na Figura 3.10.

A classe GMP é determinada pelo cliente de acordo com as especificidades do processo que ocorre em cada espaço da instalação. Com essa informação em mãos, é possível estabelecer as hierarquias de pressões, que são cruciais para controlar o fluxo de ar, bem como as infiltrações e exfiltrações entre as diferentes salas.

Relativamente a aspetos dimensionais, as salas apresentam as dimensões presentes na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 -Dimensões das salas.

Sala nº	Designação	Área (m²)	Altura (m)	Volume (m³)
IB01	Linha 7- Sala de Enchimento	92,6	3,10	287,1
IB02	Linha 7-Antecâmara de saída de material	5,7	2,70	15,5
IB03	Linha 7- Vestiários	5,5	2,70	14,9
IB04	Antecâmara	2,2	2,70	5,9
IB05	Antecâmara	1,5	2,70	4,1
IB06	Linha 7-Antecâmara de entrada de material	11,4	2,70	30,8
IB07	Linha 7- Preparação de materiais	11,9	2,70	32,0
IB08	Corredor de circulação	49,6	2,70	133,8
IB09	Escritório	5,2	2,70	14,1
IB10	Antecâmara de entrada e saída de material	6,2	2,70	16,8
IB11	Sala de armazenamento	18,3	2,70	49,4
IB12	Vestiários Masculinos	9,1	2,70	24,7
IB13	Vestiários Femininos	9,1	2,70	24,7
IB14	Linha 4 - Vestiários	4,1	2,70	11,1
IB15	Linha 4 - Sala de enchimento	14,1	2,70	38,0
IB15A	Linha 4- Entrada e saída de material	1,2	1,20	1,5
IB16	Linha 7- Sala de preparação e composição	52,3	2,70	141,2
IB17	Linha 4- Sala de preparação e composição	13,3	2,70	36,0

4.1.1. Regime de pressões

Os mapas de pressões em salas limpas são desenvolvidos com base nas exigências do cliente, ajustando-se às necessidades específicas dos processos de produção de cada área.

No caso da sala IB01, a sala de enchimento, onde é necessário que exista a menor contaminação possível, o mapa de pressões assume um papel crucial na prevenção de fugas de ar do interior para o exterior da sala. Isso é fundamental para garantir que as partículas perigosas não se dispersem para outras áreas, protegendo tanto os trabalhadores quanto a integridade do ambiente. A correta implementação das hierarquias de pressões, neste contexto, é essencial para manter um controlo rigoroso do ambiente e evitar contaminações.

Estas hierarquias garantem que o ar flua de áreas mais limpas para áreas menos críticas. Partindo das salas mais críticas (pressões mais elevadas) :

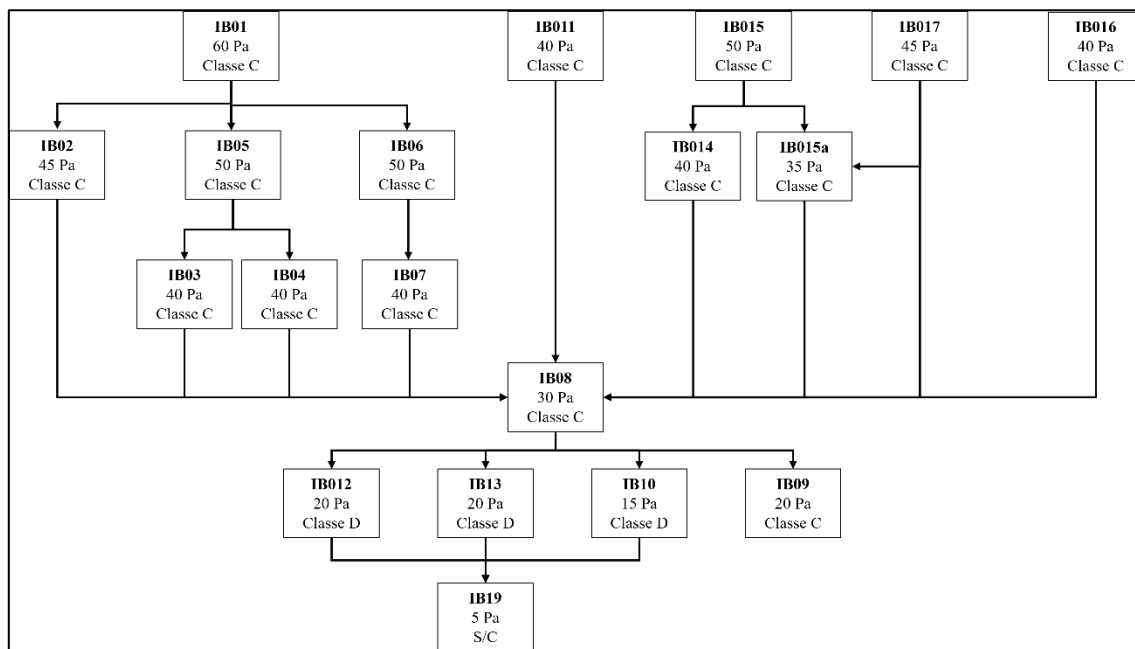


Figura 4.5-Cascata de pressões.

A sala IB01, onde se realiza o processo do enchimento dos injetáveis é a mais importante na hierarquia de pressões, trabalhando em sobrepessão relativamente a todos os restantes espaços. Desta forma garante-se que não existe contaminação oriunda do exterior para o interior da sala.

Analisando a planta e tendo em consideração os regimes de pressão, verifica-se que as salas IB02, IB04, IB05, IB06 e IB07 são classificadas como estando numa situação de cascata. A Figura 4.6 ilustra o sucedido.

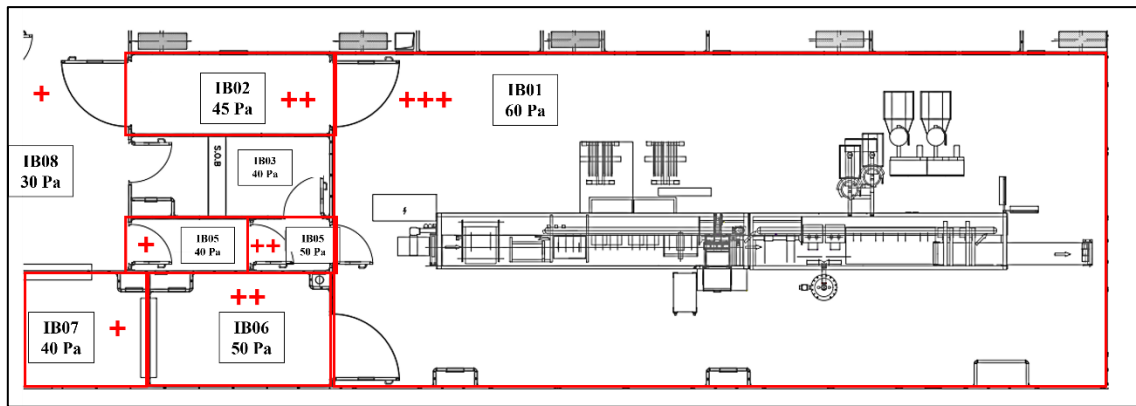


Figura 4.6-Antecâmara em cascata.

O perfil de fluxos de ar da instalação encontra-se, juntamente com as peças desenhadas, nos apêndices.

4.1.2. Caudais de transferência

Nesta fase do projeto é necessário avaliar os caudais de transferência que resultam do facto de existirem salas a pressões diferentes. Estes caudais dependem do tipo e dimensão da porta e da diferença de pressão. Genericamente o caudal de transferência é dado pela Equação 4.1.

$$V = A \times \alpha \times \sqrt{2 \times \Delta P \times v} \quad (4.1)$$

Em que:

V: Caudal de fuga, m^3/s ;

A: Área de passagem do ar, m^2 ;

α : Coeficiente de descarga (0,85 para o caso de portas);

ΔP : Diferencial de pressão, Pa;

v : Volume específico do ar nas condições da sala, m^3/kg .

Para calcular o caudal de fuga devido à diferença de pressão entre as salas, é fundamental determinar a área de passagem do ar, que é a área das frestas ao redor da porta. Essas frestas ocorrem nos lados e na parte inferior da porta (entre a porta e o chão).

Para o projeto foi considerada a porta da Figura 4.7.

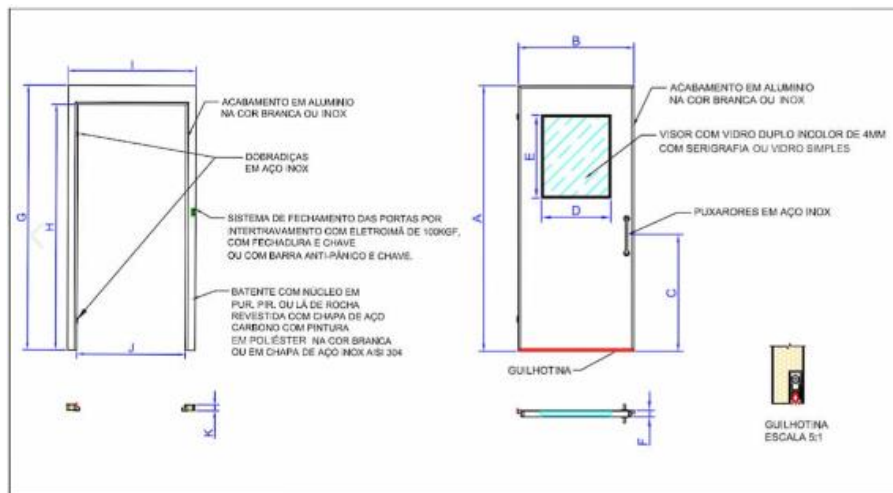


Figura 4.7-Porta ISODUR [55].

A partir das informações fornecidas:

- Altura da porta: 2,1 m;
- Largura da porta: 0,8 m
- Diferença entre a porta e a moldura lateral: 2 mm (em cada lado da porta);
- Altura livre entre a porta e o chão: 6 mm.

Resolvendo a Equação 4.1, com os dados acima, e para diferentes diferenças de pressão, obtém-se os valores presentes na Tabela 4.3.

Tabela 4.3-Caudais de fuga em função do diferencial de pressão.

ΔP (Pa)	2,50	5	10	15	20	25	30	35
Caudal (l/s)	25	35	50	60	70	75	85	90

Com isto, para o diferencial de pressão correspondente a cada porta da instalação, obtém-se os caudais de fuga associado a cada porta. Os caudais de fuga são apresentados na Tabela 4.4.

Tabela 4.4- Diagrama de Fluxo de Ar das salas.

Sala	Pressão (Pa)	ΔP (Pa)	Infiltra De:	Exfiltra Para:	Caudal (l/s)
IB01	60	15		IB02	60
		10		IB05	50
		10		IB06	50
IB02	45	15	IB01		60
		15		IB08	60
IB03	40	10	IB05		50
		10		IB08	50
IB04	40	10	IB05		50
		10		IB08	50
IB05	50	10	IB01		50
		10		IB04	50
IB06	50	10	IB01		50
		10		IB07	50
IB07	40	10	IB06		50
		10		IB08	50
IB08	30	10	IB07		50
		10	IB04		50
		10	IB03		50
		15	IB02		60
		10	IB11		50
		10	IB14		50
		5	IB15a		35
		10	IB17		50
		10	IB16		50
		10		IB12	50
		10		IB13	50
		15		IB10	60
		10		IB09	50
IB09	20	10	IB08		50
IB10	15	15	IB08		60
		10		IB19	50
IB11	40	10		IB08	50
IB12	20	10	IB08		50
		15		IB19	60
IB13	20	10	IB08		50
		15		IB19	60
IB14	40	10	IB15		50
		10		IB08	50
IB15	50	10		IB14	50
		15		IB15a	60
IB15a	35	15	IB15		60
		5	IB17		35

Sala	Pressão (Pa)	ΔP (Pa)	Infiltra De:	Exfiltra Para:	Caudal (l/s)
		5		IB08	35
IB16	40	10		IB08	50
IB17	45	5		IB15a	35
		10		IB08	50
IB19	5	10	IB10		50
		15	IB12		60
		15	IB13		60

No apêndice O, encontra-se um diagrama que permite uma melhor percepção dos valores retirados da Tabela 4.4.

4.1.3. Número de recirculações de ar

Tal como anteriormente referido, o ser humano será a principal fonte contaminadora de uma sala limpa. Um operário corretamente protegido com equipamento comum pode originar cerca de 1000 partículas de 0,5 μm ou superiores por segundo, tal como podemos constatar na Figura 4.8.

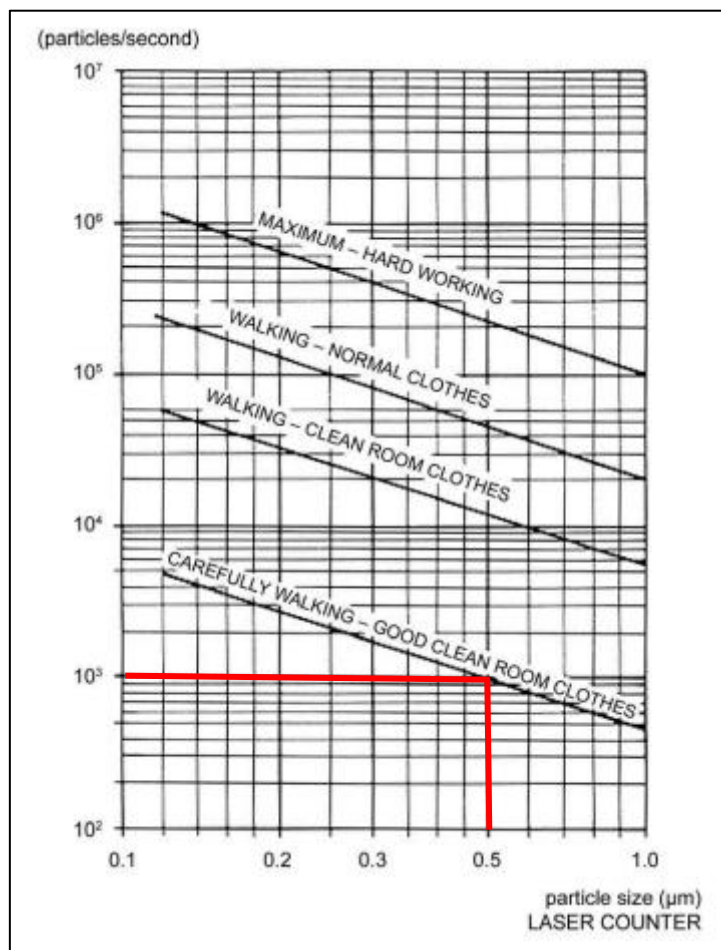


Figura 4.8- Partículas Geradas por Segundo por Operador [5].

Relembrando a Equação 3.2 e exemplificando o processo de cálculo para a sala IB01:

Foi informado pelo cliente que existiria uma ocupação de $35m^2$ /pessoa em todas as salas da unidade farmacêutica. Sabendo que a sala IB01 apresenta uma área de $92,6 m^2$, leva a um número de 2,65 ocupantes ≈ 2 ocupantes.

Assim sendo:

$$g = 1000 \times 3600 \times 2 = 7200000 \text{ Partículas} \cdot m^3 \cdot h^{-1}$$

Em seguida, sabendo que a sala possui classificação C e de acordo com a Figura 26:

$$x = 352000 \text{ Partículas}/m^3$$

Relembrando que os filtros HEPA apresentam uma eficiência mínima de 99,97% testada em partículas de $0,3 \mu m$, ou seja, apenas menos de 0,03% de todas as partículas de $0,3 \mu m$ ou maiores escapam pelo filtro.

$$s = \frac{352000 \times 0,03}{100} = 105,6 \text{ Partículas}/m^3$$

Logo:

$$RPH = 20,4 \approx 20 \text{ RPH}$$

O mesmo procedimento foi adotado para as restantes salas, sendo os resultados expostos na Tabela 4.5.

Para efeitos de cálculo de número de recirculações horárias foram considerados operadores nos *airlocks*, embora, na prática, estes locais sejam áreas de passagem e não de trabalho.

Tabela 4.5-Recirculações Horárias teóricas.

Sala	Classe GMP	Ocupantes	RPH
IB01	C	2	20
IB02	C	1	10
IB03	C	1	10
IB04	C	1	10
IB05	C	1	10
IB06	C	1	10
IB07	C	1	10
IB08	C	1	10
IB09	C	1	10
IB10	D	1	1
IB11	C	1	10
IB12	D	1	1
IB13	D	1	1
IB14	C	1	10
IB15	C	1	10
IB15A	C	1	10
IB16	C	1	10
IB17	C	1	10

Embora estes valores tenham sido alcançados em termos teóricos, os valores utilizados para as recirculações horárias das salas limpas serão os fornecidos pelo cliente, conforme as suas necessidades para a instalação.

Foi então definido e exigido pelo cliente que os valores de recirculações horárias a aplicar aos diversos locais serão os seguintes:

- **Classe C** – 30 Recirculações por hora
- **Classe D** – 25 Recirculações por hora

Partindo da premissa anterior, a Tabela 4.6 reflete estas alterações.

Tabela 4.6-Recirculações Horárias a Aplicar na Unidade Farmacêutica.

Sala	Classe GMP	Ocupantes	RPH
IB01	C	2	40
IB02	C	1	30
IB03	C	1	30
IB04	C	1	30
IB05	C	1	30
IB06	C	1	30
IB07	C	1	30
IB08	C	1	30
IB09	C	1	30
IB10	D	1	25
IB11	C	1	30
IB12	D	1	25
IB13	D	1	25
IB14	C	1	30
IB15	C	1	30
IB15A	C	1	30
IB16	C	1	30
IB17	C	1	30
IB19	C	4	30

4.1.4. Caudal mínimo requerido e de Ar novo

A ventilação adequada em ambientes fechados é fundamental para garantir a qualidade do ar e o conforto dos ocupantes, além de ser uma exigência em muitas normas de segurança e saúde ocupacional. Um dos parâmetros mais importantes para dimensionar a ventilação de um espaço é o caudal de ar tratado, que representa a quantidade de ar renovado por hora.

Para determinar esse caudal de ar, é essencial compreender o conceito de recirculações por Hora (RPH), definidos no ponto acima, que indica quantas vezes o volume total de ar do ambiente é trocado numa hora. A relação entre o caudal de ar e as RPH é direta e é expressa pela Equação 4.2, que leva em consideração o volume do ambiente e o número de recirculações necessárias para garantir uma ventilação eficaz.

$$Q = Vol \times RPH \quad (4.2)$$

Em que:

Q: Caudal de ar tratado mínimo, em m^3/h ;

Vol: Volume da sala a tratar, em m^3 ;

RPH: Recirculações de ar por hora, em RPH.

A Equação 4.2 permite calcular de forma precisa o caudal de ar necessário para um ambiente, assegurando que o ar seja renovado com a frequência adequada para manter as condições de higiene e conforto exigidas.

Exemplificando o processo de cálculo para a sala IB01 resolvendo a Equação 4.2 e convertendo para l/s:

$$Q = \frac{287,1 \times 40 \times 1000}{3600} = 3190 \text{ l/s}$$

O mesmo procedimento foi adotado para as restantes salas, sendo os resultados expostos na Tabela 4.7.

Os valores calculados obedecem às necessidades para a qualidade de ar interior, no entanto, há ainda a considerar as necessidades térmicas dos espaços.

Para isto, o *Software* HAP, recomenda o caudal de ar necessário atendendo às cargas introduzidas. O caudal considerado será um valor superior ao máximo dos caudais.

Todos os valores, assim como o valor considerado encontram-se na Tabela 4.7.

Tabela 4.7-Caudal de ar mínimo requerido.

Sala	Volume (m ³)	RPH	Caudal de ar mínimo calculado (l/s)	Caudal de ar mínimo HAP (l/s)	Caudal de ar mínimo considerado (l/s)
IB01	287,1	40	3190	3190	3190
IB02	15,5	30	129	128	130
IB03	14,9	30	124	124	125
IB04	5,9	30	50	50	50
IB05	4,1	30	34	34	50
IB06	30,8	30	257	257	260
IB07	32,0	30	267	272	275
IB08	133,8	30	1115	1134	1135
IB09	14,1	30	117	119	120
IB10	16,8	25	117	118	120
IB11	49,4	30	412	418	420
IB12	24,7	25	171	173	175
IB13	24,7	25	171	173	175
IB14	11,1	30	93	94	95
IB15	38,0	30	317	322	325
IB15A	1,5	30	12	12	15
IB16	141,2	30	1177	1196	1200
IB17	36,0	30	300	304	305

O caudal de ar requerido é a quantidade total de ar necessária para manter as condições desejadas em um ambiente específico. O caudal de ar novo, refere-se exclusivamente à quantidade de ar externo que é introduzido no ambiente para substituir o ar interno. Este ar novo é necessário para diluir contaminantes, manter a qualidade do ar interno e assegurar uma troca de ar saudável.

Para efetuar o cálculo do ar novo associado a cada local recorre-se a duas regulamentações: à EN15251:2008 e ao SCE DL 118/2013.

Neste caso, foi definido por parte do cliente que seria assumido **15% de Ar novo** em todas as salas, não recorrendo às regulamentações.

Logo:

$$Q_{AN} = 0,15 \times 3190 = 479 \text{ l/s}$$

Efetuando o mesmo procedimento para as restantes salas, são obtidos os caudais de ar novo apresentados na Tabela 4.8.

Tabela 4.8-Caudais de Ar Novo (ODA).

Sala	Caudal de ar mínimo considerado (l/s)	Caudal de Ar Novo (ODA) (l/s)
IB01	3190	479
IB02	130	20
IB03	125	19
IB04	50	8
IB05	50	8
IB06	260	39
IB07	275	41
IB08	1135	170
IB09	120	18
IB10	120	18
IB11	420	63
IB12	175	26
IB13	175	26
IB14	95	14
IB15	325	49
IB15A	15	2
IB16	1200	180
IB17	305	46

4.1.5. Balanço de caudais

A norma EN 13779 [56] é uma norma europeia que estabelece requisitos e orientações para a conceção, operação e manutenção de sistemas de ventilação e ar-condicionado em edifícios não residenciais, com o objetivo de garantir a qualidade do ar interior.

De acordo com a mesma, os tipos de ar presentes num edifício e num sistema de ventilação ou de ar condicionado são especificados na Tabela 4.9 e na Figura 4.9.

Tabela 4.9-Tipos de ar de acordo com EN 13779 [56].

Número	Denominação	Abreviação
1	Ar novo/ Ar exterior	ODA
2	Ar insuflado	SUP
3	Ar interior	IDA
4	Ar transferido	TRA
5	Ar extraído	ETA
6	Ar de retorno	RCA
7	Ar de exaustão	EHA
8	Ar recirculado	SEC
9	Fugas	LEA
10	Ar infiltrado	INF
11	Ar exfiltrado	EXF
12	Mistura	MIA
1.1	Ar exterior quarto individual	SRO
2.1	Ar insuflado quarto individual	SRS
5.1	Ar extraído quarto individual	SET
7.1	Ar de exaustão quarto individual	SEH

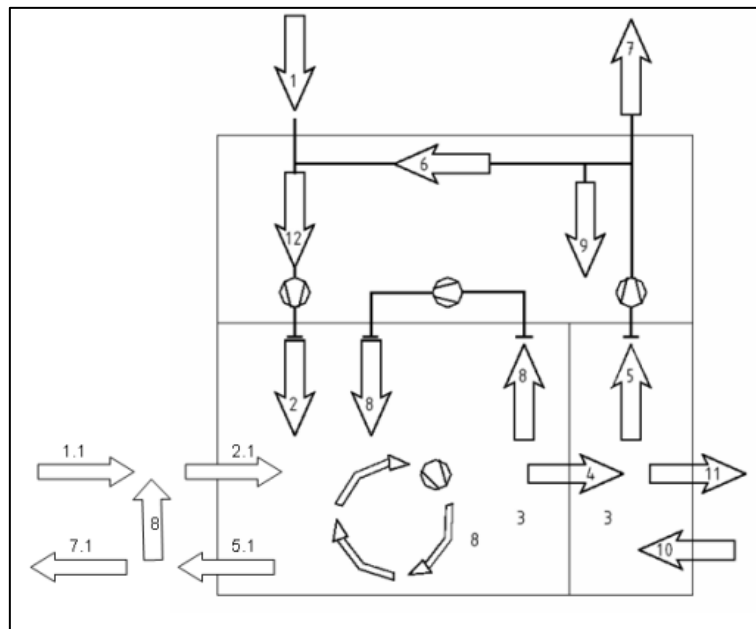


Figura 4.9-Tipos de ar de acordo com EN 13779 [56].

Após estas classificações é possível transferir e utilizar esta informação para realizar o balanço de cada espaço. Este balanço deve verificar que:

$$EHA = 0 \text{ (O ar será extraído)}$$

$$SUP + INF - EXF - ETA = 0 \quad (4.3)$$

Exemplificando o processo de cálculo para a sala IB01 e resolvendo a Equação 4.3:

$$ETA = SUP + INF - EXF = 3190 + 0 - 160 = 3030 \text{ (l/s)}$$

$$3190 + 0 - 160 - 3030 = 0$$

Refazendo para as restantes salas, apresentam-se os valores de ETA na Tabela 4.10 .

Tabela 4.10 -Ar extraído em cada sala (ETA).

Sala	Ar extraído (ETA) (l/s)
IB01	3030
IB02	130
IB03	125
IB04	50
IB05	0
IB06	260
IB07	275
IB08	1370
IB09	170
IB10	130
IB11	370
IB12	165
IB13	165
IB14	95
IB15	215
IB15A	75
IB16	1150
IB17	220

4.2. Caracterização da envolvente

No programa HAP, mais propriamente no menu *Weather*, foram definidas as características do ambiente que envolve o edifício em estudo, assim como a região onde o mesmo se encontra.

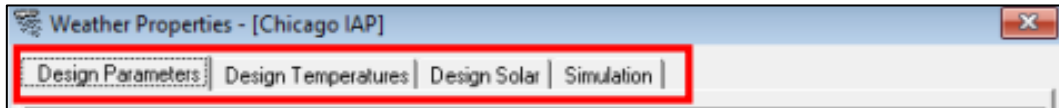


Figura 4.10-Menu Weather do HAP.

Nesta componente, são realizadas 4 tarefas:

- Estabelecer o menu *Design Parameters*;
- Estabelecer os perfis de temperaturas exteriores para todo o ano (*Design Temperatures*);
- Corrigir os parâmetros de radiação (*Design Solar*);
- Importar o perfil de simulação da zona climática correspondente ao local escolhido (*Simulation*).

4.2.1. Definição dos parâmetros de projeto

Para este projeto foi usada a localidade de Sintra que é onde se encontra localizada a unidade. No final da caracterização, o HAP permitiu que fossem feitas simulações de temperaturas e exposições solar de qualquer dia do ano.

Para apurar a latitude, longitude e elevação foi necessário recorrer à folha de cálculo CLIMAS-SCE 1_05., para a zona de Sintra como ilustra a Figura 4.11.

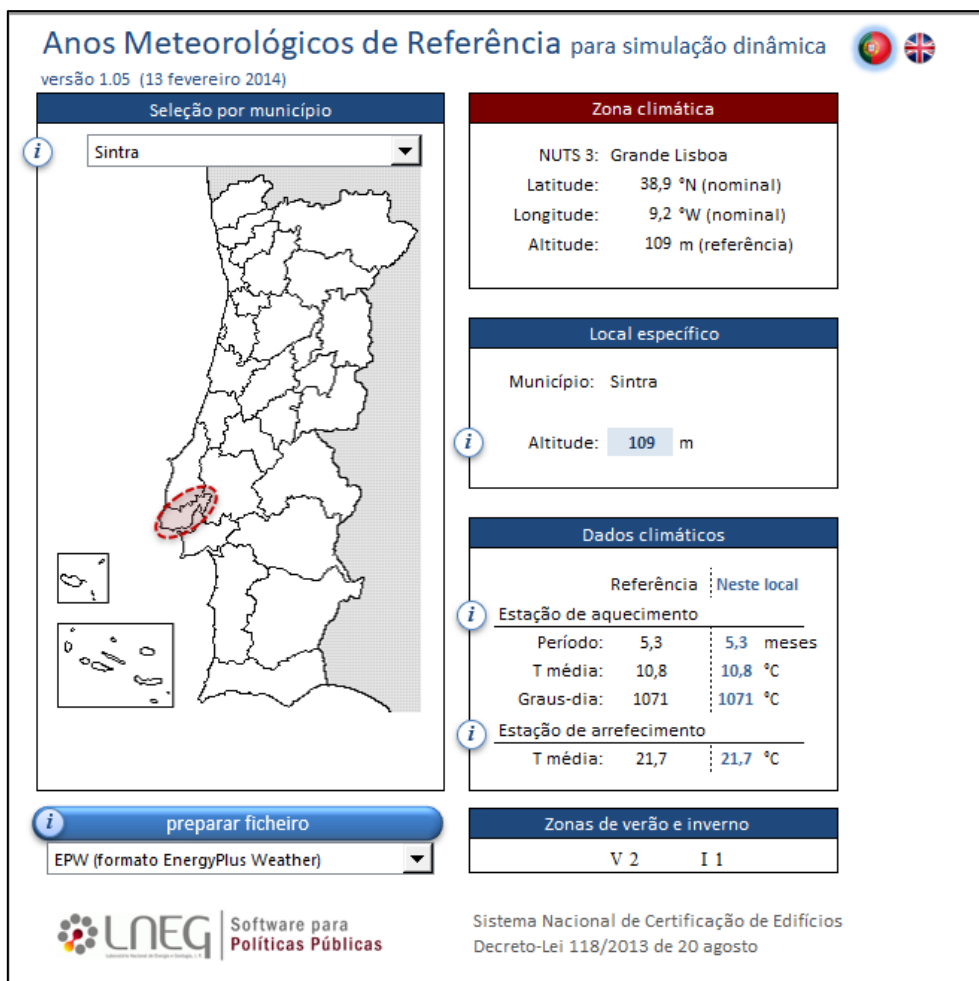


Figura 4.11- Informação obtida pela folha de cálculo CLIMAS-SCE 1_05.

De seguida foi necessário definir as temperaturas de projeto, sendo necessário introduzir as temperaturas de bolbo seco para verão e inverno, as temperaturas de bolbo húmido coincidentes e a amplitude térmica diária no mês mais quente.

Na Figura 4.12 é ilustrado o procedimento para retirar as temperaturas de bolbo seco e bolbo húmido para o mês de verão bem como a amplitude térmica [57]. Para cada parâmetro existem 4 colunas, apresentando percentagens acumuladas de ocorrência das temperaturas. Isto significa que 99% confere uma maior segurança (uma vez que permite prevenir circunstâncias que apresentam 1% de probabilidade de ocorrer) e 90% confere menos segurança (uma vez que, teoricamente, falhará 10% dos dias). Para este projeto foi definido 97,5% por forma a obter alguma segurança, mas não sobre dimensionar o sistema.

REGIÃO	NUM. DE ORDEM	LOCAL	T TERM. SECO				TW TERM. MOLHADO COM T				TW TERM. MOLHADO				AMPLITUDE TERMICA DIARIA
			99%	97.5%	95%	90%	99%	97.5%	95%	90%	99%	97.5%	95%	90%	
CONTINENTE	30	MONTENJO-D-VELHO	32.3	30.0	27.7	25.5	22.0	21.1	20.2	19.6	22.9	21.8	21.0	20.1	10.5
	31	FUNDAD	34.8	33.5	32.1	30.1	20.5	19.9	19.6	18.9	22.3	21.1	20.1	19.2	15.0
	32	ZEBREIRA	36.4	34.9	33.5	31.7	19.8	19.5	19.2	18.6	21.3	20.6	20.0	19.1	14.8
	33	CASTELO BRANCO	36.2	34.9	33.6	31.7	21.5	21.1	20.7	19.9	24.1	22.3	21.3	20.3	14.1
	34	MAINHÃ GRANDE	31.5	28.7	26.2	24.3	20.3	19.6	19.4	19.0	21.7	20.8	20.2	19.4	10.5
	35	ALCOBACA	33.1	30.5	28.0	25.5	21.5	20.6	19.9	19.2	22.2	21.3	20.5	19.7	11.8
	36	TANCUS/B. AEREA	36.1	34.2	32.4	30.2	21.9	21.3	20.9	20.1	22.7	21.9	21.3	20.5	15.1
	37	ALVEGA	36.9	35.0	33.3	31.2	23.2	22.2	21.8	21.0	24.4	23.4	22.6	21.7	17.1
	38	MARVÃO	31.8	30.4	29.2	27.4	18.5	18.2	17.9	17.3	20.9	19.7	18.9	18.0	10.1
	39	CAJO CARVEIRO	23.9	22.2	21.4	20.6	18.8	18.5	18.5	18.0	19.8	19.3	18.8	18.4	4.1
	40	RIU MAIOR	34.5	32.3	30.0	27.6	22.1	21.5	20.7	20.0	23.1	22.2	21.5	20.6	13.2
	41	PORTALEGRE	33.6	32.2	30.7	29.1	18.4	17.8	17.4	17.1	19.5	19.1	18.5	17.8	13.5
	42	SANTARÉM	35.6	33.6	31.9	29.7	21.9	21.3	20.8	20.1	22.8	22.0	21.4	20.6	15.5
	43	FONTE BOA	35.7	33.6	31.8	29.4	22.6	21.9	21.3	20.5	24.0	22.7	21.8	20.8	14.3
	44	UTA/BASE AEREA	34.8	32.8	30.9	28.6	22.1	21.2	20.6	19.9	22.7	21.9	21.2	20.4	11.9
	45	BENAVILA	37.0	35.3	33.7	31.6	22.6	21.9	21.3	20.5	23.7	22.7	21.9	20.9	16.5
	46	DOIS PONTOS	32.8	30.7	28.5	26.0	21.6	20.8	20.2	19.8	22.6	21.6	20.8	19.9	11.3
	47	SALVATERRA DE MAGOS	34.0	32.2	30.3	28.2	22.7	21.8	21.3	20.4	24.1	22.7	21.9	21.0	13.9
	48	MORA	36.3	34.4	32.8	30.8	22.5	21.8	21.2	20.5	23.8	22.8	22.0	21.0	15.9
	49	ELVAS	37.0	35.7	34.3	32.4	21.8	21.7	21.1	20.4	23.5	22.5	21.8	20.8	17.2
	50	SINTRA/GRANJA	31.6	29.3	25.9	24.7	20.5	19.6	19.3	18.8	21.4	20.6	20.0	19.3	9.9
51	CABO DA ROÇA	27.6	25.1	23.1	21.4	19.4	18.7	18.1	17.9	20.6	19.5	19.0	18.4	5.9	

Figura 4.12- Definição das temperaturas de projeto para verão e amplitude térmica diária [57].

Na Figura 4.13 é demonstrado o procedimento para obter a temperatura de bulbo seco durante o inverno [57]. Para a situação de inverno, considera-se uma probabilidade acumulada de ocorrência de 1%.

REGIÃO	NUMERO DE ORDEM	LOCAL	PROB.(%)			
			1.0	2.5	5.0	10.0
CONTINENTE	30	MONTEMUR-O-VELHO	-1.6	-0.1	1.5	3.5
	31	FUNDAO	-2.5	-1.2	0.1	1.7
	32	ZEBREIRA	-1.9	-0.4	1.4	3.0
	33	CASTELO BRANCO	0.1	1.4	2.7	4.0
	34	MARINHA GRANDE	-1.9	-0.8	0.6	2.2
	35	ALCOBACA	-1.9	-0.2	1.4	3.3
	36	TANCOS/BASE AEREA	-1.8	-0.5	0.8	2.6
	37	ALVEGA	-3.0	-1.4	0.1	2.0
	38	MARVAD	-1.7	-0.2	0.9	2.3
	39	CABO CARVOEIRO	4.6	6.0	7.1	8.4
	40	RIO MAIOR	-2.7	-1.3	0.1	2.2
	41	PORTALEGRE	0.2	1.5	2.8	4.3
	42	SANTAREM	-0.2	1.2	2.6	4.3
	43	FONTE BOA	1.1	2.4	3.6	5.2
	44	OTA/BASE AEREA	0.3	1.7	3.0	4.8
	45	BENAVILA	0.0	1.3	2.5	4.2
	46	DOIS PORTOS	0.5	2.0	3.4	5.0
	47	SALVATERRA DE MAGOS	-1.8	-0.5	0.9	3.0
	48	MORA	-0.8	0.6	1.9	3.6
	49	ELVAS	-1.6	-0.2	1.1	3.0
	50	SINTRA/GRANJA	-0.3	1.1	2.5	4.4

Figura 4.13- Definição da temperatura de projeto para inverno [57].

Neste caso não é tabelada a temperatura de bolbo húmido uma vez que nesta altura do ano a humidade relativa ronda o máximo, sendo a temperatura de bolbo húmido idêntica à de bolbo seco. Contudo foi considerado um valor de 95% para a humidade relativa. Com o valor da temperatura de bolbo seco e recorrendo a uma carta psicrométrica pode-se obter o valor da temperatura de bolbo húmido, como apresentado na Figura 4.14.

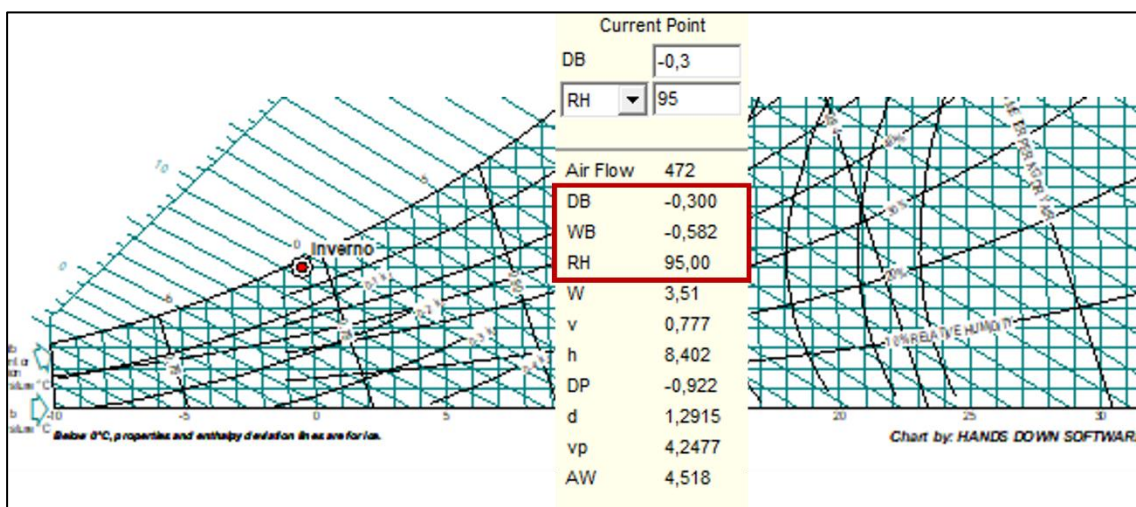


Figura 4.14-Definição da temperatura de bolbo húmido para inverno.

O próximo passo neste separador está relacionado com as características da envolvente.

O primeiro ponto a definir consiste num fator relacionado com a claridade atmosférica (*Atmospheric Clearness number*). Acedendo ao menu de ajuda para a escolha deste parâmetro é obtida a informação que este deve variar entre 0,85 (condições muito nubladas) e 1,15 (condições de nebulosidade nula), sendo 1,00 o valor considerado típico. Atendendo às condições típicas em Sintra considerou-se um valor médio de 1. É importante referir que este valor foi uma mera estimativa sem que se tenha efetuado uma pesquisa quantitativa.

O ponto seguinte relaciona-se com a refletividade do solo (*Average Ground Reflectance*) que define a quantidade de radiação solar que é emitida pelas superfícies que rodeiam o edifício. Tratando-se de uma unidade farmacêutica é de esperar que existam estacionamentos em torno da mesma, contudo também é possível observar zonas verdes, como se pode ver na Figura 4.15.

Recorrendo ao menu de ajuda é informado que as zonas relvadas devem contar com uma refletividade compreendida entre os 0,21 e os 0,31, de acordo com os tipos de superfície, como apresentado na Tabela 4.11.



Figura 4.15-Exterior do edifício [52].

Tabela 4.11-Valores do fator "Average Ground Reflectance".

Tipo de superfície	Refletância
Concreto novo	0,31 a 0,34
Concreto antigo	0,22 a 0,25
Relva	0,21 a 0,31
Pedra (brita)	0,2
Betume e cobertura de cascalho	0,14
Estacionamento em cascalho	0,09 a 0,12

O valor utilizado foi de 0,20.

O penúltimo parâmetro a definir é relativo à condutividade do solo (*Soil Conductivity*). Neste caso não existe qualquer fundamento para que se altere o valor predefinido pelo software, é até sugerido pelo menu de ajuda que, caso não seja conhecido o solo, se utilize 1,380 W/m/K. Por fim definiu-se os meses de funcionamento da unidade farmacêutica.

Para finalizar o separador referente aos parâmetros de projeto é necessário definir o fuso horário, se existe ou não horário de verão e, caso exista quando é que se inicia e termina.

Reunindo todas as informações acima detalhadas, foram implementadas no HAP, como pode ser visto na Figura 4.16.

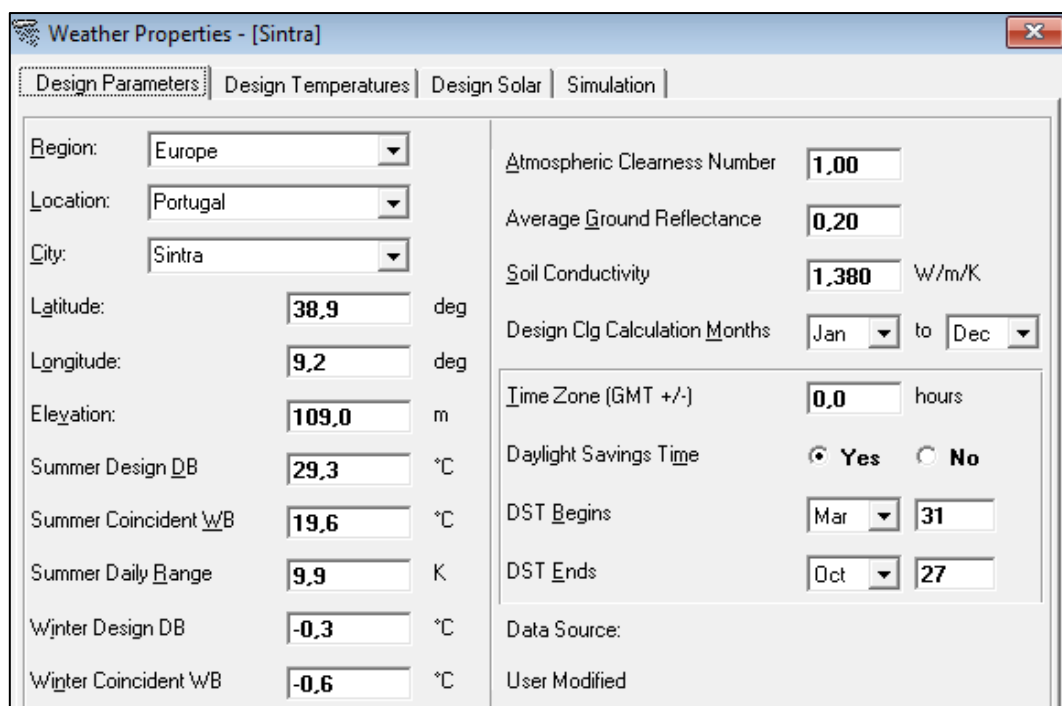


Figura 4.16-Definição dos parâmetros de projeto no HAP.

4.2.2. Definição das temperaturas de projeto

Acedendo ao separador *Design Temperatures* existe uma tabela, com valores predefinidos pelo software para todos os meses do ano, com:

- Temperatura de bolbo seco máxima média mensal;
- Temperatura de bolbo seco mínima média mensal;
- Temperatura de bolbo húmido máxima média mensal;
- Temperatura de bolbo húmido mínima média mensal.

Estes valores predefinidos não foram considerados, tendo-se recorrido à bibliografia recomendada para obter os valores destas temperaturas [57]. O procedimento para apurar estes valores é idêntico em todos os meses, pelo que apenas será detalhado para o mês de janeiro.

As temperaturas de bolbo seco podem ser obtidas diretamente, como destacado a vermelho na Figura 4.17. As temperaturas de bolbo húmido não podem ser retiradas diretamente. Atendendo novamente à tabela que se encontra na Figura 4.17, existem, destacados a verde, valores de temperatura para diversas horas do dia. Na Figura 4.18 podem-se encontrar os valores de humidade para essas mesmas horas

ESTACÃO SINTRA/GRANJA		MÉDIAS DE 1951/1980								Mês
38° 50' N; 9° 20' W; g = 9,8004 m/s ² ; $\lambda_G = 0$; H ₁ = 134 m; H ₂ = 130 m; h ₁ = 1,8 m; h ₂ = 19,4 m; h ₃ = 19,8 m; h ₄ = 1,5 m										
Pressão atmosférica P (mb)		Temperatura do ar							T (°C)	
1954-69		\bar{T} (°C)				T (°C)				
No. local	Red. ao nível do mar	9 h	15 h	21 h	Mensal	Max	Min	Max	Min	
1004,9	1021,1	8,7	13,2	10,0	9,9	14,0	5,8	20,7	-5,5	Janeiro
1002,2	1018,3	9,3	13,3	10,1	10,6	14,5	6,6	23,5	-3,0	Fevereiro
1001,9	1017,9	11,8	15,0	11,7	11,6	15,8	7,3	26,4	-1,5	Março
1002,4	1018,4	13,8	16,4	13,2	12,9	17,5	8,3	29,5	0,0	Abril
1002,9	1018,8	16,4	19,4	15,0	15,1	19,6	10,6	33,6	3,0	Maio
1003,2	1019,0	18,6	21,4	17,2	17,6	22,3	12,9	36,0	5,1	Junho
1004,4	1020,2	19,8	23,0	18,6	19,6	24,4	14,8	38,1	6,0	Julho
1002,6	1018,3	20,0	23,6	19,0	20,0	24,9	15,1	38,5	8,3	Agosto
1003,2	1018,9	19,1	22,7	18,4	19,2	24,2	14,1	37,0	6,0	Setembro
1002,8	1018,6	16,6	20,3	16,2	16,5	21,4	11,6	34,0	-1,0	Outubro
1001,7	1017,7	12,0	15,6	11,0	12,6	16,9	8,2	26,4	-3,5	Novembro
1004,4	1020,6	9,0	13,4	9,7	10,2	14,6	5,8	22,5	-4,0	Dezembro
1003,0	1019,0	14,6	18,1	14,2	14,6	19,2	10,1	38,5	-5,5	Ano

Figura 4.17-Temperaturas de bolbo seco mínimas médias e máximas médias mensais(vermelho); Temperaturas de bolbo seco médias para as 9:00h; 15:00h e 21:00h. [57].

Humidade relativa da ar U (%)			Nebulosidade N (0-10)			Insolação I		Precipitação R (mm)		Eva- pora- ção (mm)	Mês
9 h	15 h	21 h	9 h	15 h	21 h	Total (h)	Percent. (%)	Total	Max (diária)		
89	72	87	6	6	5	144,2	48	127,4	55,0	77,5	Janeiro
85	72	86	6	6	6	143,2	48	118,2	54,5	80,0	Fevereiro
83	71	85	7	7	6	181,5	49	107,5	59,2	97,2	Março
77	67	82	5	6	5	239,1	59	57,1	46,5	108,6	Abril
74	65	80	6	5	5	278,1	63	46,1	39,2	126,4	Maio
73	64	82	6	4	5	281,4	62	22,3	49,5	137,2	Junho
72	60	79	5	3	4	326,1	72	2,8	11,0	161,2	Julho
73	58	79	5	3	4	316,3	74	8,8	34,0	164,7	Agosto
78	61	81	6	4	4	242,4	65	26,7	35,0	134,6	Setembro
80	63	82	6	6	4	205,0	59	88,8	63,6	110,1	Outubro
84	70	86	6	6	5	179,0	60	132,1	125,0	87,8	Novembro
86	72	86	6	6	5	147,0	50	123,1	108,0	76,5	Dezembro
80	66	83	6	5	5	2683,3	59	860,9	125,0	1361,8	Ano

Figura 4.18-Humidades Relativas médias para as 9:00h; 15:00h e 21:00h [57].

Tendo por base as temperaturas de bolbo seco e humidades relativas para as 9:00h, 15:00h e 21:00h é então possível, recorrendo novamente a uma carta psicrométrica, definir 3 pontos distintos.

Tem-se como objetivo com estes 3 pontos retirar as respetivas humidades específicas identificando a mais crítica.

O excerto da carta psicrométrica pode ser consultado na Figura 4.19.

O procedimento de seleção da humidade específica crítica é ilustrado na Tabela 4.12.

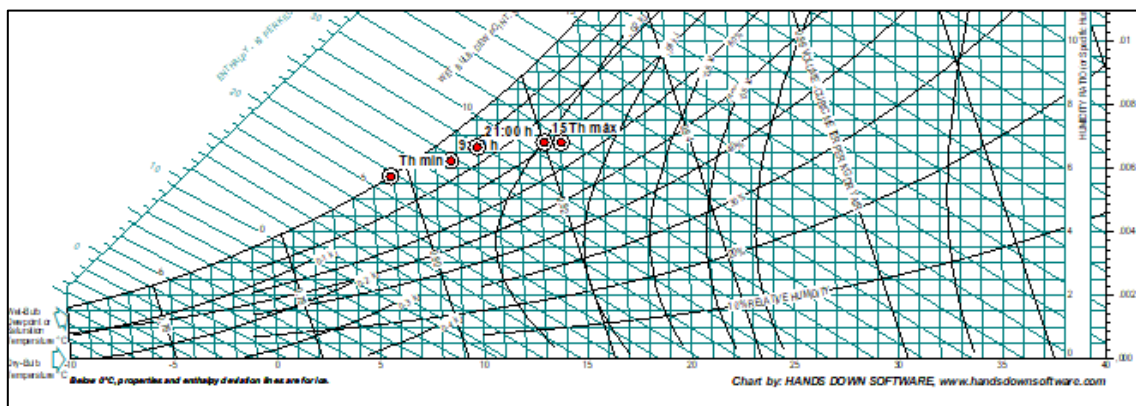


Figura 4.19-Carta psicrométrica com os pontos relativos às 9:00h, 15:00h e 21:00 do mês de janeiro.

9:00 h		15:00 h		21:00 h	
Current Point		Current Point		Current Point	
DB	8,700	DB	13,200	DB	10,000
RH	89,00000	RH	72,00000	RH	87,00000
Air Flow	472	Air Flow	472	Air Flow	472
DB	8,700	DB	13,200	DB	10,000
WB	7,811	WB	10,491	WB	8,897
RH	89,00	RH	72,00	RH	87,00
W	6,23	W	6,81	W	6,65
v	0,806	v	0,820	v	0,810
h	24,354	h	30,380	h	26,739
DP	6,989	DP	8,267	DP	7,933
d	1,2482	d	1,2282	d	1,2422
vp	7,5096	vp	8,1942	vp	8,0105
AW	7,731	AW	8,303	AW	8,211

Figura 4.20-Humidades específicas obtidas para as diferentes horas .

Reunindo os dados obtidos, obtém-se os resultados presentes na Tabela 4.12.

Tabela 4.12-Humidade específica crítica para o mês de janeiro.

9:00 h			15:00 h			21:00 h		
TBS (°C)	HR (%)	W (g/kg)	TBS (°C)	HR (%)	W (g/kg)	TBS (°C)	HR (%)	W (g/kg)
8,7	89	6,2	13,2	72	6,8	10	87	6,7

Com esta humidade específica, e recorrendo aos valores de temperatura de bolbo seco máxima e mínima obtidas na Figura 4.17 (destacadas a vermelho), é possível, recorrendo novamente à carta psicrométrica, obter os valores das temperaturas de bolbo húmido.

Neste procedimento existe uma pequena ressalva. Existem meses em que a combinação da temperatura seca mínima com a humidade específica crítica levam a um ponto que não pode ser traçado: teria uma humidade relativa superior a 100%. Tal não é possível, uma vez que 100% corresponde ao valor em que o ar está completamente saturado. Nestes casos considerou-se humidade relativa máxima, o que resulta numa temperatura de bolbo húmido igual à de bolbo seco. O procedimento apresenta-se na Figura 4.21.

Temperatura máxima		Temperatura mínima	
Current Point		Current Point	
DB	14,000	DB	5,800
W	6,80000	RH	100
Air Flow	472	Air Flow	472
DB	14,000	DB	5,800
WB	10,830	WB	5,800
RH	68,28	RH	100,00
W	6,80	W	5,74
v	0,822	v	0,797
h	31,177	h	20,162
DP	8,250	DP	5,800
d	1,2248	d	1,2616
vp	8,1850	vp	6,9185
AW	8,272	AW	7,195

Figura 4.21-Determinação de temperatura de bolbo húmido máxima e mínima .

No ficheiro Excel presente no Apêndice B, é possível consultar a tabela completa para todos os meses. Na Figura 4.22 encontram-se os resultados transpostos para o HAP.

Monthly Max/Min				
Month	Dry Bulb		Wet Bulb	
	Max	Min	Max	Min
jan	14,0	5,8	10,8	5,8
fev	14,5	6,6	11,2	6,6
mar	15,9	7,3	12,4	7,3
abr	17,0	8,3	13,1	8,3
mai	19,6	10,6	15,4	10,6
jun	20,0	12,9	16,4	12,9
jul	24,4	14,8	18,2	14,8
ago	24,9	15,1	18,6	15,1
set	24,2	14,1	18,3	14,1
out	21,4	11,6	16,3	11,6
nov	16,9	8,2	12,9	8,2
dez	14,6	5,8	11,2	5,8

Figura 4.22-Temperaturas obtidas transpostas para o HAP.

4.2.3. Definição da radiação solar

À semelhança do que acontecia com as temperaturas também no separador *Solar Design* existem valores atribuídos automaticamente. Para obter uma maior exatidão na concretização do projeto é necessário considerar fatores multiplicativos para ajustar os valores de ganho solar máximo médio diário, por cada mês.

Estes fatores são os únicos parâmetros a introduzir no separador *Solar Design*, o seu cálculo será exemplificado para o mês de janeiro, sendo os restantes perfeitamente idênticos.

Primeiro é necessário apurar os ganhos solares horários para o mês em questão (com fator multiplicativo 1). Para isso, no HAP, acedeu-se à janela *View input reports* e pediu-se um *preview* dos *Design Solar Profiles*, como mostrado na Figura 4.23.

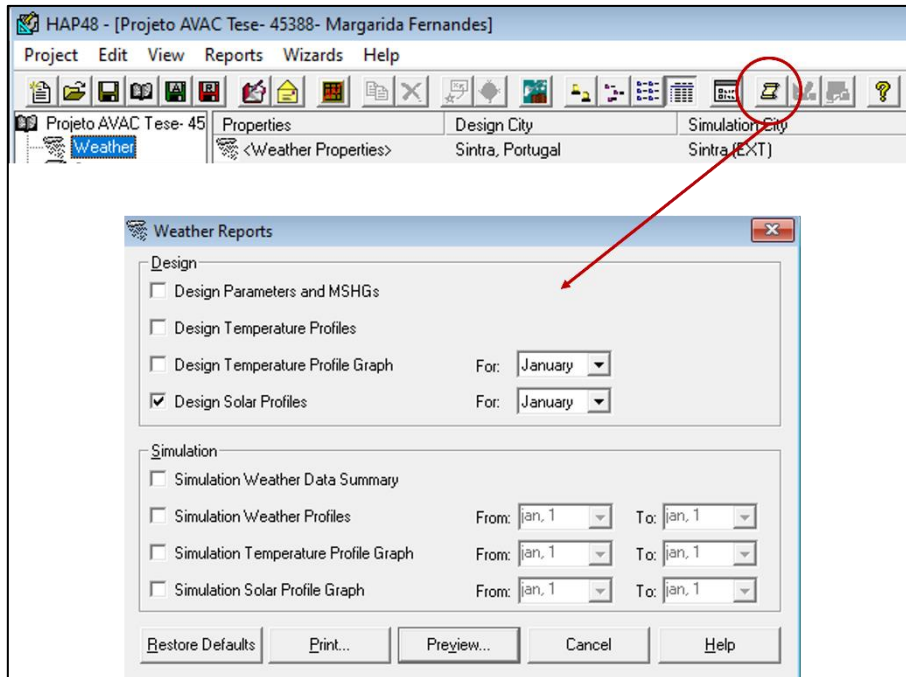


Figura 4.23- Processo para aceder aos ganhos horários.

Neste documento, analisando a tabela *Design Total Solar Heat Gains for January* retiraram-se os valores dos ganhos horizontais, como mostrado na Figura 4.24.

Location: Sintra, Portugal

Design Total Solar Heat Gains for January

(Values for each exposure are expressed in W/m^2)

Hour	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	
0000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
0100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
0200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
0300	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
0400	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
0500	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
0600	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
0700	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
0800	10,1	10,7	50,6	162,8	242,5	280,9	277,1	229,5	
0900	33,6	33,6	41,7	267,3	493,5	633,7	671,2	608,6	
1000	49,1	49,1	50,7	142,6	440,3	655,8	767,2	759,1	
1100	58,9	58,9	58,9	62,7	259,6	545,7	729,6	800,7	
1200	63,3	63,3	63,3	63,3	82,9	352,2	610,7	763,3	
1300	62,2	62,2	62,2	62,2	63,7	134,1	433,5	662,9	
1400	55,6	55,6	55,6	55,6	55,6	58,6	219,3	513,3	
1500	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	60,7	323,4	
1600	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	26,9	123,3	
1700	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	
1800	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
1900	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2300	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Hour	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	HOR
0000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0300	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0400	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0500	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0600	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0700	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0800	142,8	30,9	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	21,9
0900	446,6	200,3	36,3	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6	142,5
1000	632,2	403,2	108,5	49,1	49,1	49,1	49,1	49,1	284,8
1100	747,4	578,5	305,5	65,2	58,9	58,9	58,9	58,9	388,7
1200	798,4	709,6	510,8	214,9	66,3	63,3	63,3	63,3	436,4
1300	785,6	786,7	665,8	438,1	138,1	63,8	62,2	62,2	424,4
1400	709,1	794,5	756,7	600,9	341,8	72,3	55,6	55,6	353,5
1500	567,5	715,1	749,1	668,6	481,5	201,8	46,3	43,6	230,4
1600	345,1	498,8	569,5	554,9	451,6	272,3	53,8	25,5	86,6
1700	4,0	7,1	8,9	9,3	8,3	5,9	2,3	0,3	0,5
1800	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1900	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2300	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Figura 4.24- Seleção da coluna para cálculo do fator multiplicativo.

Com os valores da coluna destacada a vermelho pode-se estimar a média diária para o mês de janeiro:

$$GSD_{janeiro} = 21,9 + 142,5 + 284,8 + 388,7 + 436,4 + 424,4 + 353,5 + 230,4 + 86,6 + 0,5$$

$$GSD_{janeiro} = 2369,7 \text{ W/m}^2$$

Tendo em conta os 31 dias do mês de janeiro, pode-se calcular os ganhos solares neste mês:

$$GST_{janeiro} = 31 \times 2369,7$$

$$GST_{janeiro} = 73460,7 \text{ W/m}^2 = 73.5 \text{ kWh/m}^2$$

Para apurar o fator multiplicativo recorreu-se às estatísticas do local por forma a obter um valor que se pode considerar mais exato para prever a radiação mensal no local. Recorrendo à carta apresentada na Figura 4.25 [58], retirou-se um valor de 65 kWh/m²

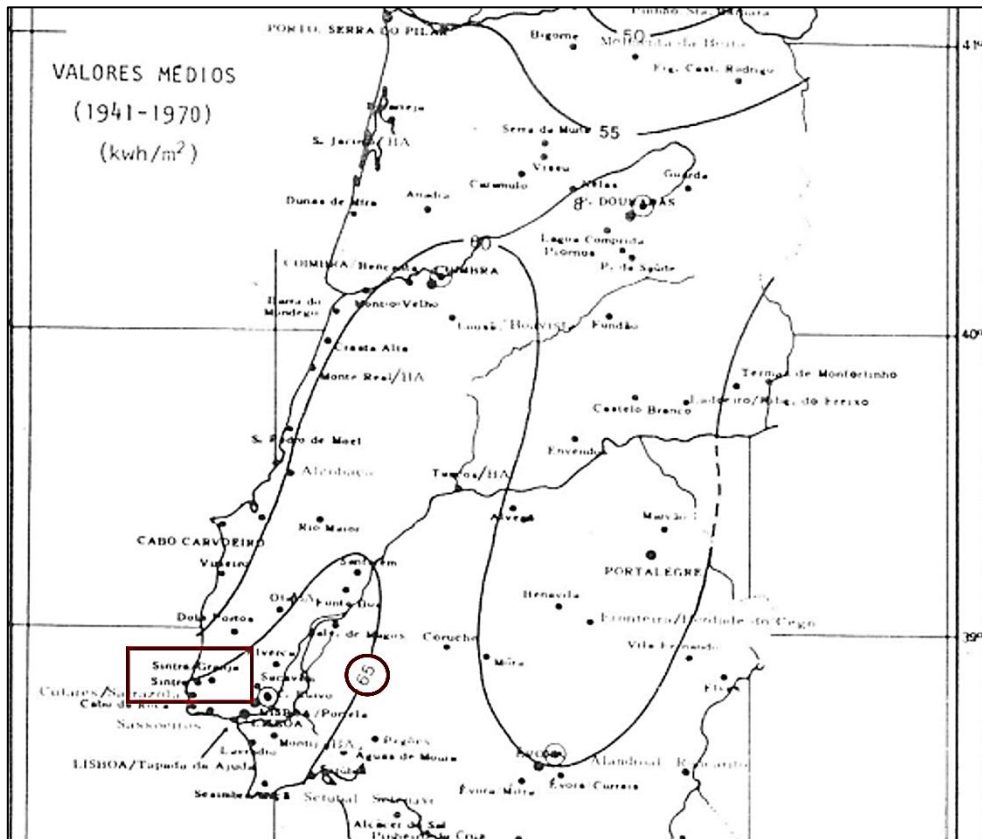


Figura 4.25- Determinação da radiação solar global em Sintra para o mês de janeiro [58].

O fator multiplicativo é então dado por:

$$FM = \frac{GST_{\text{Estatístico}}}{GST_{\text{HAP}}} \quad \text{Equação 4.4}$$

Resolvendo a Equação 4.4:

$$FM = \frac{GST_{\text{Estatístico}}}{GST_{\text{HAP}}} = \frac{65}{73,5} = 0,88$$

Como já referido, o procedimento nos restantes meses é idêntico (encontrando-se no ficheiro Excel anexado), tendo apenas de ser alterado o número de dias. A Figura 4.26 apresenta o separador *Solar Design* com os fatores devidamente modificados.

Month	Multiplier	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
Jan	0,88	55,7	55,7	55,7	235,2	434,3	577,1	675,1	704,6	702
Feb	0,85	65,4	65,4	151,0	330,7	521,3	627,6	670,1	656,1	636
Mar	0,82	75,5	75,5	259,4	444,5	555,5	622,1	601,2	550,8	522
Apr	0,93	99,8	214,2	408,7	567,4	658,2	648,4	589,2	487,9	436
May	0,96	113,0	313,9	500,9	611,0	667,7	624,1	520,9	387,9	324
Jun	1,01	152,4	368,1	548,1	650,9	689,6	625,6	504,0	353,4	286
Jul	1,10	132,4	362,9	557,4	697,8	751,1	691,8	581,0	429,0	359
Aug	1,10	123,8	251,9	459,4	653,6	749,4	741,7	671,1	555,7	498
Sept	1,10	105,4	105,4	308,3	560,7	717,6	788,9	781,4	716,9	681
Oct	1,00	79,8	79,8	150,5	400,5	573,7	712,8	754,3	744,6	730
Nov	1,10	71,0	71,0	71,0	275,6	532,8	718,1	826,9	859,8	867
Dec	1,00	57,4	57,4	57,4	204,3	438,9	609,7	741,3	791,6	800

Figura 4.26-Fatores multiplicativos no HAP.

4.2.4. Simulação

O separador *Simulation* é o último a ser definido relativamente ao *Weather*. Aqui foi definido o ficheiro utilizado para simulação, o dia em que o ano se inicia e os feriados nacionais existentes. Para obter o ficheiro de simulação recorreu-se novamente à folha de cálculo CLIMAS-SCE 1_05. Após seleção do local exportou-se o ficheiro.

4.3. Definição e caracterização dos espaços

Um espaço é uma região do edifício composta por um ou mais elementos de fluxos de calor e servida por um ou mais terminais de distribuição de ar. Usualmente, um espaço representa uma divisão (sala) do edifício. No entanto, a definição de um espaço é flexível, sendo em algumas aplicações mais eficiente para um espaço representar um grupo de salas ou até mesmo um edifício inteiro.

Para definir um espaço no HAP, devem ser descritos todos os elementos que afetam o fluxo de calor, sendo introduzidas as seguintes informações:

- Dados de materiais de construção presentes no edifício, assim como a existência de janelas, paredes, coberturas, dispositivos de sombreamento e pavimentos;
- Presença de divisórias interiores entre regiões condicionadas e não condicionadas (*Partitions*);
- Dados de dimensão e disposição do edifício incluindo orientação de exposição e sombreamento exterior;
- Características de cargas internas determinadas por níveis e cargas horárias de ocupação, sistema de iluminação e equipamentos;
- Dados relativos ao equipamento de climatização, controlos e componentes a utilizar.

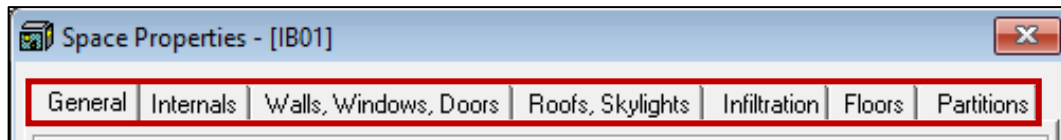


Figura 4.27-Menu Spaces no HAP.

Neste caso, as salas foram consideradas como divisórias (*partitions*) independentes dentro do edifício, implicando que:

- As salas não terão contacto direto com as paredes externas nem com a cobertura do edifício. Significando que existe um espaço ou isolamento adicional entre as paredes das salas e as paredes externas do edifício, evitando a transferência direta de calor, frio, ou humidade, sendo neste caso a sala IB19 (corredor de acesso);
- As salas estarão num ambiente climatizado onde a temperatura e a humidade relativa são mantidas constantes durante todo o ano.

Esta abordagem é comum em edifícios onde é exigido um alto controlo ambiental, como museus, laboratórios, ou arquivos, onde a preservação do conteúdo ou o conforto dos ocupantes é fundamental.

4.3.1. Envolvente

O edifício em estudo é constituído na sua envolvente por diversos materiais de construção, consoante a sua necessidade de proteção e isolamento.

A influência dos aspetos construtivos nas cargas térmicas de uma sala assenta no cálculo do coeficiente global de transmissão térmica U .

O coeficiente global de transmissão térmica U define a habilidade global de barreiras condutivas ou convectivas para transmitirem calor, caracterizando a quantidade de energia sob a forma de calor que atravessa uma parede através de 1°C de superfície, no período de um segundo, quando a diferença de temperatura entre o interior e o exterior é de 1°C .

Neste caso, tratando-se de salas interiores, serão apenas definidas as paredes interiores, o teto e o pavimento.

Para este projeto, onde há salas limpas, a definição das paredes segue as orientações do manual do LNEC - Coeficientes de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios [59].

No entanto, devido às exigências específicas de controlo ambiental em salas limpas, há uma modificação significativa na construção dessas paredes.

Como já mencionado, as salas limpas, classificadas de acordo com os requisitos de controlo de partículas e de contaminantes, precisam de materiais que facilitem a higienização e minimizem a acumulação de impurezas. Por isso, as paredes e tetos dessas salas são executadas em painéis de Poliisocianurato (PIR).

Este tipo de construção apresenta várias vantagens, como:

- Isolamento térmico eficaz, mantendo a temperatura controlada dentro da sala, essencial para processos sensíveis;
- Facilidade de limpeza, já que as superfícies são contínuas e não porosas, evitando a acumulação de partículas;
- Durabilidade e resistência a produtos de limpeza químicos e abrasivos;
- Prevenção de contaminação cruzada, garantindo o controlo rigoroso das condições ambientais.

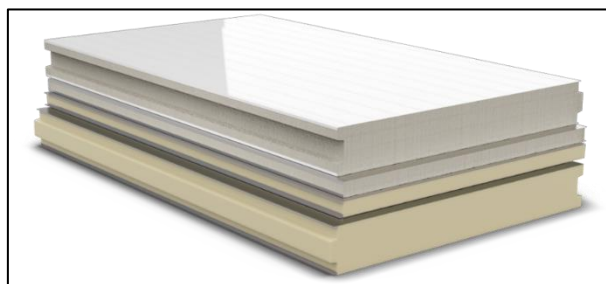


Figura 4.28-Painéis Poliisocianurato (PIR)[60].

Com isto, foram projetadas paredes com chapas de Poliisocianurato de 100 mm. A sua composição encontra-se na Tabela 4.13.

Tabela 4.13- Composição e coeficiente de transmissão térmicas das paredes interiores e teto.

Parede e teto de sala limpa				
Elemento de Camada	e (m)	λ (W/m.K)	R (m ² .K/W)	U (W/m ² .K)
Resistência Interior	-	-	0,130	0,379
Poliisocianurato (PIR)	0,100	0,042	2,381	
Resistência interior	-	-	0,130	

No HAP, não havendo contacto com o exterior, estas paredes e tetos aparecem mencionadas nas *partitions*, como apresentado na Figura 4.29.

General | Internals | Walls, Windows, Doors | Roofs, Skylights | Infiltration | Floors | Partitions

	Partition 1	Partition 2	
	<input type="radio"/> Ceiling Partition <input checked="" type="radio"/> Wall Partition	<input checked="" type="radio"/> Ceiling Partition <input type="radio"/> Wall Partition	
Area	64,4	92,6	m ²
U-Value	0,379	0,379	W/m ² /K
Unconditioned Space Max Temp.	27,0	27,0	°C
Ambient at Space Max Temp.	24,0	24,0	°C
Unconditioned Space Min Temp.	17,0	17,0	°C
Ambient at Space Min Temp.	20,0	20,0	°C

Figura 4.29- Introdução do coeficiente de transmissão térmica das paredes interiores e teto no HAP.

No pavimento, apesar de existirem recomendações sobre o pavimento em salas limpas, neste projeto não foram implementadas ações especiais, tendo sido considerados os materiais construtivos presentes na Tabela 4.14.

Por forma semelhante ao cálculo do coeficiente de transmissão térmico das paredes e tetos, estes valores foram retirados do manual do LNEC - Coeficientes de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios [59].

Tabela 4.14- Composição e coeficiente de transmissão térmicas do pavimento.

Pavimento				
Elemento de Camada	e (m)	λ (W/m.K)	R (m ² .K/W)	U (W/m ² .K)
Resistência Interior	-	-	0,100	1,471
Revestimento em Vinílico	0,010	0,25	0,040	
Camada de Regularização em Betão Celular	0,100	0,27	0,370	
Tela de Impermeabilização em Betume	0,005	0,17	0,029	
Laje em Betão Armado	0,350	2,50	0,140	
Resistência Exterior	-	-	-	

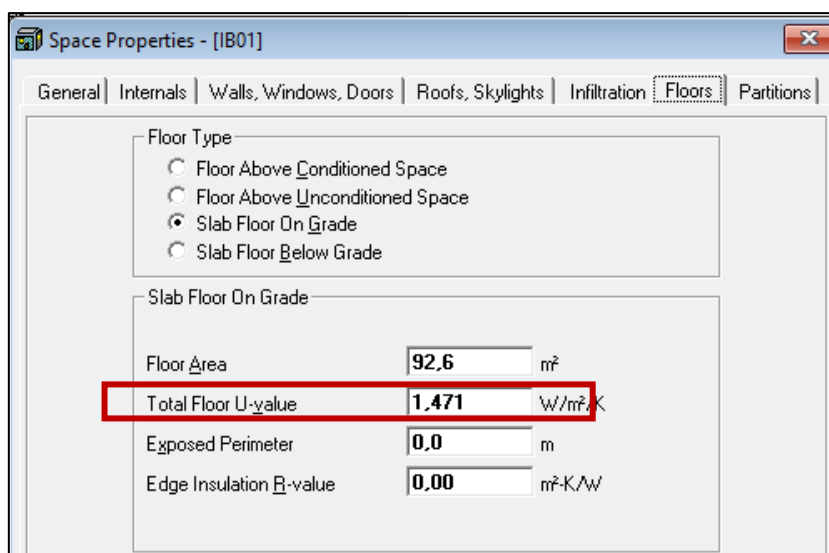


Figura 4.30-Introdução do coeficiente de transmissão térmico do pavimento no HAP.

4.3.2. Ocupação

A ocupação em salas limpas desempenha um papel crucial no seu estudo e dimensionamento, influenciando diversos aspetos, desde o controlo da contaminação até o dimensionamento dos sistemas de ventilação. As pessoas dentro da sala limpa são fontes potenciais de contaminantes, o que significa que o número de ocupantes impacta diretamente a quantidade de partículas e microrganismos que podem ser introduzidos no ambiente. Isso, por sua vez, pode comprometer a limpeza e a qualidade do ar, exigindo medidas de controlo mais rigorosas.

O número de ocupantes também afeta o dimensionamento dos sistemas de ventilação e filtração de ar, uma vez que é necessário garantir que o ar circule adequadamente para manter a qualidade desejada. Além disso, a ocupação influencia o *layout* e a organização do espaço, pois é essencial que o ambiente seja dimensionado para permitir uma circulação eficiente, evitando aglomerações que poderiam gerar turbulências no ar e espalhar contaminantes.

Para a determinação deste fator, foi implementado o pressuposto de que existiria uma ocupação de 35 m²/pessoa, significando que para cada pessoa presente, deve haver 35 m² de espaço disponível.

Com esta informação e relacionando com a área de cada sala, é apresentada a ocupação na unidade farmacêutica na Tabela 4.15

Tabela 4.15-Ocupação em cada sala.

Sala	Área (m ²)	Ocupantes
IB01	92,6	2
IB02	5,7	1
IB03	5,5	1
IB04	2,2	1
IB05	1,5	1
IB06	11,4	1
IB07	11,9	1
IB08	49,6	1
IB09	5,2	1
IB10	6,2	1
IB11	18,3	1
IB12	9,1	1
IB13	9,1	1
IB14	4,1	1
IB15	14,1	1
IB15a	1,2	1
IB16	52,3	1
IB17	13,3	1
IB19	173,2	4

4.3.3. Equipamentos

Os equipamentos são fundamentais no dimensionamento do sistema de climatização, pois influenciam diretamente a carga térmica e a qualidade do ar no ambiente. Equipamentos que geram calor aumentam a necessidade de ventilação para dissipar esse calor e manter uma temperatura adequada. Além disso, equipamentos que emitem contaminantes, como partículas ou gases, exigem que o sistema de ventilação seja capaz de filtrar e remover essas substâncias, garantindo um ar limpo e seguro.

O contributo dos equipamentos para as cargas internas do espaço depende:

- Da potência média dos equipamentos;
- Do fator de potência – fator que relaciona a potência média utilizada com a potência nominal do equipamento;

- Do fator de exaustão – fator que quantifica a percentagem de potência que é extraída do espaço sem lhe acrescentar carga térmica;
- Do fator de simultaneidade – fator que contabiliza o facto do equipamento não estar continuamente a funcionar.

Os equipamentos presentes assim como potências associadas, encontra-se na Tabela 4.16.

Tabela 4.16-Equipamentos em cada sala.

Sala	Potência do equipamento (W)	Fator de Potência	Fator de Exaustão	Fator de Simultaneidade	Carga interna (W)
IB16a	3 500	100%	100%	70%	2 450
IB01	30 000	100%	100%	80%	24 000
IB15	3 660	70%	100%	100%	2562
IB16	3 500	100%	100%	70%	2450
IB17	1 800	100%	100%	70%	1260

4.3.4. Iluminação

A iluminação tem um impacto direto no dimensionamento dos sistemas de climatização, pois as lâmpadas, especialmente as que geram calor, contribuem para a carga térmica do ambiente. O calor gerado pela iluminação precisa de ser considerado no cálculo do sistema de climatização para garantir que ele seja capaz de manter a temperatura desejada, sem sobrecarregar os sistemas de ventilação.

A informação retirada por parte do cliente relativa à iluminação das salas encontra-se nas unidades Lux, sendo necessário converter para unidades compatíveis com o programa HAP.

Com consulta, assumindo iluminação do tipo LED e introduzindo a área das superfícies das salas, retira-se o valor da potência da iluminação [61]. É dado o exemplo de cálculo para a sala IB01 na Figura 4.31.

Insira a iluminância em lux:
 lx

Selecione a fonte de luz:

Ou insira a eficácia luminosa em lúmens por watt:
 lm / W

Insira a área da superfície:
 ft²

Ou insira o raio esférico:
 ft

Resultado de energia em watts:
 W

Figura 4.31-Cálculo de potência da iluminação em W.

4.3.5. Horários

Os horários (*schedules*, no programa HAP) constituem uma parte importante do projeto pois é com base nestes horários que o *software* faz uma simulação das cargas térmicas presentes em cada espaço, ao longo do dia e de todo o ano. Neste projeto foi considerado que o empreendimento funciona em dois turnos rotativos de 16 horas no total (turnos de 8 horas: 08:00-16:00 e 16:00 às 24:00), estando a produção parada das 24:00 às 08.00 horas. Este horário é aplicado para as cargas impostas pela iluminação, equipamentos e ocupação.

A transposição para o HAP encontra-se na Figura 4.32.

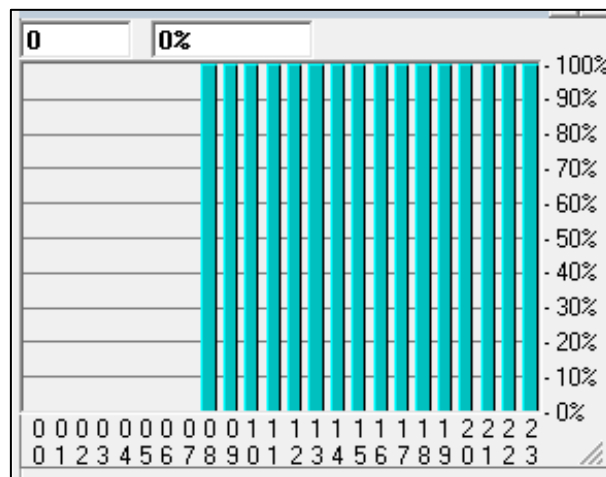
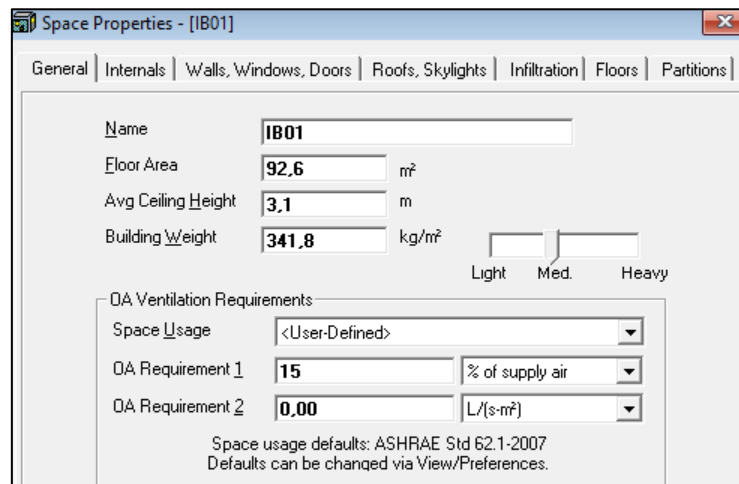


Figura 4.32-Horários.

4.3.6. Exemplo de aplicação no HAP

Para exemplificar o processo de preenchimento do separador *Spaces*, será considerada a sala IB01. Neste caso como se trata de uma estrutura dentro de um edifício, as salas foram consideradas como divisões (*partitions*) do próprio edifício.



The screenshot shows the 'Space Properties - [IB01]' dialog box with the 'General' tab selected. The fields are filled with the following values:

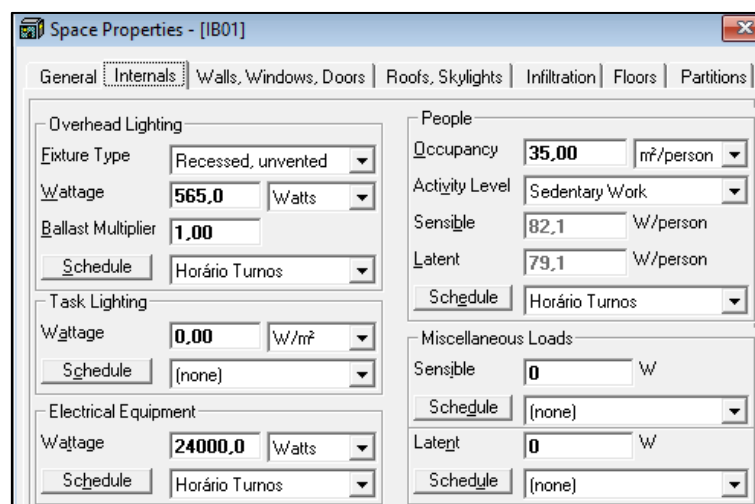
Field	Value	Unit
Name	IB01	
Floor Area	92,6	m ²
Avg Ceiling Height	3,1	m
Building Weight	341,8	kg/m ²

Below these fields, there are radio buttons for 'Light', 'Med.', and 'Heavy'. The 'OA Ventilation Requirements' section includes:

- Space Usage: <User-Defined>
- OA Requirement 1: 15 % of supply air
- OA Requirement 2: 0,00 L/(s·m²)

At the bottom, it states: 'Space usage defaults: ASHRAE Std 62.1-2007 Defaults can be changed via View/Preferences.'

Figura 4.33-Separador General IB01.



The screenshot shows the 'Space Properties - [IB01]' dialog box with the 'Internals' tab selected. The fields are filled with the following values:

Section	Field	Value	Unit
Overhead Lighting	Fixture Type	Recessed, unvented	
	Wattage	565,0	Watts
	Ballast Multiplier	1,00	
	Schedule	Horário Turnos	
Task Lighting	Wattage	0,00	W/m ²
	Schedule	(none)	
Electrical Equipment	Wattage	24000,0	Watts
	Schedule	Horário Turnos	
People	Occupancy	35,00	m ² /person
	Activity Level	Sedentary Work	
	Sensible	82,1	W/person
	Latent	79,1	W/person
Miscellaneous Loads	Sensible	0	W
	Latent	0	W
	Schedule	(none)	

Figura 4.34-Separador Internals IB01.

Passando ao separador “*Walls, Windows, Doors*” pretende-se definir as envolventes que contactam com o exterior. Tratando-se de salas interiores não são verificadas paredes, janelas, portas ou coberturas expostas ao ar exterior, como verificado na Figura 4.35 e Figura 4.36.

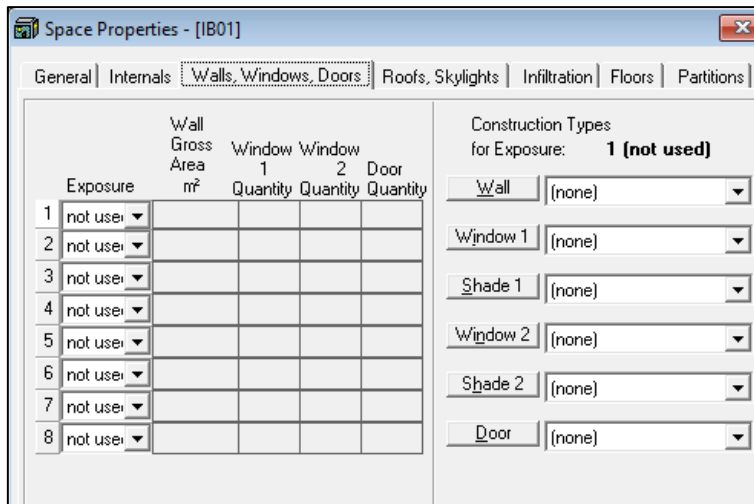


Figura 4.35-Separator Walls, windows, doors IB01.

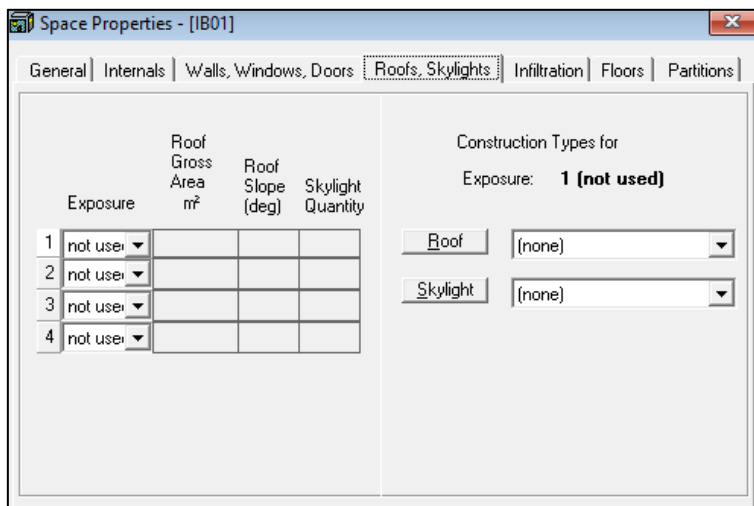


Figura 4.36-Separator Roofs, skylights IB01.

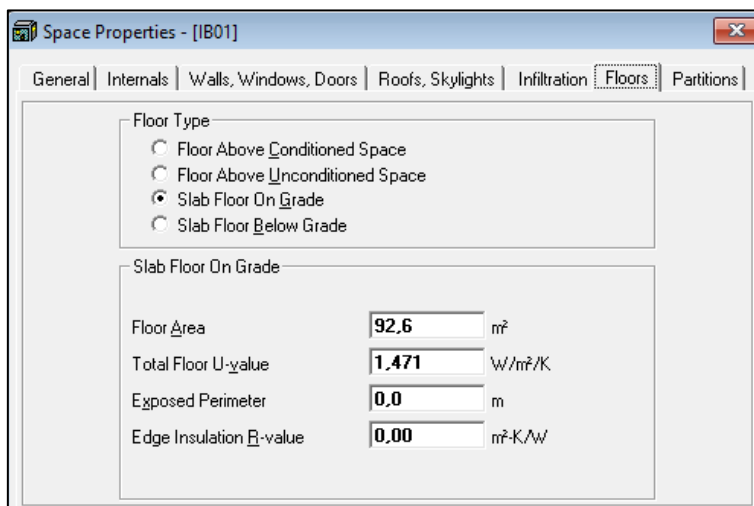


Figura 4.37-Separator Floors IB01.

Para finalizar é necessário definir as *Partitions*. Estas são divisões interiores que contactam com espaços não climatizados expostos ao exterior, uma vez que espaços não climatizados “interiores” acabam por receber ar de salas climatizadas.

Atendendo a este critério o perímetro das *partitions* da sala IB01 é dado como exemplificado na Figura 4.38. Adicionalmente foi considerado que a cobertura da sala, separaria um espaço climatizado (IB01) de um espaço não climatizado (piso 0 do edifício).

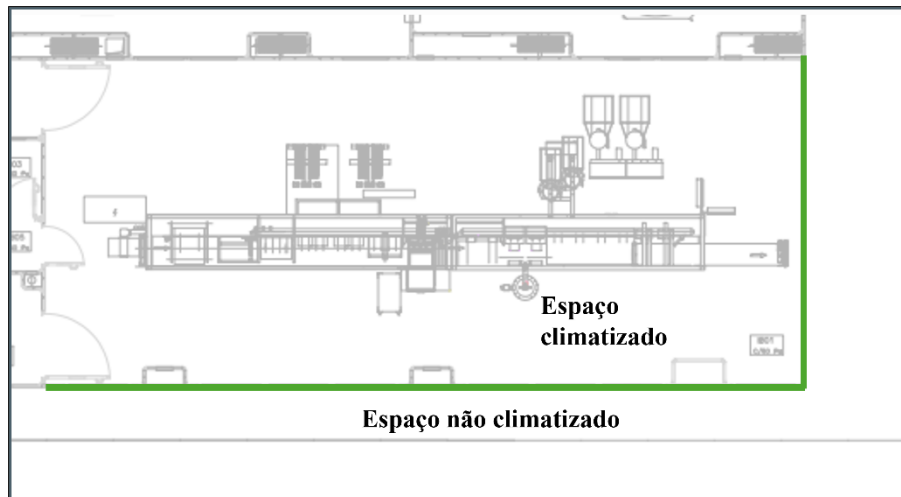


Figura 4.38-Partições sala IB01.

Avançando no separador é necessário definir 4 temperaturas:

- Temperatura máxima do espaço não climatizado – Foi considerada uma temperatura máxima que o espaço não condicionado alcançará de 27°C (3 °C acima dos climatizados);
- Temperatura ambiente máxima – 24 °C;
- Temperatura mínimo do espaço não climatizado – Foi considerada uma temperatura mínima que o espaço não condicionado alcançará de 17°C (3 °C abaixo dos climatizados);
- Temperatura ambiente mínima – 20 °C.

Com estes limites o *software* estima a temperatura do espaço não condicionado.

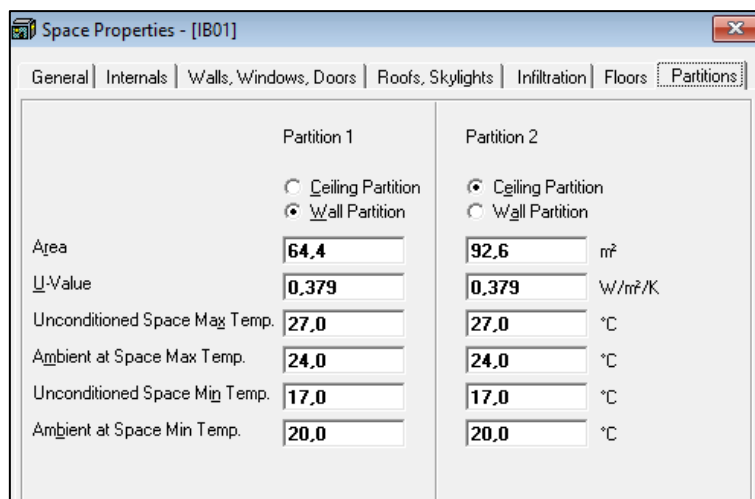


Figura 4.39-Separador partitions IB01.

4.4. Caracterização dos Sistemas e Centrais térmicas

Os sistemas são configurados no HAP para atender às necessidades específicas de cada zona do edifício. Os principais componentes e características que se podem definir incluem:

- Tipo de Sistema: O HAP permite a escolha entre diversos tipos de sistemas de AVAC, como sistemas de expansão direta (DX), sistemas a água, sistemas de aquecimento por caldeiras, unidades *rooftop*, entre outros;
- Unidades de Tratamento de Ar (UTA): É possível definir unidades de tratamento de ar com parâmetros como a taxa de ventilação, recirculação de ar, tipos de filtros, humedificação e desumidificação;
- Distribuição de Ar: O *software* permite a configuração do tipo de distribuição de ar (unidades de fluxo constante ou de fluxo variável), o que impacta diretamente o controlo de temperatura e eficiência energética;
- Controlo de Zonas: Cada zona (sala ou área específica) pode ter controlos de temperatura e ventilação independentes. Isto é importante em ambientes como salas limpas, onde há requisitos específicos de controlo ambiental.
- Condições de Operação: É possível definir as condições de temperatura, humidade e ventilação para cada zona, ajustando os parâmetros de acordo com o uso específico de cada área.

As centrais são responsáveis por gerar os fluidos de trabalho que serão distribuídos pelos sistemas de AVAC. No HAP, é possível configurar a planta térmica (central térmica) com os seguintes elementos principais:

- *Chillers* e Torres de arrefecimento: O HAP permite selecionar e dimensionar *chillers* que produzem água fria para o arrefecimento dos espaços. A eficiência dos *chillers* pode ser ajustada com base em dados de desempenho fornecidos pelos fabricantes;
- Caldeiras: Quando há necessidade de aquecimento, o *software* permite incluir caldeiras que geram água quente. O dimensionamento considera a eficiência da caldeira, bem como o tipo de combustível utilizado (gás natural, diesel, etc.);
- Bombas de Calor: Em alguns casos, podem ser utilizadas bombas de calor como geradoras de água quente e/ou fria, dependendo das necessidades do edifício.

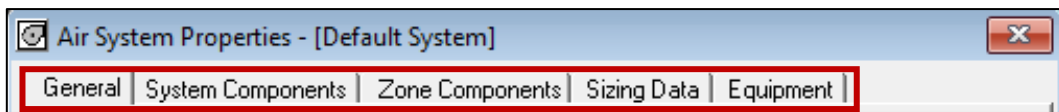


Figura 4.40-Menu Systems no HAP.

À semelhança do que foi feito nos espaços, será também necessário caracterizar os sistemas. Para este projeto, havendo salas que possuem elevadas cargas internas (maioritariamente devido à existência de equipamentos) foram considerados dois sistemas de climatização, para duas zonas. Neste caso foram consideradas duas unidades de tratamento de ar com 15% de Ar novo, isto é, não são unidades de tratamento de ar novo (100% ar novo), existe mistura do caudal de extração e caudal de ar novo (UTA+VE e UTA.GER+VE.GER). A disposição de salas consoante o sistema é apresentada na Tabela 4.17.

Tabela 4.17-Salas pertencentes a cada sistema.

Sistema	Sala	
UTA + VE	IB01	Zona 1
	IB15	
	IB16	
	IB17	
UTA.GER + VE.GER	IB02	Zona 2
	IB03	
	IB04	
	IB05	
	IB06	
	IB07	
	IB08	
	IB09	
	IB10	
	IB11	
	IB12	
	IB13	
	IB14	
IB15a		

Encontra-se representado por forma esquemática, na Figura 4.41, o tipo de sistema empregue nas salas.

A UTA insufla em todas as salas tendo apenas sido representada a IB01.

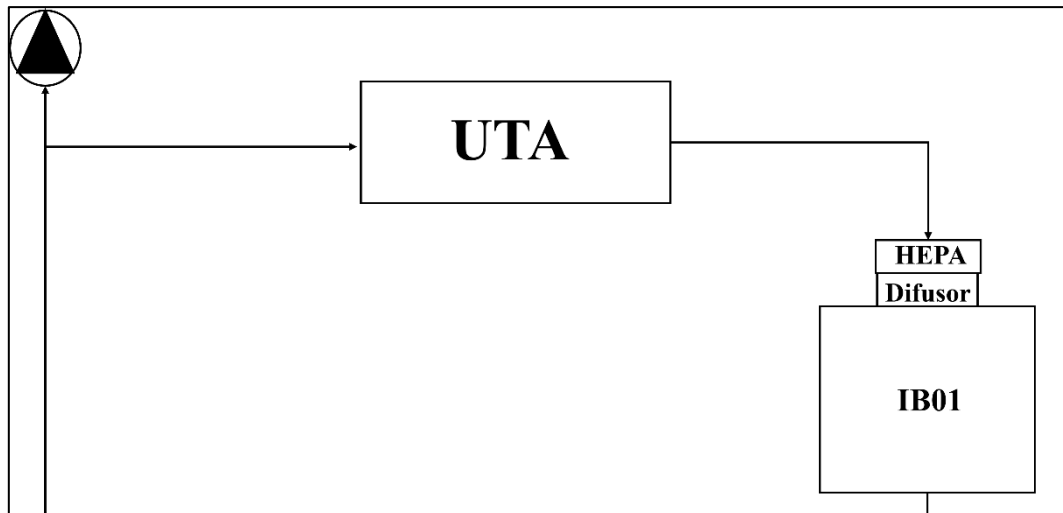


Figura 4.41-Representação esquemática do sistema UTA+VE .

Para ilustrar o procedimento de inserção de sistemas no *software* HAP, será dado o exemplo para o sistema UTA+VE, sendo o sistema UTA.GER+VE.GER realizado por forma semelhante.

Este sistema climatiza as salas com uma carga interna elevada, neste caso trata as salas IB01, IB15, IB16 e IB17. As salas encontram-se assinaladas a vermelho na Figura 4.42.

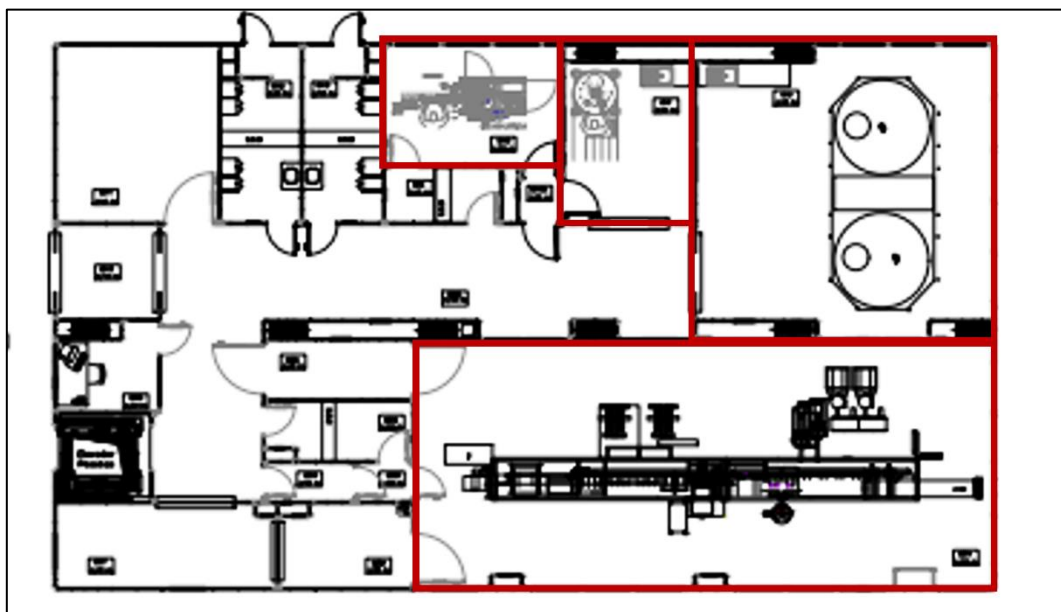


Figura 4.42-Salas climatizadas pelo sistema UTA+VE.

Apesar de se trabalhar com caudal de ar constante, CAV, foi efetuado o cálculo partindo da premissa que seria um sistema de caudal de ar variável, VAV. Com esta premissa é possível visualizar resultados de cada sala individualmente.

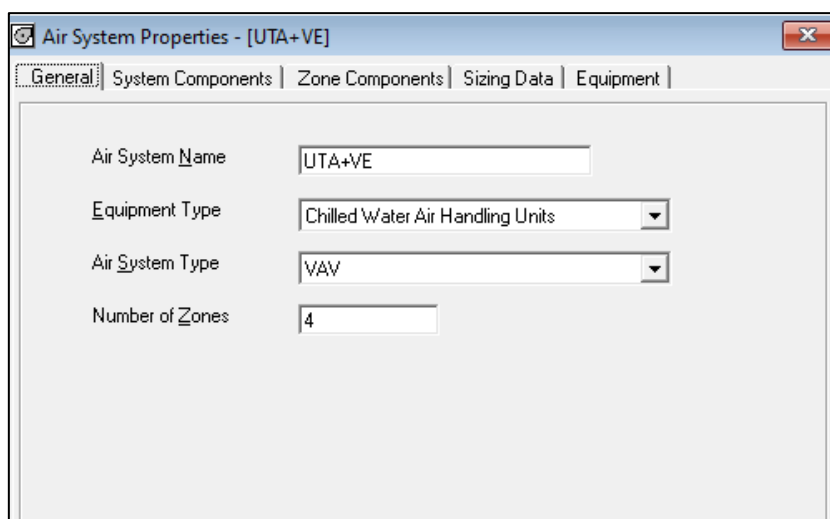


Figura 4.43-Sistema UTA+VE associado aos espaços.

Os elementos considerados para a UTA são: Bateria de arrefecimento, bateria de aquecimento, desumidificação, ventilador de insuflação, ventilador de extração e o sistema de condutas associado.

No contexto deste projeto, a unidade de tratamento de ar foi projetada sem a inclusão de recuperadores de calor, apesar da recomendação regulamentar. Esta decisão foi justificada com base nas características do sistema de ventilação. O sistema de ventilação deste projeto tem uma elevada taxa de recirculação de ar, o que significa que a maior parte do ar tratado está a ser reaproveitado dentro do ambiente.

O ar que já foi climatizado é mantido em circulação, reduzindo a necessidade de aquecer ou arrefecer grandes volumes de ar externo. Como a quantidade de ar novo que entra no sistema é relativamente pequena, a energia necessária para tratar esse ar é reduzida. Em situações em que o volume de ar novo é baixo, o benefício de utilizar um recuperador de calor (que aproveita a energia térmica do ar de exaustão para climatizar o ar novo) é minimizado, já que o impacto energético desse tratamento é pequeno.

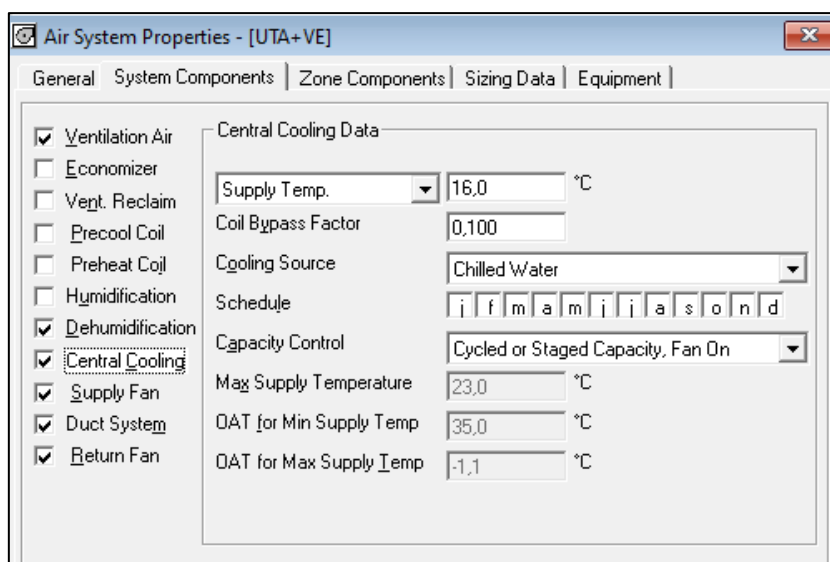


Figura 4.44- Caracterização da bateria de arrefecimento do sistema UTA+VE no HAP.

Para o separador *Supply Fan* é necessário calcular as perdas de carga nos componentes de acordo com a norma EN 13779 [56], apresentadas na Figura 4.45.

Component	Pressure losses in Pa		
	Low	Normal	High
Ductwork supply	200	300	600
Ductwork exhaust	100	200	300
Heating coil	40	80	100
Cooling coil	100	140	200
Heat recovery unit H3 ^a	100	150	250
Heat recovery unit H2-H1 ^{a)}	200	300	400
Humidifier	50	100	150
Air washer	100	200	300
Air filter F5-F7 per section ^b	100	150	250
Air filter F8-F9 per section ^b	150	250	400
HEPA Filter	400	500	700
Gas Filter	100	150	250
Silencer	30	50	80
Terminal device	30	50	100
Air inlet and outlet	20	50	70

^a Class H1 – H3 according to EN 13053.
^b Final pressure drop before replacement.

Figura 4.45- Perdas de cargas nos diversos componentes numa UTA de acordo com EN 13779 [56].

Contabilizando o efeito da perda de carga em todos os componentes obtém-se um total de 1620 Pa, como verificado na Figura 4.46.

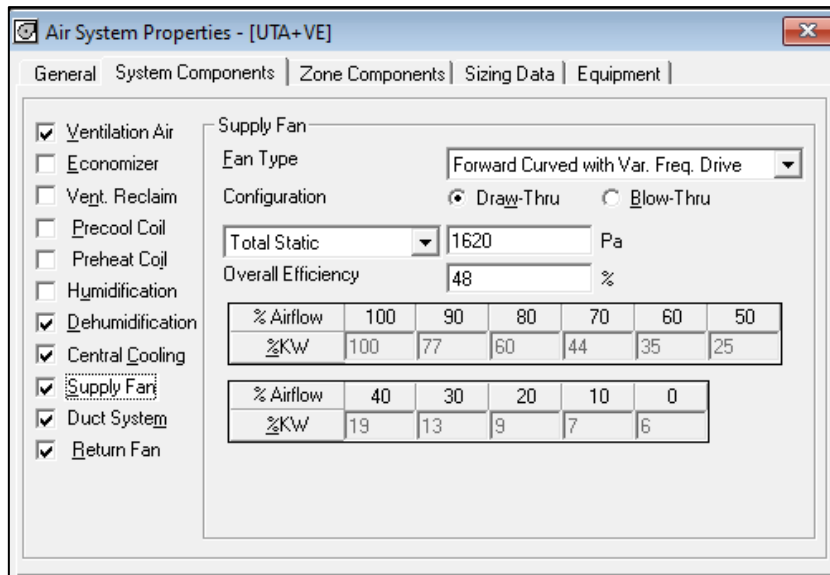


Figura 4.46- Caracterização do ventilador de insuflação do sistema UTA + VE no HAP.

O mesmo se aplica ao ventilador de extração, contabilizando uma perda de carga de 250 Pa.

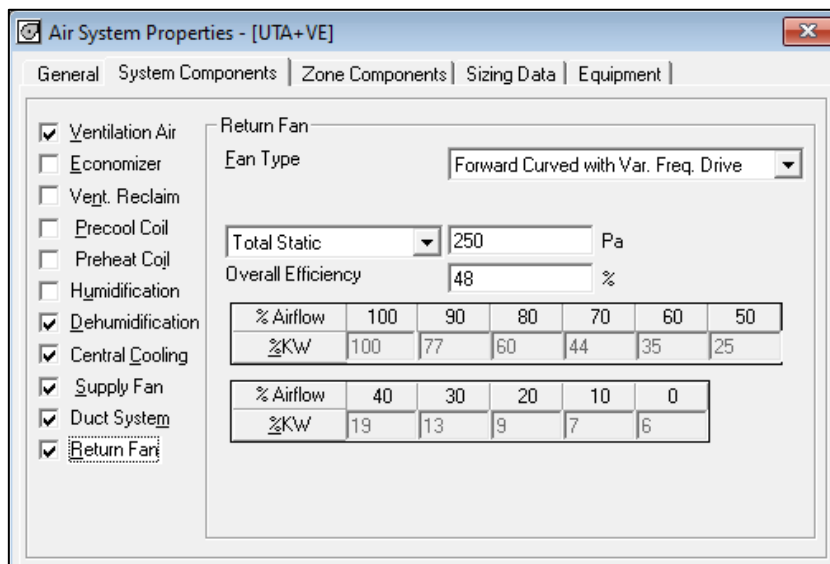


Figura 4.47- Caracterização do ventilador de extração do sistema UTA+VE no HAP.

No separador *Zone componentes*, foram definidas 4 zonas individuais, visto cada sala possuir diferentes condições de ventilação.

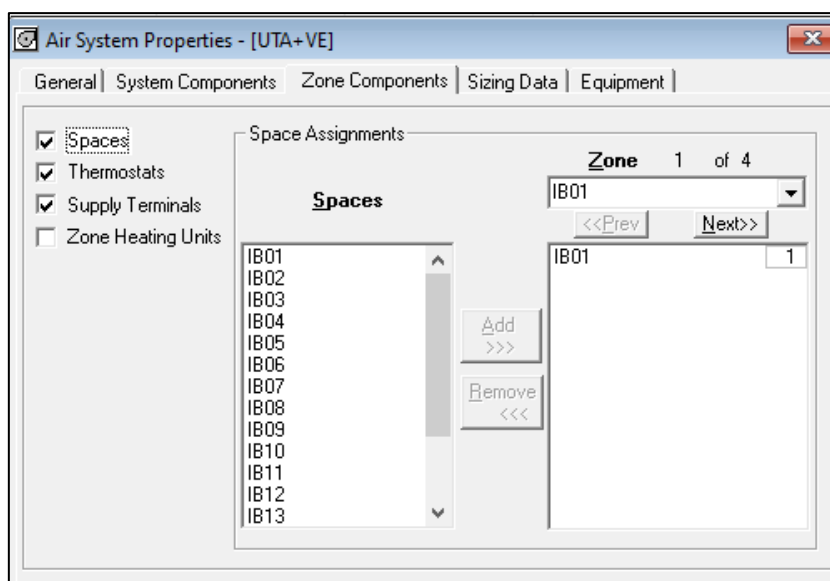


Figura 4.48-Atribuições de zonas do sistema UTA+VE no HAP.

Nem todas as salas exigem controlo de temperatura e humidade, no entanto o *set-point* da UTA será afinado de acordo com as exigências das salas que exigem controlo.

De acordo com as temperaturas exigidas (Excel em anexo) a temperatura das salas deve-se encontrar abaixo entre os 20°C e os 24°C, desta forma o *set-point* superior foi definido para 23°C, com uma *Throttling Range* de 1°C. O *set-point* inferior foi definido para 21°C. A Figura 4.49 ilustra a variação das temperaturas com este *set-point*

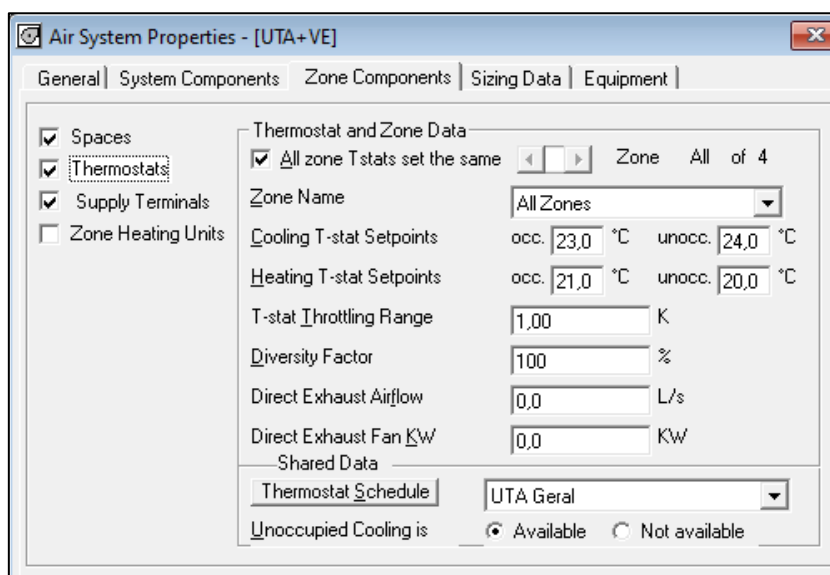


Figura 4.49-Characterização dos termostatos do sistema UTA+VE no HAP.

Contrariamente ao horário imposto para a iluminação, equipamentos e ocupação, o horário do sistema será considerado de 100%, isto é, o sistema encontra-se a trabalhar todo o tempo, evitando que ocorra formação de partículas e bactérias, mantendo a sala sempre limpa, mesmo não havendo atividade. O horário definido encontra-se na Figura 4.50.

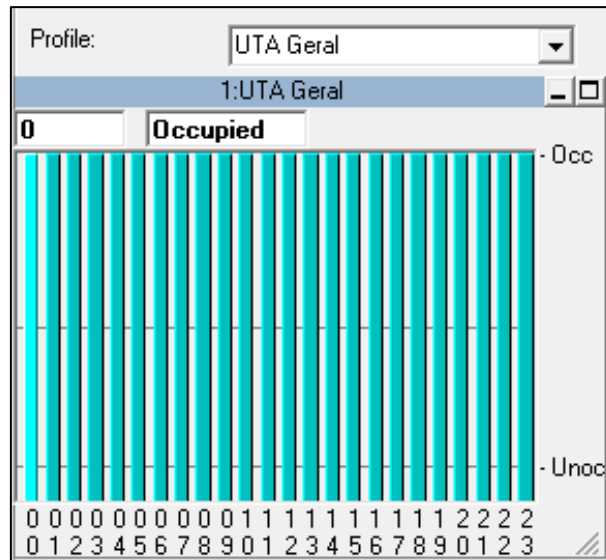


Figura 4.50-Horário definido para o sistema no HAP.

As zonas terminais foram definidas para todas as zonas, de acordo com as condições de ventilação requeridas. Neste projeto foram considerados como elementos terminais, difusores com filtros absolutos.

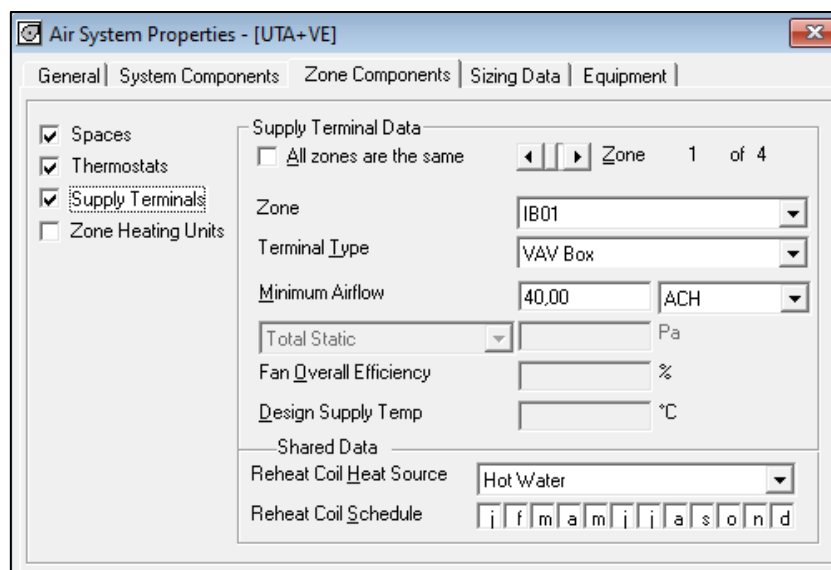


Figura 4.51-Characterização dos elementos terminais no HAP.

A definição das centrais térmicas resume-se a criar dois perfis:

- Carga de Aquecimento, que será servida por uma *Generic Hot Water Plant*;
- Carga de Arrefecimento, que será servida por uma *Generic Chilled Water Plant*.

Após a definição destes dois parâmetros resta adicionar os equipamentos servidos como demonstrado na Figura 4.52 e Figura 4.53.

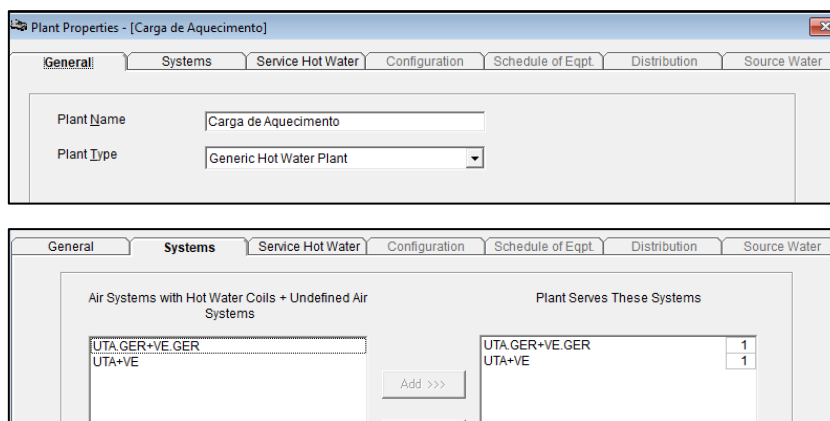


Figura 4.52-Definição da central que fornece água quente.

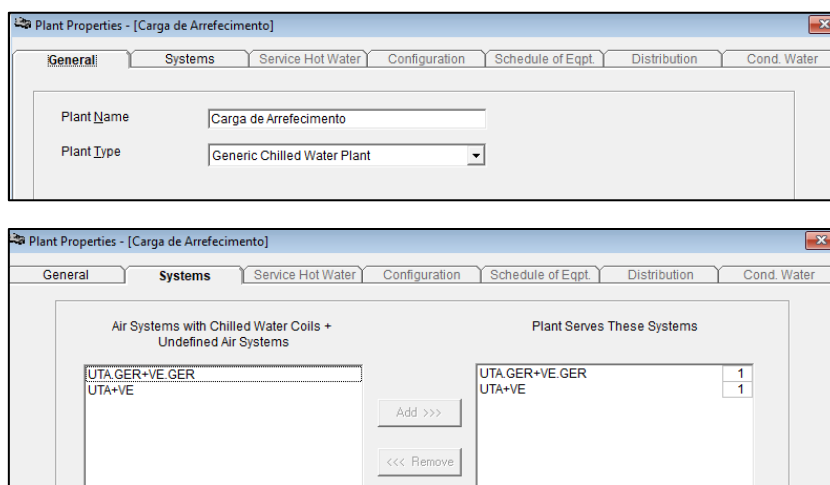


Figura 4.53-Definição da central que fornece água fria.

Com isto, o software encontra-se totalmente configurado e pronto a gerar os relatórios associados ao projeto.

4.5. Dimensionamento das condutas aeráulicas

Para o dimensionamento de condutas aeráulicas, é fundamental seguir certas regras para garantir eficiência e funcionalidade. As condutas devem ser o mais curtas possível para economizar espaço e material, e curvas e derivações com ângulos muito apertados devem ser evitadas para minimizar perdas de pressão e turbulência. A dimensão das condutas influencia diretamente a velocidade do ar, e é essencial dimensioná-las por forma a respeitar os limites de velocidade, reduzindo ruído e vibração.

Os métodos mais comuns para o dimensionamento correto das condutas são o método da redução de velocidade e o método da perda de carga constante.

O método da redução de velocidade é preferido para redes de insuflação, pois é fácil de implementar e reduz as perdas de pressão total. Já o método da perda de carga constante é

mais utilizado em redes de exaustão e retorno. Embora resulte numa maior perda de pressão total, permite a utilização de condutas de menor dimensão e área, otimizando o espaço e os materiais usados [62].

O dimensionamento da rede aerúlica pode ser realizado por forma manual através da utilização de ábacos para o efeito. No entanto, neste projeto o dimensionamento das condutas foi realizado com recurso à folha de cálculo “Cálculo de Condutas” proveniente da *The Engineering Toolbox*, que reúne os mesmos elementos visuais dos ábacos, transformando-os em fórmulas matemáticas. Com isto permite que o dimensionamento seja feito com mínimo erro. Para isso é necessário definir os troços a dimensionar, tal informação encontra-se nos apêndices.

A folha de cálculo utilizada permite implementar o método de redução de velocidades (insuflação) e de perda de carga constante (extração). Na insuflação pretende-se que a velocidade vá sendo gradualmente reduzida com o avanço da conduta principal, na extração é pretendido manter a perda de carga idêntica em todos os troços. O facto de se trabalhar com diâmetros normalizados não permite uma distinção clara entre os métodos dado que por vezes só existe um diâmetro normalizado que permite cumprir os intervalos de velocidade pretendidos:

- 4 a 7 m/s para a conduta principal;
- 3 a 5 m/s para as condutas intermédias;
- 1 a 3 m/s para as condutas terminais.

4.6. Acidentes geométricos

Para um correto dimensionamento de condutas de ventilação é necessário explorar todo o tipo de componentes que fazem parte de uma rede aerúlica. Estes componentes podem ser acidentes geométricos para alteração do percurso linear da conduta, grelhas e difusores para insuflação e/ou extração de ar, ventiladores, entre outros [62].

4.6.1. Curvas

Uma curva inserida numa secção de conduta, induz uma perda de carga muito maior do que a mesma secção de conduta sem a curva. Nas redes aerúlicas podem-se encontrar curvas de 90°, 45°, 30°, em secções circulares ou retangulares. A maior perda de carga é devida à mudança de direcção do fluxo do fluido. Ocorre a separação do fluxo com as paredes e forma-se um fluxo secundário, que cria rotação ao fluido, decorrente do aumento da aceleração centrípeta [62].

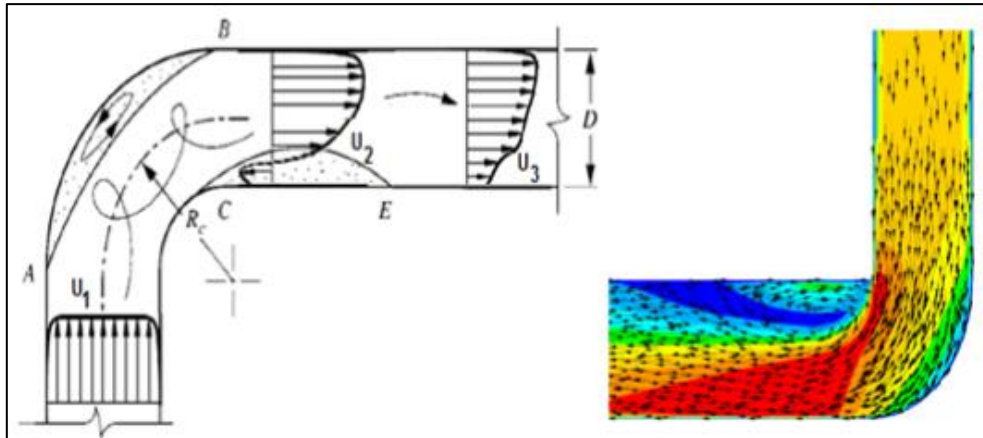


Figura 4.54-Mudança de direção do escoamento numa curva [62].

A maior influência em termos de perdas de carga é devido ao raio de curvatura ao centro da conduta. Quanto maior o raio, menor será a perda de carga, contudo esta vantagem traduz-se em alguns inconvenientes, como a maior quantidade de material para fabrico da conduta, preço de fabrico mais elevado e também se torna necessário mais espaço para a sua alocação no espaço pretendido e confinado. As curvas das condutas retangulares são propícias a maiores perdas de carga, pois as paredes são conectadas entre si perpendicularmente, criando vórtices de maior intensidade [62].

4.6.2. Derivações

Nas redes aerúlicas é muitas vezes necessário recorrer a derivações para direcionar o ar para vários compartimentos ou para extraí-lo de vários locais através de uma conduta comum. Assim, existem dois tipos de derivações de acordo com o sentido do fluxo: convergentes (mistura do fluido) e divergentes (separação do fluido).

Um ramo de conduta que combina ou diverge com a conduta principal num ângulo de 90° , é designado por “Tê” (Tee). Contudo, se este ângulo variar entre os 15° e 75° é chamado de “forquilha” (wye). Ambos podem apresentar uma secção circular, oval ou retangular [62].

O valor do coeficiente de perda de carga depende da geometria dos ramos principais e secundário, do rácio de caudal entre a entrada e saída do fluido e do regime do fluxo. Durante o escoamento, quer a separação quer a junção do fluido cria instabilidades no fluxo, tornando-o mais turbulento entre os fluxos e junto das paredes internas, quer à entrada quer à saída do ramo secundário. A maior perda de carga devido a maiores instabilidades do fluxo ocorre em derivações divergentes [62].

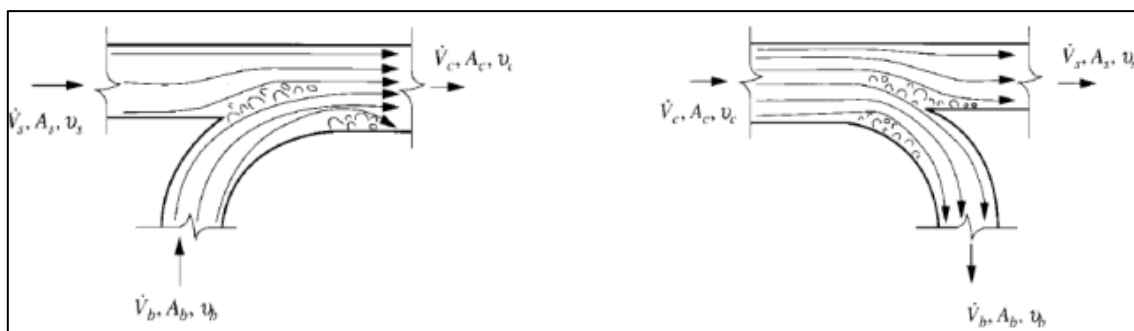


Figura 4.55-Derivação convergente e divergente[62].

4.6.3. Transições- Reduções e Alargamentos

Sempre que um fluido atravessa um acidente geométrico de redução ou aumento do diâmetro da conduta, ocorre a separação das linhas de escoamento formando-se zonas de *Eddy* (áreas de fluxo de ar turbulento que se formam em torno de obstruções, curvas ou mudanças bruscas na geometria da conduta) e elevada turbulência [62].

Na Figura 4.56, do lado esquerdo, o escoamento é num alargamento súbito, em que ocorre a formação de duas zonas de *Eddy* depois da ampliação. Quando o fluido atravessa o acidente geométrico, a pressão total começa a diminuir, mas a pressão estática aumenta, pois, a velocidade vai diminuindo, devido à diminuição da área de secção. Quando o escoamento voltar a ficar plenamente desenvolvido as pressões mantêm-se uniforme, exceto devido às perdas distribuídas.

Do lado direito da mesma figura, o escoamento dá-se numa contração súbita, mas desta vez são formadas zonas de *Eddy* antes e depois do acidente geométrico.

Sendo assim, a pressão total começa a decrescer já antes da contração, e como o diâmetro da conduta diminui a velocidade aumenta, logo a pressão estática também diminui, exceto a pressão dinâmica.[62]

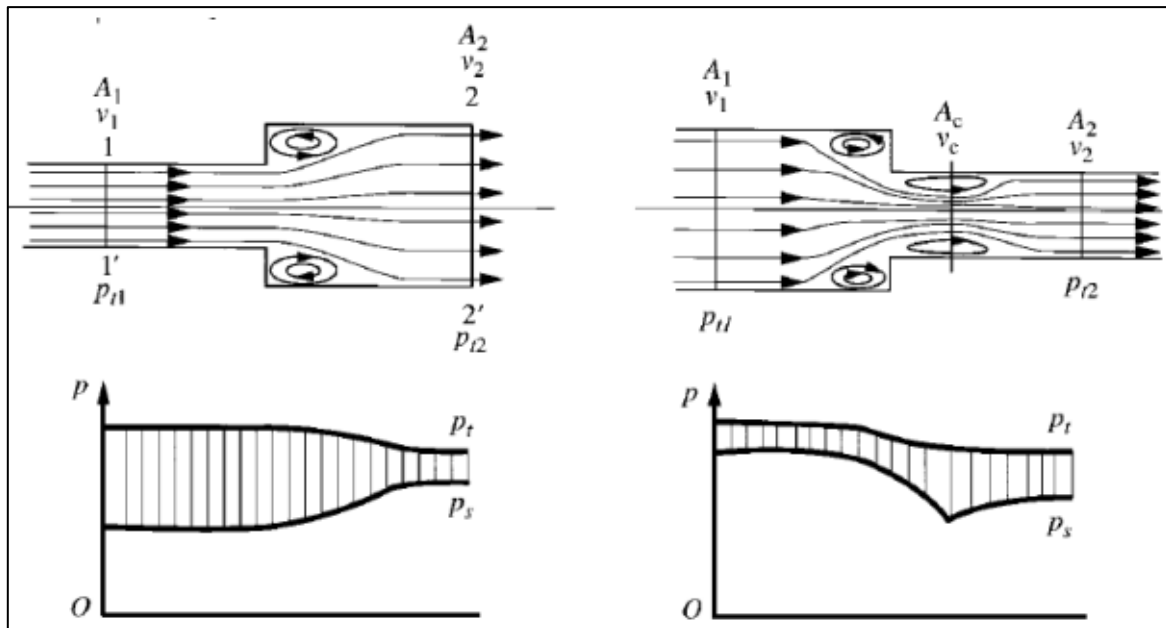


Figura 4.56-Escoamento em alargamentos e reduções[62].

4.7. Sistema de controlo

Um sistema de controlo em AVAC refere-se ao conjunto de sensores, controladores e atuadores que monitorizam e ajustam os parâmetros de funcionamento do sistema para manter condições internas confortáveis, como temperatura, humidade e qualidade do ar, de acordo com as necessidades dos ocupantes e os requisitos do edifício. Esses sistemas permitem que os equipamentos de AVAC funcionem de maneira eficiente e equilibrada, proporcionando um ambiente interno confortável enquanto minimizam o consumo de energia e custos operacionais.

Para este projeto é requerido que o sistema de controlo permita:

UTA

- Comando horário ou por ordem direta do utilizador;
- Controlo de temperatura ambiente e humidade ambiente (quando existente);
- Monitorização de todos os sinais correspondentes ao equipamento;
- Emissão de alarmes sempre que se verificarem situações de mau funcionamento (filtros colmatados, disparos de térmico, etc).

Ventilador

- Comando horário ou por ordem direta do utilizador;
- Monitorização de todos os sinais correspondentes ao equipamento;
- Emissão de alarmes sempre que se verificarem situações de mau funcionamento;

- Informação de comando pela CDI para os ventiladores de extração.

4.7.1. Componentes de controlo

Controlador

Os controladores dos sistemas de unidades de tratamento de ar são dispositivos responsáveis por monitorizar e gerir o funcionamento de diversos componentes de uma UTA, assegurando que os parâmetros ambientais, como temperatura, humidade, pressão e fluxo de ar, são mantidos de acordo com as necessidades do edifício ou do processo. Estão muitas das vezes conectados a um sistema de Gestão Técnica Centralizada, que permite a monitorização e o controlo remoto de todas as UTAs de um edifício ou instalação.

Este controlador comunica com outros dispositivos, como sensores e atuadores através de protocolos de comunicação que facilitam a integração entre diferentes equipamentos e fabricantes.

Pressostatos diferenciais

Os pressostatos serão utilizados para monitorizar a colmatação dos filtros e o estado de funcionamento dos ventiladores [5]. Estes dispositivos permitem detetar a diferença de pressão antes e depois dos filtros, indicando quando estão obstruídos e necessitam de substituição ou manutenção. Da mesma forma, ao monitorizar a pressão nos ventiladores, os pressostatos podem identificar falhas ou alterações no seu desempenho, garantindo que o sistema de ventilação opere por forma eficiente e dentro dos parâmetros projetados.

Sensores de temperatura e humidade conduta

Os sensores de temperatura e humidade de conduta são dispositivos instalados nas condutas de ar para monitorizar e controlar as condições do ar que está a ser distribuído pelo edifício. Eles medem, em tempo real, a temperatura e a humidade relativa do ar que circula nas condutas, assegurando que os parâmetros definidos no projeto são mantidos.

As seleções destes componentes estão inseridas na seleção das unidades de tratamento de ar.

4.7.2. Projeto de processo e instrumentação

Em todo o tipo de processos, existem passos e funções que precisam de ser medidas e controladas para permitir uma boa produção e qualidade dos produtos. A instrumentação é utilizada para monitorar e controlar cada etapa do processo. A fim de desenvolver e permitir o entendimento das funções de processo, é fundamental saber:

- Que dispositivos/instrumentos de medição estão instalados,
- Onde estão instalados,

- Qual a funcionalidade.

Todas estas representações, encontram-se no chamado de Fluxograma de Engenharia, também conhecido como diagrama P&ID (*Piping and Instrumentation* ou *Process and Instrumentation Diagrams*). Na construção de um P&ID são utilizadas normas amplamente adotadas a nível mundial, tais como a ANSI/ISA-5.1-2022.

Estas normas foram desenvolvidas, com objetivo de simplificar e globalizar o entendimento dos documentos utilizados para representar as configurações utilizadas para representar as configurações das malhas de instrumentação.

Variável Identificação Funcional	Função Letras Subsequentes	Área da Atividade	Nº do Instrumento	Sufixo
Identificação do Instrumento				

Figura 4.57-Identificação da instrumentação.

Os instrumentos são identificados consoante apresentado na Figura 4.57. A identificação funcional do instrumento ou seu equivalente funcional consiste de letras, atendendo a:

- A primeira letra é a variável do processo medida ou de inicialização, podendo ter um modificador opcional. Por exemplo, PT é o transmissor de pressão e PDT é o transmissor de pressão diferencial;
- As letras subsequentes identificam as funções do instrumento ou ainda fazem o papel de letras modificadoras. Por exemplo, um TE tem a sua primeira letra a identificar a variável temperatura e a segunda letra E, chamada de subsequente, no caso de um elemento primário que pode ser um sensor de temperatura, seja PT-100 ou termopar, ou outro princípio de medição de temperatura.

Code letter	Group 1: Measurements or other input parameter		Group 2: handling of sequence numbering: I, R, C
	First code letter	Complement code letter	
A			Alarm
B			
C	Conductivity / PH		Automatic control
D	density	Diference	
E	Electrical parameter		Reader function
F	Flow	proportion	
G	Distance, length, Position, strain, amplitude		
H	Manual input		High limit
I			indication
J		Parameter request	
K	Time		Free choice
L	Stand, level		Low limit
M	Moisture		Free choice
N	Free choice		
O	Free choice		Yes/no indication
P	Pressure		
Q	Material property, quality parameter Analysis (except D, M, V)	Integral sum	
R			Recording - Trending
S	Speed, rotation speed, frequency		Switch, process control, logic control
T	Temperature		transducer
U	Combined parameters		Combined engine functions
V			
W	Weight, bulk		
Y			Function calculation
Z			Emergency, security by trigger, safety equipment, security events

Figura 4.58-Código para identificação de instrumentação.

5. Solução e resultados

A solução de AVAC proposta para a unidade farmacêutica contempla a utilização de duas Unidades de Tratamento de Ar (UTAs) instaladas na zona técnica do edifício (Piso 1), servindo duas zonas distintas:

- Zona 1: UTA+VE
- Zona 2: UTA.GER+VE.GER

As UTAs efetuarão a insuflação e o retorno do ar através de uma rede de condutas que se desenvolve ao longo da cobertura, piso 1, piso 0 e do piso -1 (Salas a climatizar). A extração terá um ventilador dedicado e independente da UTA, localizado na cobertura.

O ar será insuflado através de difusores de chapa perfurada instalados no teto de cada sala, próprios para unidades farmacêuticas, possuindo um filtro terminal absoluto H14. Este filtro irá garantir que o ar fornecido apresenta qualidade suficiente para os espaços a climatizar.

A extração é localizada a nível baixo por grelhas de extração com registro localizadas na parede, neste caso a 150 mm do chão. A localização das grelhas de extração ao nível baixo deve-se à captação nos locais mais desfavoráveis da instalação.

A regulação e controlo dos caudais de ar para os diversos espaços será efetuada através de registos do tipo VAC tanto na insuflação como no retorno, garantindo um volume fixo de ar fornecido para o espaço em todos os momentos. A utilização deste tipo de registos contribui para a estabilidade do sistema de ventilação e asseguram que as condições de ar no espaço sejam mantidas de maneira contínua, sem flutuações significativas no fluxo de ar.

A UTA, o ventilador e os equipamentos de campo, como sensores de pressão diferencial, temperatura e humidade, serão monitorizados e controlados pela GTC, garantindo assim que as exigências de cada espaço sejam atendidas por forma precisa. Este sistema permitirá o acompanhamento em tempo real do funcionamento de todos os componentes críticos, como o controlo do fluxo de ar, a regulação da temperatura e da humidade, bem como a gestão das diferenças de pressão entre os ambientes, fundamentais em espaços com requisitos específicos, como laboratórios ou áreas classificadas. Este sistema permitirá a deteção de anomalias, facilitando a manutenção preventiva e corretiva.

A GTC será implementada num computador localizado no posto de controlo, oferecendo aos operadores uma interface centralizada e de fácil acesso para a monitorização e ajustes necessários. Desta forma, será possível otimizar a eficiência do sistema, garantindo conforto, segurança e o cumprimento das normas de qualidade do ar.

5.1. Condições de projeto

As condições de projeto são os parâmetros definidos para garantir o conforto térmico, a qualidade do ar e a eficiência energética do ambiente. O planejamento adequado das condições de projeto é fundamental para dimensionar corretamente os equipamentos, as redes de distribuição de ar, os sistemas de controlo e automação, e outros componentes que compõem o sistema de AVAC.

Condições Exteriores

Tabela 5.1-Condições exteriores.

Temperatura de Projeto Verão (°C)	Bolbo seco	29,3
	Bolbo húmido	19,6
Temperatura de Projeto Inverno (°C)	Bolbo seco	-0,3
	Bolbo húmido	-0,6

Condições interiores

Tabela 5.2-Condições interiores.

Temperatura (°C)	22 ± 2
Humidade (%)	45 - 65

Requisitos de ventilação

Tabela 5.3-Requisitos de ventilação.

Sala	Caudal insuflação (l/s)	Caudal extração (l/s)
IB01	3190	3030
IB02	130	130
IB03	125	125
IB04	50	50
IB05	50	0
IB06	260	260
IB07	275	275
IB08	1135	1370
IB09	120	170
IB10	120	130
IB11	420	370
IB12	175	165
IB13	175	165
IB14	95	95
IB15	325	215
IB15A	15	75
IB16	1200	1150
IB17	305	220

Sistema UTA+VE

Tabela 5.4- Características sistema UTA+VE.

	Insuflação	Extração / VE
Localização	Interior	Exterior
Caudal Ar novo (l/s)	753	-
Caudal insuflação (l)	5020	-
Caudal retorno (l)	4267	
Caudal extração (l/s)	-	348
Potência Bateria frio (kW)	59,4	-
Potência Bateria quente (kW)	32,9	-
Pré-Filtração	G4	
Filtração Insuflação	F9	
Filtração extração	-	-
Controlo integrado	Sim	Sim

A fim de seleção do equipamento foi considerado um acréscimo de 15% nas potências das baterias.

Sistema UTA.GER+VE.GER

Tabela 5.5- Características sistema UTA.GER+VE.GER.

	Insuflação	Extração / VE
Localização	Interior	Exterior
Caudal Ar novo (l/s)	472	-
Caudal insuflação (l)	3145	-
Caudal retorno (l)	2673	
Caudal extração (l/s)	-	707
Potência Bateria frio (kW)	14	-
Potência Bateria quente (kW)	33,6	-
Pré-Filtração	G4	
Filtração Insuflação	F9	
Filtração extração	-	-
Controlo integrado	Sim	Sim

A fim de seleção do equipamento foi considerado um acréscimo de 15% nas potências das baterias.

5.2. Seleção de equipamentos

5.2.1. Unidades de Tratamento de ar

As UTAs serão dimensionadas e selecionadas de acordo com os resultados originados pelo HAP. Foram selecionadas UTAs da marca EVAC. As seleções serão apresentadas no anexo 2.

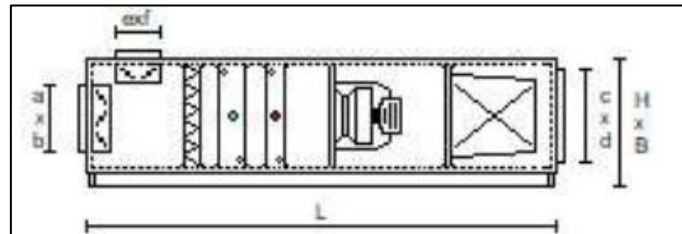


Figura 5.1-Unidade de tratamento de ar.

5.2.2. Ventiladores de Extração

As caixas de ventilação serão dimensionadas e selecionadas de acordo com os resultados originados pelo HAP. Foram selecionadas caixas de ventilação da marca EVAC. As seleções serão apresentadas no anexo 3.

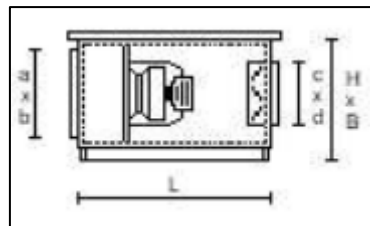


Figura 5.2-Ventilador de extração.

5.2.3. Difusores de insuflação e Grelhas de retorno

A seleção dos difusores é efetuada de acordo com as necessidades de cada espaço. Foram selecionados os modelos *Clean Box 3* de difusores da marca *France Air*. As seleções serão apresentadas no anexo 4.

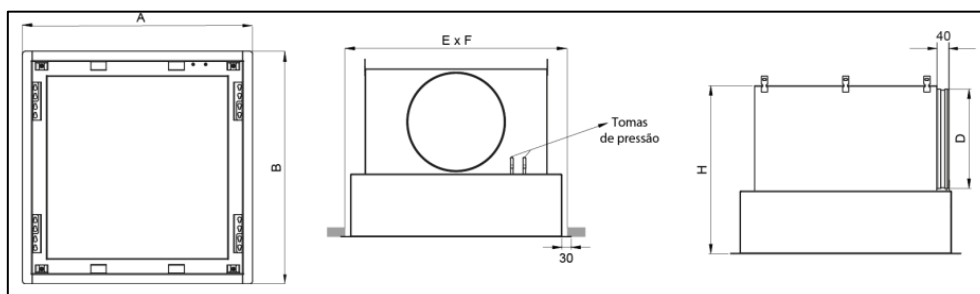


Figura 5.3-Difusor de insuflação [63].

A seleção das grelhas de retorno é efetuada de acordo com as necessidades de cada espaço. Foram selecionados os modelos de grelhas GFF SP da marca *France Air*. As seleções serão apresentadas no anexo 7.

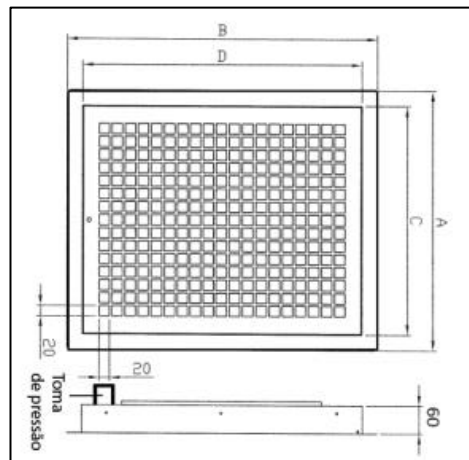


Figura 5.4-Grelha de retorno [64].

5.2.4. Conduitas e isolamento

Foram selecionadas condutas do tipo circular, visto este tipo de conduta apresentar melhor eficiência de fluxo, menor custo de material e facilidades na instalação.

Foram selecionadas condutas circular com sistema *SPIRO Systems* da marca Sandometal.

Vantagens do sistema *SPIRO system* [65]:

- Fácil e rápida instalação;
- O vedante é fixo em fábrica, não existindo assim o risco de fugas;
- Ajustável, não existindo assim o risco de fugas;
- Amigo do ambiente: o vedante é isento de solventes;
- Pode ser instalado com todo o tipo de tempo;
- Resiste a temperaturas entre os -30° e os $+100^{\circ}$ C;
- Pressões de trabalho até 3000 Pa.

As seleções serão apresentadas no anexo 8.

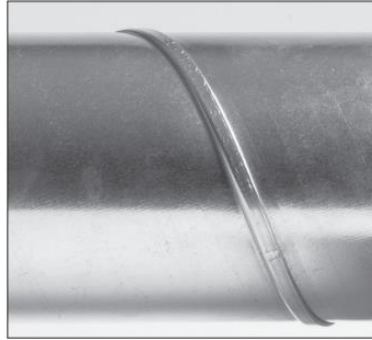


Figura 5.5-Conduto circular[65].

O isolamento de condutas de ventilação tem um impacto direto na eficiência energética dos sistemas de climatização. Quando as condutas são isoladas corretamente, reduzem as perdas de calor ou frio durante o transporte do ar através do edifício. Isto ocorre porque o isolamento térmico minimiza a troca de calor entre o ar transportado nas condutas e o ambiente externo, mantendo a temperatura do ar constante por mais tempo.

Material a aplicar no isolamento das condutas:

- Ar tratado de insuflação no interior: Espuma Elastomérica do tipo “Armaduct” com 30 mm de espessura;
- Ar tratado de insuflação no exterior: Espuma Elastomérica do tipo “Armaduct” com 30 mm de espessura;
- Ar tratado retorno no interior: Sem isolamento;
- Ar tratado retorno no exterior: Espuma Elastomérica do tipo “Armaduct” com 30 mm de espessura;

O catálogo do tipo de isolamento encontra-se no anexo 8.

5.2.5. Acessórios

Para este projeto, são considerados vários acessórios associados às condutas, tais como curvas, reduções, tês e transformação retangular para circular (saídas e entradas nas UTAs).

Foram selecionados acessórios com sistema *SPIRO Systems* da marca Sandometal.

As seleções serão apresentadas no anexo 8.



Figura 5.6-Acessórios de conduta [65].

A transformação retangular para circular foi selecionada da marca Faclima.



Figura 5.7-Transformação retangular em circular [66].

A seleção será apresentada no anexo 8.

5.2.6. Registos de caudal constante

As condutas de insuflação irão possuir um registo de caudal de tipo constante. Será montado a montante dos difusores. Foram selecionados registos do modelo RN da Trox. A seleção será apresentada no anexo 5.



Figura 5.8- Registo de caudal constante[67].

5.2.7. Registos de caudal motorizado

As condutas de extração irão possuir um registo de caudal de tipo motorizado. Será montado a montante das grelhas de retorno. Foram selecionados registos do modelo TVE da Trox. A seleção será apresentada no anexo 6.



Figura 5.9-Registro de caudal motorizado [68].

6. Conclusão e trabalho futuro

A conclusão deste projeto de um sistema AVAC para salas limpas de classes C e D, destinadas ao enchimento assético de injetáveis, ressalta a importância fundamental do controlo da qualidade do ar interior na produção segura e eficaz de medicamentos. Este trabalho não apenas cumpriu os requisitos rigorosos da norma ISO 14644 e das diretrizes da GMP, como também ofereceu uma solução técnica e prática, alinhada às necessidades da indústria farmacêutica.

A elaboração do projeto envolveu várias etapas fundamentais, começando com o levantamento do perfil climático da região de Sintra, o que permitiu a execução de diversas simulações no programa HAP. Este *software* foi essencial para modelar os espaços do edifício, configurando os diferentes horários de funcionamento de cada área, as centrais e equipamentos responsáveis pela climatização, além de permitir a definição da constituição dos elementos construtivos do edifício.

Assim sendo, para além da caracterização em termos de condições de projeto relacionadas com temperaturas e humidades relativas, foi realizado um estudo detalhado do edifício, abrangendo as soluções construtivas das envolventes exteriores e interiores, a volumetria e a ocupação pretendida para os espaços a climatizar. Também foram analisadas as cargas provenientes da iluminação, dos equipamentos e os perfis de utilização, considerando as particularidades de cada ambiente. Essas análises detalhadas foram cruciais para determinar os requisitos aeráulicos e térmicos, garantindo que o sistema projetado atendesse às especificidades de cada zona de forma eficiente e eficaz.

Os cálculos realizados apontaram potências térmicas de 73,4 kW para arrefecimento e 66,5 kW para aquecimento, guiando a seleção de duas Unidades de Tratamento de Ar com 15% de Ar Novo. Esta configuração, aliada a difusores de insuflação e grelhas de retorno a nível baixo, permitiu uma distribuição uniforme das cargas térmicas e um controlo rigoroso da temperatura e humidade. Adicionalmente, a utilização de câmaras de mistura nas UTA proporcionou maior eficiência energética, ao combinar ar novo com ar recirculado, reduzindo custos operacionais e oferecendo flexibilidade para ajustes nas condições internas.

A escolha de filtros HEPA, com capacidade de remover até 99,97% das partículas de 0,3 micrómetros ou maiores, garantiu um ambiente seguro e controlado, minimizando o risco de contaminação. O dimensionamento aeráulico, realizado com base em métodos como a redução de velocidade para insuflação e a perda de carga constante para extração, assegurou um desempenho eficiente e conforme às normas.

Uma análise mais aprofundada que inclua estimativas detalhadas de OPEX e CAPEX seria de grande valor, pois permitiria uma compreensão mais clara dos custos associados à operação e manutenção do sistema ao longo do tempo. Essa avaliação não apenas ajudaria a justificar investimentos futuros, mas também garantiria que as decisões tomadas fossem sustentáveis e alinhadas com os objetivos financeiros da unidade farmacêutica. A realização dessas análises contribuiria para otimizar recursos e apoiar a tomada de decisões estratégicas, assegurando que os sistemas de AVAC continuem a atender às rigorosas exigências da indústria.

Em suma, o sistema de AVAC projetado não apenas atende às exigências rigorosas da indústria farmacêutica, mas também assegura um ambiente controlado e seguro, essencial para a produção de medicamentos de alta qualidade, promovendo eficiência, flexibilidade e conformidade com as normas vigentes.

Referências Bibliográficas

- [1] D. P. Almeida, “Psicrometria,” Porto, 2004.
- [2]: A Bhatia, “Psychrometrics and Air Conditioning Processes,” *PDHonline Course M330 (5 PDH)*, vol. 330, 2012. www.PDHcenter.com (Data de acesso: 15 de abril de 2024).
- [3] D. P. Gately and R. and A.-C. E. American Society of Heating, *Understanding psychrometrics*. 2013.
- [4] R. D. Coimbra, “Análise das Condições de Utilização de Permutadores de Calor de modo a serem economicamente rentáveis,” 2015.
- [5] L. Morais, “Projeto de AVAC aplicado à Indústria Farmacêutica com ênfase no Controlo e Instrumentação,” 2019.
- [6] F. João and F. Severo, “Climatização geral,” 2006.
- [7] C. S. B. Fonseca, “Projecto climatização e ventilação: unidade de saúde familiar,” 2012.
- [8] D. Kalume, “Psicrometria aplicada à refrigeração,” 2017.
<https://pt.linkedin.com/pulse/psicrometria-aplicada-à-refrigeração-diego-almeida-kalume>.(Data de acesso: 22 de abril de 2024).
- [9] W. P. Jones, *Air conditioning engineering*. 2001.
- [10] R. Cavaca Marcos, *Ventilação Mecânica- Teoria e aplicações no conforto humano, indústria e serviços*. 2023.
- [11] Balixa, Ana, “Estágio Curricular no Gabinete de Engenharia ACet , na Componente de Climatização,” 2016.
- [12] T. M. F. Gonçalves, “Conforto Térmico no Interior de Edifícios,” p. 64, 2017, [Online]. Available: https://eg.uc.pt/bitstream/10316/82841/1/CONFORTO_TÉRMICO_NO_INTERIOR_DE_EDIFÍCIOS.pdf.(Data de acesso:10 de junho de 2024).
- [13] M. I. Cunha, “Modelação e otimização das propriedades térmicas de tijolos cerâmicos com recurso à simulação computacional pelo método dos elementos finitos.”
<https://issuu.com/ctcv/docs/revista-tecnica05-novembro/s/11368929>.(Data de acesso: 15 de junho de 2024).
- [14] E. E. em Edificações, “Fluxos de calor/balanço térmico de um edifício.”
<https://www.guiaenergiaedificacoes.com.br/conceitos/envoltoria/>.(Data de acesso:15 de junho de 2024).
- [15] Autodesk, “Thermal Loads Part 1.”
<https://www.autodesk.com/support/technical/article/caas/tsarticles/ts/12X51MdQJUBDtB7rZ66yvl.html>.(Data de acesso:30 de junho de 2024).
- [16] J. Marques, “Manutenção de Uma Instalação de AVAC das Áreas Limpas de Uma Indústria Farmacêutica,” p. 200, 2005.
- [17] L. Roriz, *Climatização Conceção, instalação e condução de sistemas*. 2007.
- [18] F. M. M. Rodrigues, “Projeto de sistemas de climatização em edifícios de habitação.” 2020.
- [19] W. Grondzik, *Air-Conditioning System Design Manual*, 2nd ed. .
- [20] D. José and C. Loureiro, “Requisitos dos sistemas AVAC para salas limpas Qualificação na indústria farmacêutica,” 2017.
- [21] Trane, “Air Conditioning Clinic Introduction to HVAC Systems,” no. February, 2012.
- [22] T. severn Group, “CAV vs VAV HVAC Systems,” 2016.
<https://www.theseverngroup.com/cav-vs-vav-hvac-systems/>.(Data de acesso:10 de julho de 2024).
- [23] W. Grondzik and R. Furst, “HVAC Components and Systems,” *Vital Signs Proj.*, p. 72, 2000, [Online]. Available: http://dualibra.com/wp-content/uploads/2011/06/hvac-big_opt.pdf.(Data de acesso:10 de julho de 2024).
- [24] C. F. C. Roxo, “Relatório de Estágio: Instalações de Aquecimento, Ventilação e ArCondicionado (AVAC) [Dissertação de Mestrado, ISEC],” 2022, [Online]. Available: <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/40359/1/Cristiana-Filipa-Carrasqueira-Roxo.pdf>.(Data de acesso: 22 de julho de 2024).
- [25] TROX, “The art of handling air | TROX,” [Online]. Available:

- <http://www.troxtechnik.com/en/>.(Data de acesso:23 de julho de 2024).
- [26] R. Tom and C. C. Leiria, “Relatório de Estágio Mestrado em Engenharia Eletrotécnica SGTC – Sistema de Gestão Técnica Centralizada,” 2015.
- [27] D. Sebastião, “Estágio Profissional em Gabinete de Engenharia , na componente de Climatização,” 2016.
- [28] Ministério das Obras Públicas Transportes e Comunicações, “Portaria n.º 701-H/2008, 29 de julho,” *Diário da República*, vol. 1ª série, no. 145, pp. 37–80, 2008, [Online]. Available: <https://dre.pt/pesquisa/-/search/575341/details/maximized>.(Data de acesso:30 de julho de 2024).
- [29] C. Corporation, “Hourly Analysis Program,” pp. 1–144, 2016, [Online]. Available: http://www.energoplus.si/uploads/9/0/0/6/90062089/e20s-hap50_manual.pdf.(Data de acesso: 30 de julho de 2024).
- [30] “Cleanrooms and associated controlled environments- ISO 14644-1,” 2015.
- [31] C. Martins and M. Pidde, “SALA LIMPA: ASPECTOS GERAIS, ORÇAMENTO E MONTAGEM DOS PAINÉIS ISOTÉRMICOS,” 2018.
- [32] ELITE, “Climatização para salas limpas.” <https://eliteindustrial.com.br/>.
- [33] ASHRAE, *Design Guide For Cleanrooms : Fundamentals, Systems, and Performance*. 2017.
- [34] O. J. Económico, “Indústria dos semicondutores nos EUA valoriza em bolsa o dobro da equivalente asiática.” <https://jornaleconomico.sapo.pt/noticias/industria-dos-semicondutores-nos-eua-valoriza-em-bolsa-o-dobro-da-equivalente-asiatica/>.(Data de acesso:2 de agosto de 2024).
- [35] Asmontec, “Salas limpas para Hospitais,” 2021. <https://asmontec.com.br/salas-limpas-para-hospitais/>. (Data de acesso:2 de agosto de 2024).
- [36] C. Oliveira, “Salas Limpas para Hospitais: O Projeto.” <https://pt.linkedin.com/pulse/salas-limpas-para-hospitais-o-projeto-carmem-oliveira>.(Data de acesso:2 de agosto de 2024).
- [37] P. Costa, “Projecto de AVAC para uma Unidade Farmacêutica,” 2016.
- [38] ISO, “International Standard ISO 14644-1,” 2015.
- [39] Pharmaguideline, “Role and calculation of air changes per hour in clean room area.” <https://www.pharmaguideline.com/2013/09/calculation-of-air-changes-per-hour-in-sterile-area.html>.(Data de acesso:2 de agosto de 2024).
- [40] Asmontec Salas limpas, “Como evitar contaminação numa sala limpa,” 2017. <https://asmontec.com.br/como-evitar-contaminacao-em-uma-sala-limpa/>.(Data de acesso:2 de agosto de 2024).
- [41] LINTER, “Monitoramento Ambiental e sua Importância nas Indústrias Farmacêuticas.” <https://linterfiltros.com.br/monitoramento-ambiental-nas-industrias-farmaceuticas/>.
- [42] J. Zhang, “Understanding Pharmaceutical Cleanroom Design,” *ASHRAE J.*, vol. 46, no. 9, pp. 29–34, 2004.
- [43] A. De Smet, M. Loch, and B. Schaninger, “Anatomy of a healthy corporation,” *McKinsey Q.*, no. 3, pp. 64–73, 2007.
- [44] L. e Castro, “Filtro HEPA para purificador de ar profissional da série ‘PLR.’” <https://www.vkfrenzel.pt/filtro-hepa-para-purificador-de-ar-profissional-da-s-rie-plr-17284.html>.(Data de acesso:10 de agosto de 2024).
- [45] A. Engº, J. F. B. Britto, and P. J. F. B. Britto, “DE ANTECÂMARAS EM SALAS LIMPAS - parte 1,” pp. 45–49, 2014.
- [46] T. Universal, “Pharmaceutical Air lock designs,” 2023. <https://www.terrauniversal.com/blog/pharmaceutical-air-lock-designs>.(Data de acesso:12 de agosto de 2024).
- [47] M. Warren, “CASCADING AIR PRESSURE, WHAT’S THAT? | What is the Key to Maintaining Proper Pressurization in HVAC Systems?” https://www.linkedin.com/posts/matthew-t-warren_hvac-hvacdesign-buildingperformance-activity-7214965826485895168-rv8g.(Data de acesso:12 de agosto de 2024).
- [48] S. . ENGINEERS, “HVAX Clean Room.” <https://smengs.com/hvax.html>.
- [49] W. Sun, “Cleanroom airlock performance and beyond,” *ASHRAE J.*, vol. 60, no. 2, pp. 64–69, 2018.
- [50] A. Bhatia, “HVAC Design for Cleanroom Facilities Course No: M06-008 Credit: 6 PDH,” no.

- 877, [Online]. Available: www.cedengineering.com.(Data de acesso:13 de agosto de 2024).
- [51] P. Naughton, “History of cleanrooms,” *ASHRAE J.*, vol. 61, no. 11, pp. 38–54, 2019.
- [52] I. Godinho, “Publicação de Inês Godinho.”
https://pt.linkedin.com/posts/inesjesusgodinhorh_obrigada-hikma-pharmaceuticals-foram-dois-activity-6904132988548767744-g_Mm.(Data de acesso:13 de agosto de 2024).
- [53] “Água estéril para injeção de 1 ml/2ml/5ml/10ml/20ml.” https://pt.made-in-china.com/co_whfzfbio/product_Sterile-Water-for-Injection-1ml-2ml-5ml-10ml-20ml_onohriig.html. (Data de acesso:14 de agosto de 2024).
- [54] TruKing, “Ampoule filling and sealing machine.”
<https://www.truKing.com/en/zygc/index.aspx?lcid=722&pid=682>. (Data de acesso:14 de agosto de 2024).
- [55] Isodur, “Porta para sala limpa.” <https://isodur.com.br/produtos-para-sala-limpa/porta-para-sala-limpa/>.(Data de acesso:15 de agosto de 2024).
- [56] E. C. F. STANDARDIZATION, “EN 13779- Ventilation for non-residential buildings - Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems,” 2007.
- [57] IM; LNEC, “Temperaturas Exteriores de Projecto e Números de Graus-Dias,” 1995.
- [58] M.Silva Rocha, “Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica - Mapas de Radiação Solar.” 1981, [Online]. Available:
<https://drive.google.com/drive/u/1/folders/0BxxKqhQINJokbTNtUV9pTGcyY1E?resourcekey=0-KitLVBvdluDFeUI020v3Kw>. (Data de acesso:15 de agosto de 2024).
- [59] LNEC, “Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios,” 2006.
- [60] Thermo-Iso, “Painéis isotérmicos.” <https://www.thermo-iso.com.br/produtos/paineis-isotermicos-pur-pir/>.(Data de acesso:21 de agosto de 2024).
- [61] RapidTables, “Calculadora de lux para watts.” <https://www.rapidtables.org/pt/calc/light/lux-to-watt-calculator.html>. (Data de acesso:25 de agosto de 2024).
- [62] M. F. B. Freitas, “Desenvolvimento de ferramenta de cálculo para dimensionamento de redes aeráulicas,” 2011, [Online]. Available: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/21831>. (Data de acesso:25 de agosto de 2024).
- [63] France Air, “Clean Box ® 3,” pp. 8–13, 2021.
- [64] France Air, “GFF SP Grelha,” 2021.
- [65] Sandometal, “SPIRO System,” pp. 1–162.
- [66] Faclima, “TRANSFORMAÇÃO RECTANGULAR/CIRCULAR,” pp. 9–10, 2006.
- [67] TROX, “Série RN Regulador de caudal de ar.” .
- [68] TROX, “Série TVE Regulador de caudal de ar,” no. 2, pp. 1–2, 2014.

Lista de Apêndices

Nos apêndices, estarão todos os cálculos efetuados, desenhos de implementação bem como dados que permitem a seleção dos equipamentos.

Apêndice	Conteúdo
Apêndice A	Lista de Salas
Apêndice B	Temperaturas de Projeto
Apêndice C	Acertos de Radiação Solar
Apêndice D	RPH Teórico
Apêndice E	Relatórios HAP
Apêndice F	Fichas Técnicas
Apêndice G	Seleção de Difusores de Insuflação
Apêndice H	Seleção de Registos de caudal de Insuflação
Apêndice I	Seleção de Grelhas de Retorno
Apêndice J	Seleção de Registos de caudal de retorno
Apêndice K	Seleção de condutas e acessórios
Apêndice L	Dimensionamento de Condutas de Insuflação
Apêndice M	Dimensionamento de Condutas de Extração
Apêndice N	Planta da Unidade Farmacêutica
Apêndice O	Cascata de pressões e caudais de fuga
Apêndice P	Diagramas PID
Apêndice Q	Implantação de condutas e equipamentos -Zona Técnica- Piso 1
Apêndice R	Implantação de condutas e equipamentos – Nível baixo
Apêndice S	Implantação de condutas e equipamentos – Teto falso do piso 0
Apêndice T	Implantação de condutas e equipamentos – Teto falso do piso -1
Apêndice U	Mapa de quantidades

Apêndice A

Piso	N.º da Sala	Designação	Área (m²)	Altura (m)	Volume (m³)	Observações
-1	IB01	Line 07 Filling Room	92,6	3,10	287,1	
-1	IB02	Line 07 Filling Room Material Out Air Lock	5,7	2,70	15,5	
-1	IB03	Line 7 Filling Room Gowning / Ungowning	5,5	2,70	14,9	
-1	IB04	Air lock	2,2	2,70	5,9	
-1	IB05	Air lock	1,5	2,70	4,1	
-1	IB06	Line 7 Filling Room Material In Air Lock	11,4	2,70	30,8	
-1	IB07	Line 7 Filling Room Material Staging	11,9	2,70	32,0	
-1	IB08	Circulation Corridor	49,6	2,70	134,0	
-1	IB09	Office	5,2	2,70	14,1	
-1	IB10	Department Material IN/OUT Air Lock	6,2	2,70	16,8	
-1	IB11	Storage Room	18,3	2,70	49,4	
-1	IB12	Department Men Gowning	9,1	2,70	24,7	
-1	IB13	Department Women Gowning	9,1	2,70	24,7	
-1	IB14	Line 4 Gowning / Ungowning	4,1	2,70	11,1	
-1	IB15	Line 4 Filling Room	14,1	2,70	38,0	
-1	IB15A	Line 4 Material In/Out	1,2	1,20	1,5	
-1	IB16	Line 7 Upper Preparation and Compounding Room	52,3	2,70	141,2	
-1	IB17	Line 4 Preparation and Compounding Room	13,3	2,70	36,0	
-1	IB18	Elevator	4,5			
-1	IB19	PH Corridor	173,2	2,70	467,6	
-1	IB20	Technical Void	582,1	1,95	1 135,1	
Totais			1 073		2 484	

Piso	N.º da Sala	Designação	Classificação	RPH	Cargas Sensíveis Internas					Condições Interiores		Pressão Relativa (Pa)	Ar Novo (%)	Extracção Localizada		Observações
					Equip. (W)	Factor de Potência	Factor de Exaustão	Factor de Simult.	Carga (W)	TS (°C)	HR (%)			Nº Pontos	Caudal (l/s)	
-1	IB01	Line 07 Filing Room	C	40	30 000	100%	100%	80%	24 000	22±2	50 ±10	60	15%			Ocupação: 35m ² /pessoa Dissipação térmica da máquina na sala
-1	IB02	Line 07 Filing Room Material Out Air Lock	C	30	-	-	-	-	-	NC	NC	45	15%			Ocupação: 35m ² /pessoa
-1	IB03	Line 7 Filing Room Gowning / Ungowning	C	30	-	-	-	-	-	NC	NC	40	15%			Ocupação: 35m ² /pessoa
-1	IB04	Air lock	C	30								40	15%			Ocupação: 35m ² /pessoa
-1	IB05	Air lock	C	30						NC	NC	50	15%			Ocupação: 35m ² /pessoa
-1	IB06	Line 7 Filing Room Material In Air Lock	C	30	-	-	-	-	-	NC	NC	50	15%			Ocupação: 35m ² /pessoa
-1	IB07	Line 7 Filing Room Material Staging	C	30	-	-	-	-	-	NC	NC	40	15%			Ocupação: 35m ² /pessoa
-1	IB08	Circulation Corridor	C	30	-	-	-	-	-	NC	NC	30	15%			Ocupação: 35m ² /pessoa
-1	IB09	Office	C	30	-	-	-	-	-	≥20	NC	20	15%			Ocupação: 35m ² /pessoa
-1	IB10	Department Material IN/OUT Air Lock	D	25	-	-	-	-	-	NC	NC	15	15%			Ocupação: 35m ² /pessoa
-1	IB11	Storage Room	C	30	-	-	-	-	-	NC	NC	40	15%			Ocupação: 35m ² /pessoa
-1	IB12	Department Men Gowning	D	25	-	-	-	-	-	≥20	NC	20	15%			Ocupação: 35m ² /pessoa
-1	IB13	Department Women Gowning	D	25	-	-	-	-	-	≥20	NC	20	15%			Ocupação: 35m ² /pessoa
-1	IB14	Line 4 Gowning / Ungowning	C	30	-	-	-	-	-	NC	NC	40	15%			Ocupação: 35m ² /pessoa
-1	IB15	Line 4 Filing Room	C	30	3 660	70%	100%	100%	2562	22±2	50 ±10	50	15%			Ocupação: 35m ² /pessoa
-1	IB15A	Line 4 Material In/Out	C	30	-	-	-	-	-	NC	NC	35	15%			Ocupação: 35m ² /pessoa
-1	IB16	Line 7 Upper Preparation and Compounding Room	C	30	3 500	100%	100%	70%	2450	22±2	55 ±10	40	15%			Ocupação: 35m ² /pessoa
-1	IB17	Line 4 Preparation and Compounding Room	C	30	1 800	100%	100%	70%	1260	22±2	55 ±10	45	15%			Ocupação: 35m ² /pessoa
-1	IB18	Elevator	NC	NC	-	-	-	-	-	NC	NC	0/5	15%			
-1	IB19	PH Corridor	PH	10	-	-	-	-	-	NC	NC	5	15%			
Totais			-	-	8 960	-	-	-	6 272	-	-	-	-	0	0	

Piso	N.º da Sala	Designação	Referência das Unidades	Caudal de Ar Tratado (l/s)			ODA (l/s)	TRA in (l/s)	TRA out (l/s)	ETA (l/s)	EHA (l/s)	Terminal Reheat HAP (kW)	Observações
				Mínimo Requerido	Cálculo	Adoptado							
-1	IB01	Line 07 Filing Room		3190	3190	3190	479	0	160	3030			
-1	IB02	Line 07 Filing Room Material Out Air Lock		129	128	130	20	60	60	130		1,40	Este reaquecimento será considerado na serpentina de aquecimento da UTA
-1	IB03	Line 7 Filing Room Gowning / Ungowning		124	124	125	19	50	50	125		1,30	Este reaquecimento será considerado na serpentina de aquecimento da UTA
-1	IB04	Air Lock		50	50	50	8	50	50	50		0,50	Este reaquecimento será considerado na serpentina de aquecimento da UTA
-1	IB05	Air Lock		34	34	50	8	50	100	0		0,40	Este reaquecimento será considerado na serpentina de aquecimento da UTA
-1	IB06	Line 7 Filing Room Material In Air Lock		257	257	260	39	50	50	260		2,80	Este reaquecimento será considerado na serpentina de aquecimento da UTA
-1	IB07	Line 7 Filing Room Material Staging		267	272	275	41	50	50	275		2,90	Este reaquecimento será considerado na serpentina de aquecimento da UTA
-1	IB08	Circulation Corridor		1117	1134	1135	170	445	210	1370		12,20	Este reaquecimento será considerado na serpentina de aquecimento da UTA
-1	IB09	Office		117	119	120	18	50	0	170		1,30	Este reaquecimento será considerado na serpentina de aquecimento da UTA
-1	IB10	Department Material IN/OUT Air Lock		117	118	120	18	60	50	130		1,30	Este reaquecimento será considerado na serpentina de aquecimento da UTA
-1	IB11	Storage Room		412	418	420	63	0	50	370		4,60	Este reaquecimento será considerado na serpentina de aquecimento da UTA
-1	IB12	Department Men Gowning		171	173	175	26	50	60	165		1,90	Este reaquecimento será considerado na serpentina de aquecimento da UTA
-1	IB13	Department Women Gowning		171	173	175	26	50	60	165		1,90	Este reaquecimento será considerado na serpentina de aquecimento da UTA
-1	IB14	Line 4 Gowning / Ungowning		93	94	95	14	50	50	95		1,00	Este reaquecimento será considerado na serpentina de aquecimento da UTA
-1	IB15	Line 4 Filing Room		317	322	325	49	0	110	215			
-1	IB15A	Line 4 Material In/Out		12	12	15	2	95	35	75		0,10	Este reaquecimento será considerado na serpentina de aquecimento da UTA
-1	IB16	Line 7 Upper Preparation and Compounding Room		1177	1196	1200	180	0	50	1150			
-1	IB17	Line 4 Preparation and Compounding Room		300	304	305	46	0	85	220			
Sub-Total 1			UTA+VE	4983	5012	5020	753	0	405	4615			
Sub-Total 2			UTA.GER+VE.GER	3069	3106	3145	472	1110	875	3380		33,6	
Total				8 052	8 118	8 165	1 225	1 110	1 280	7 995			

Apêndice B

Mês	Carta Psicrométrica											Carta Psicrométrica			
	Temperatura Seca (°C)		Temperatura Húmida (°C)		Temperatura (°C)			Humidade Relativa (%)			w(g/kg)				
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	9:00 h	15:00 h	21:00 h	9:00 h	15:00 h	21:00 h	9:00 h	15:00 h	21:00 h	crítica	
Janeiro	14	5,8	10,8	5,8	8,7	13,2	10	89	72	87	6,2	6,8	6,7	6,8	
Fevereiro	14,5	6,6	11,148	6,6	9,3	13,3	10,1	85	72	86	6,2	6,9	6,6	6,9	
Março	15,9	7,3	12,44	7,3	11,8	15	11,7	83	71	85	7,2	7,6	7,3	7,6	
Abril	17	8,3	13,078	8,3	13,8	16,4	13,2	77	67	82	7,6	7,8	7,8	7,8	
Maió	19,6	10,6	15,371	10,6	16,4	19,4	15	74	65	80	8,6	9,2	8,5	9,2	
Junho	20	12,9	16,386	12,9	18,6	21,4	17,2	73	64	82	9,8	10,2	10,1	10,2	
Julho	24,4	14,8	18,223	14,8	19,8	23	18,6	72	60	79	10,4	10,6	10,6	10,6	
Agosto	24,9	15,1	18,625	15,1	20	23,6	19	73	58	79	10,7	10,6	10,9	10,9	
Setembro	24,2	14,1	18,316	14,1	19,1	22,7	18,4	78	61	81	10,8	10,6	10,7	10,8	
Outubro	21,4	11,6	16,284	11,6	16,6	20,3	16,2	80	63	82	9,5	9,4	9,4	9,5	
Novembro	16,9	8,2	12,941	8,2	12	15,6	11	84	70	86	7,3	7,7	7	7,7	
Dezembro	14,6	5,8	11,19	5,8	9	13,4	9,7	86	72	86	6,1	6,9	6,4	6,9	

Verão	Ts	29,3
	Th	19,6
Inverno	Ts	-0,3
	Th	-0,582

Apêndice C

Hora	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
00:00 - 01:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00 - 02:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00 - 03:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00 - 04:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00 - 05:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05:00 - 06:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:00 - 07:00	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0
07:00 - 08:00	0	0	50,2	23,4	84,2	99,1	65,6	19,7	0	0	0	0
08:00 - 09:00	21,9	88	225,5	175	262,9	276,4	234,1	165,7	85,5	26,8	63,5	17,9
09:00 - 10:00	142,5	261,5	418,4	374,2	451,8	459,8	421,8	359,3	268,6	170,6	202,6	124,5
10:00 - 11:00	284,8	421,6	569,8	548,5	611,8	616,3	583,6	530,9	446,9	342	332,4	251
11:00 - 12:00	388,7	530,2	670,1	682,5	736,3	739,7	711,8	664,1	580,9	474,9	413,5	341,1
12:00 - 13:00	436,4	580,9	714,4	770	815	818,6	796,6	752,3	664,4	553,1	436,7	376,1
13:00 - 14:00	424,4	571,9	699	803,1	842,5	848,3	831,3	788	692,3	573,5	400,8	352,3
14:00 - 15:00	353,5	503,5	625,4	780,4	820,5	831,7	817,6	769,5	662,3	535,4	308	272,1
15:00 - 16:00	230,4	378,3	498,5	702,7	747,3	766,4	754,1	697,3	576,9	440,1	171,2	149,7
16:00 - 17:00	86,6	207,5	323	576,6	627,2	654,1	643,1	577,4	441,1	292,4	40,1	33,1
17:00 - 18:00	0,5	47,4	126,5	409,5	470,8	506,1	495	417,5	261,5	119,3	0	0
18:00 - 19:00	0	0	3,3	211,7	284,2	328,9	316,3	226,3	79,9	4,2	0	0
19:00 - 20:00	0	0	0	43,5	100,7	143,5	130,4	55	0	0	0	0
20:00 - 21:00	0	0	0	0	0,5	14,7	7,7	0	0	0	0	0
21:00 - 22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00 - 23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00 - 00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Por dia	2369,7	3590,8	4924,1	6101,1	6855,7	7104,4	6809	6023	4760,3	3532,3	2368,8	1917,8
Por mês	73460,7	100542,4	152647,1	183033	212526,7	213132	211079	180690	147569,3	105969	73432,8	57534
Fator Est	65	85	125	170	205	215	230	200	150	110	75	60
FM	0,88	0,85	0,82	0,93	0,96	1,01	1,09	1,10	1,10	1,00	1,10	1,00

Apêndice D

RPH Teóricos

Sala	Classe GMP	Área	Ocupantes	Taxa de libertação de contaminantes por minuto por parte dos operadores por segundo	g (Partículas. m3.h)	x (Partículas/m3)	s (Partículas/m3)	v	RPH
IB01	C	92,6	2	1000	7200000	352000	105,6	20,46068	20
IB02	C	5,7	1	1000	3600000	352000	105,6	10,23034	10
IB03	C	5,5	1	1000	3600000	352000	105,6	10,23034	10
IB04	C	2,2	1	1000	3600000	352000	105,6	10,23034	10
IB05	C	1,5	1	1000	3600000	352000	105,6	10,23034	10
IB06	C	11,4	1	1000	3600000	352000	105,6	10,23034	10
IB07	C	11,9	1	1000	3600000	352000	105,6	10,23034	10
IB08	C	49,6	1	1000	3600000	352000	105,6	10,23034	10
IB09	C	5,2	1	1000	3600000	352000	105,6	10,23034	10
IB10	D	6,2	1	1000	3600000	3520000	1056	1,023034	1
IB11	C	18,3	1	1000	3600000	352000	105,6	10,23034	10
IB12	D	9,1	1	1000	3600000	3520000	1056	1,023034	1
IB13	D	9,1	1	1000	3600000	3520000	1056	1,023034	1
IB14	C	4,1	1	1000	3600000	352000	105,6	10,23034	10
IB15	C	14,1	1	1000	3600000	352000	105,6	10,23034	10
IB15A	C	1,2	1	1000	3600000	352000	105,6	10,23034	10
IB16	C	52,3	1	1000	3600000	352000	105,6	10,23034	10
IB17	C	13,3	1	1000	3600000	352000	105,6	10,23034	10

Apêndice E

Air System Sizing Summary for UTA.GER+VE.GER

Project Name: 45388- Margarida Fernandes - TFM
Prepared by: isel

09/16/2024
04:17

Air System Information

Air System Name	UTA.GER+VE.GER	Number of zones	14
Equipment Class	CW AHU	Floor Area	141,0 m ²
Air System Type	VAV	Location	Sintra, Portugal

Sizing Calculation Information

Calculation Months	Jan to Dec	Zone L/s Sizing	Peak zone sensible load
Sizing Data	Calculated	Space L/s Sizing	Individual peak space loads

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	14,0 kW	Load occurs at	Aug 1700
Sensible coil load	14,0 kW	OA DB / WB	24,6 / 18,5 °C
Coil L/s at Aug 1700	3106 L/s	Entering DB / WB	23,4 / 18,3 °C
Max block L/s at Jan 0000	3106 L/s	Leaving DB / WB	19,6 / 17,0 °C
Sum of peak zone L/s	3106 L/s	Coil ADP	19,2 °C
Sensible heat ratio	1,000	Bypass Factor	0,100
m ² /kW	10,0	Resulting RH	64 %
W/m ²	99,6	Design supply temp.	12,0 °C
Water flow @ 5,0 °K rise	0,67 L/s	Zone T-stat Check	14 of 14 OK
		Max zone temperature deviation	0,0 °K

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s at Jan 0000	3106 L/s	Fan motor BHP	13,21 BHP
Standard L/s	3066 L/s	Fan motor kW	10,48 kW
Actual max L/(s-m ²)	22,03 L/(s-m ²)	Fan static	1620 Pa

Return Fan Sizing Data

Actual max L/s at Jan 0000	3106 L/s	Fan motor BHP	2,04 BHP
Standard L/s	3066 L/s	Fan motor kW	1,62 kW
Actual max L/(s-m ²)	22,03 L/(s-m ²)	Fan static	250 Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	466 L/s	L/s/person	116,64 L/s/person
L/(s-m ²)	3,30 L/(s-m ²)		

Zone Sizing Summary for UTA.GER+VE.GER

Project Name: 45388- Margarida Fernandes - TFM
Prepared by: isel

09/16/2024
04:17

Air System Information

Air System Name **UTA.GER+VE.GER**
Equipment Class **CW AHU**
Air System Type **VAV**

Number of zones **14**
Floor Area **141,0** m²
Location **Sintra, Portugal**

Sizing Calculation Information

Calculation Months **Jan to Dec**
Sizing Data **Calculated**

Zone L/s Sizing **Peak zone sensible load**
Space L/s Sizing **Individual peak space loads**

Zone Sizing Data

Zone Name	Maximum Cooling Sensible (kW)	Design Airflow (L/s)	Minimum Airflow (L/s)	Time of Peak Load	Maximum Heating Load (kW)	Zone Floor Area (m ²)	Zone L/(s-m ²)
IB02	0,0	128	128	Aug 1800	0,0	5,7	22,50
IB03	0,0	124	124	Aug 1800	0,0	5,5	22,50
IB04	0,0	50	50	Aug 1800	0,0	2,2	22,50
IB05	0,0	34	34	Aug 1800	0,0	1,5	22,86
IB06	0,1	257	257	Aug 1800	0,0	11,4	22,50
IB07	0,1	272	272	Aug 1800	0,0	11,9	22,86
IB09	0,0	119	119	Aug 1800	0,0	5,2	22,86
IB10	0,0	118	118	Aug 1800	0,0	6,2	19,05
IB11	0,2	418	418	Aug 1800	0,1	18,3	22,86
IB12	0,1	173	173	Aug 1800	0,0	9,1	19,05
IB13	0,1	173	173	Aug 1800	0,0	9,1	19,05
IB14	0,0	94	94	Aug 1800	0,0	4,1	22,86
IB15a	0,0	12	12	Aug 1800	0,0	1,2	10,00
IB08	0,3	1134	1134	Aug 1800	0,1	49,6	22,86

Zone Terminal Sizing Data

No Zone Terminal Sizing Data required for this system.

Space Loads and Airflows

Zone Name / Space Name	Mult.	Cooling Sensible (kW)	Time of Load	Air Flow (L/s)	Heating Load (kW)	Floor Area (m ²)	Space L/(s-m ²)
IB02							
IB02	1	0,0	Aug 1800	128	0,0	5,7	22,50
IB03							
IB03	1	0,0	Aug 1800	124	0,0	5,5	22,50
IB04							
IB04	1	0,0	Aug 1800	50	0,0	2,2	22,50
IB05							
IB05	1	0,0	Aug 1800	34	0,0	1,5	22,86
IB06							
IB06	1	0,1	Aug 1800	257	0,0	11,4	22,50
IB07							
IB07	1	0,1	Aug 1800	272	0,0	11,9	22,86
IB09							
IB09	1	0,0	Aug 1800	119	0,0	5,2	22,86
IB10							
IB10	1	0,0	Aug 1800	118	0,0	6,2	19,05
IB11							
IB11	1	0,2	Aug 1800	418	0,1	18,3	22,86
IB12							
IB12	1	0,1	Aug 1800	173	0,0	9,1	19,05
IB13							
IB13	1	0,1	Aug 1800	173	0,0	9,1	19,05

Zone Sizing Summary for UTA.GER+VE.GER

Project Name: 45388- Margarida Fernandes - TFM
Prepared by: isel

09/16/2024
04:17

Zone Name / Space Name	Mult.	Cooling Sensible (kW)	Time of Load	Air Flow (L/s)	Heating Load (kW)	Floor Area (m ²)	Space L/(s·m ²)
IB14							
IB14	1	0,0	Aug 1800	94	0,0	4,1	22,86
IB15a							
IB15a	1	0,0	Aug 1800	12	0,0	1,2	10,00
IB08							
IB08	1	0,3	Aug 1800	1134	0,1	49,6	22,86

System Psychrometrics for UTA.GER+VE.GER

Project Name: 45388- Margarida Fernandes - TFM
Prepared by: isel

09/16/2024
04:17

August DESIGN COOLING DAY, 1700

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	24,6	0,01098	466	400	784	-310
Vent - Return Mixing	Outlet	23,4	0,01117	3106	500	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	19,6	0,01117	3106	500	14043	0
Supply Fan	Outlet	22,4	0,01117	3106	500	10483	-
Cold Supply Duct	Outlet	22,4	0,01117	3106	500	-	-
Zone Air	-	22,8	0,01121	3106	517	1159	328
Return Plenum	Outlet	22,8	0,01121	3106	517	0	-
Return Fan	Outlet	23,2	0,01121	3106	517	1618	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,192 W/(L/s-K)

Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2909,7 W/(L/s)

Site Altitude = 109,0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
IB02	35	Deadband	43	22,7	128	516	0	0
IB03	36	Deadband	43	22,7	124	517	0	0
IB04	13	Deadband	16	22,7	50	517	0	0
IB05	9	Deadband	11	22,7	34	517	0	0
IB06	109	Deadband	118	22,8	257	517	0	0
IB07	113	Deadband	126	22,8	272	517	0	0
IB09	41	Deadband	45	22,8	119	517	0	0
IB10	46	Deadband	50	22,8	118	519	0	0
IB11	157	Deadband	171	22,8	418	517	0	0
IB12	56	Deadband	64	22,8	173	519	0	0
IB13	55	Deadband	63	22,7	173	519	0	0
IB14	33	Deadband	38	22,8	94	517	0	0
IB15a	1	Deadband	2	22,6	12	509	0	0
IB08	302	Deadband	370	22,7	1134	517	0	0

System Psychrometrics for UTA.GER+VE.GER

Project Name: 45388- Margarida Fernandes - TFM
Prepared by: isel

09/16/2024
04:17

WINTER DESIGN HEATING

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	-0,3	0,00351	466	400	-11726	0
Vent - Return Mixing	Outlet	17,7	0,00351	3106	448	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	17,6	0,00351	3106	448	0	0
Supply Fan	Outlet	20,5	0,00351	3106	448	10483	-
Cold Supply Duct	Outlet	20,5	0,00351	3106	448	-	-
Zone Air	-	20,4	0,00351	3106	457	-276	0
Return Plenum	Outlet	20,4	0,00351	3106	457	0	-
Return Fan	Outlet	20,8	0,00351	3106	457	1618	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,192 W/(L/s-K)

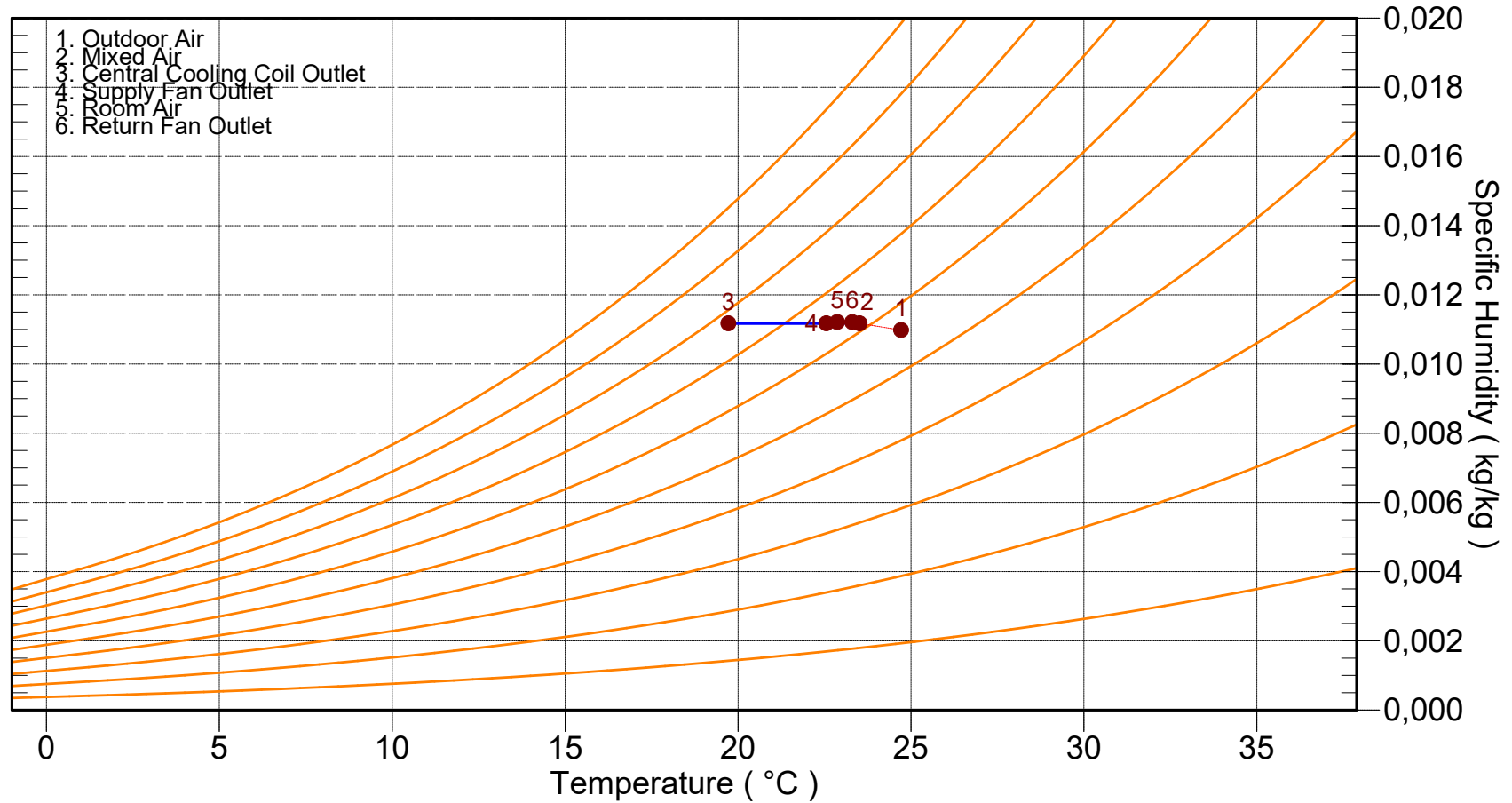
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2909,7 W/(L/s)

Site Altitude = 109,0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
IB02	-10	Deadband	-8	20,4	128	457	0	0
IB03	-10	Deadband	-7	20,4	124	457	0	0
IB04	-4	Deadband	-3	20,4	50	457	0	0
IB05	-3	Deadband	-2	20,4	34	457	0	0
IB06	-36	Deadband	-30	20,4	257	457	0	0
IB07	-26	Deadband	-18	20,4	272	457	0	0
IB09	-20	Deadband	-16	20,3	119	457	0	0
IB10	-22	Deadband	-18	20,3	118	457	0	0
IB11	-73	Deadband	-59	20,3	418	457	0	0
IB12	-25	Deadband	-20	20,4	173	457	0	0
IB13	-25	Deadband	-20	20,4	173	457	0	0
IB14	-7	Deadband	-6	20,4	94	457	0	0
IB15a	-2	Deadband	-2	20,3	12	457	0	0
IB08	-86	Deadband	-67	20,4	1134	457	0	0

Location: Sintra, Portugal
Altitude: 109,0 m.
Data for: August DESIGN COOLING DAY, 1700



Air System Sizing Summary for UTA+VE

Project Name: 45388- Margarida Fernandes - TFM
 Prepared by: isel

09/16/2024
 04:16

Air System Information

Air System Name UTA+VE	Number of zones 4
Equipment Class CW AHU	Floor Area 172,3 m ²
Air System Type VAV	Location Sintra, Portugal

Sizing Calculation Information

Calculation Months Jan to Dec	Zone L/s Sizing Peak zone sensible load
Sizing Data Calculated	Space L/s Sizing Individual peak space loads

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load 59,4 kW	Load occurs at Aug 1700
Sensible coil load 55,3 kW	OA DB / WB 24,6 / 18,5 °C
Coil L/s at Aug 1700 5011 L/s	Entering DB / WB 23,0 / 16,8 °C
Max block L/s at Jan 0000 5011 L/s	Leaving DB / WB 13,7 / 13,1 °C
Sum of peak zone L/s 5011 L/s	Coil ADP 12,7 °C
Sensible heat ratio 0,931	Bypass Factor 0,100
m ² /kW 2,9	Resulting RH 55 %
W/m ² 344,5	Design supply temp. 16,0 °C
Water flow @ 5,0 °K rise 2,84 L/s	Zone T-stat Check 4 of 4 OK
	Max zone temperature deviation 0,0 °K

Central Heating Coil Sizing Data

Max coil load 32,9 kW	Load occurs at Sep 0700
Coil L/s at Sep 0700 5011 L/s	W/m ² 191,1
Max coil L/s 5011 L/s	Ent. DB / Lvg DB 14,4 / 19,9 °C
Water flow @ 5,0 °K drop 1,58 L/s	

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s at Jan 0000 5011 L/s	Fan motor BHP 21,32 BHP
Standard L/s 4947 L/s	Fan motor kW 16,91 kW
Actual max L/(s-m ²) 29,09 L/(s-m ²)	Fan static 1620 Pa

Return Fan Sizing Data

Actual max L/s at Jan 0000 5011 L/s	Fan motor BHP 3,29 BHP
Standard L/s 4947 L/s	Fan motor kW 2,61 kW
Actual max L/(s-m ²) 29,09 L/(s-m ²)	Fan static 250 Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s 752 L/s	L/s/person 152,70 L/s/person
L/(s-m ²) 4,36 L/(s-m ²)	

Zone Sizing Summary for UTA+VE

Project Name: 45388- Margarida Fernandes - TFM
 Prepared by: isel

09/16/2024
 04:16

Air System Information

Air System Name UTA+VE	Number of zones 4
Equipment Class CW AHU	Floor Area 172,3 m ²
Air System Type VAV	Location Sintra, Portugal

Sizing Calculation Information

Calculation Months Jan to Dec	Zone L/s Sizing Peak zone sensible load
Sizing Data Calculated	Space L/s Sizing Individual peak space loads

Zone Sizing Data

Zone Name	Maximum Cooling Sensible (kW)	Design Airflow (L/s)	Minimum Airflow (L/s)	Time of Peak Load	Maximum Heating Load (kW)	Zone Floor Area (m ²)	Zone L/(s-m ²)
IB01	24,7	3190	3190	Aug 1800	0,3	92,6	34,44
IB17	1,4	304	304	Aug 1800	0,0	13,3	22,86
IB15	2,7	322	322	Aug 1800	0,0	14,1	22,86
IB16	2,9	1196	1196	Aug 1800	0,2	52,3	22,86

Zone Terminal Sizing Data

No Zone Terminal Sizing Data required for this system.

Space Loads and Airflows

Zone Name / Space Name	Mult.	Cooling Sensible (kW)	Time of Load	Air Flow (L/s)	Heating Load (kW)	Floor Area (m ²)	Space L/(s-m ²)
IB01							
IB01	1	24,7	Aug 1800	3190	0,3	92,6	34,44
IB17							
IB17	1	1,4	Aug 1800	304	0,0	13,3	22,86
IB15							
IB15	1	2,7	Aug 1800	322	0,0	14,1	22,86
IB16							
IB16	1	2,9	Aug 1800	1196	0,2	52,3	22,86

System Psychrometrics for UTA+VE

Project Name: 45388- Margarida Fernandes - TFM
Prepared by: isel

09/16/2024
04:16

August DESIGN COOLING DAY, 1700

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	24,6	0,01098	752	400	1737	3666
Vent - Return Mixing	Outlet	23,0	0,00956	5011	490	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	13,7	0,00928	5011	490	55289	4074
Central Heating Coil	Outlet	14,0	0,00928	5011	490	1811	-
Supply Fan	Outlet	16,8	0,00928	5011	490	16914	-
Cold Supply Duct	Outlet	16,8	0,00928	5011	490	-	-
Zone Air	-	22,2	0,00930	5011	506	32216	409
Return Plenum	Outlet	22,2	0,00930	5011	506	0	-
Return Fan	Outlet	22,7	0,00930	5011	506	2610	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,192 W/(L/s-K)

Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2909,7 W/(L/s)

Site Altitude = 109,0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
IB01	24597	Cooling	24687	23,3	3190	505	0	0
IB17	1373	Deadband	1458	20,9	304	508	0	0
IB15	2665	Cooling	2657	23,8	322	508	0	0
IB16	2871	Deadband	3414	19,2	1196	508	0	0

System Psychrometrics for UTA+VE

Project Name: 45388- Margarida Fernandes - TFM
Prepared by: isel

09/16/2024
04:16

WINTER DESIGN HEATING

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	-0,3	0,00351	752	400	-18952	0
Vent - Return Mixing	Outlet	17,7	0,00351	5011	448	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	17,7	0,00351	5011	448	0	0
Central Heating Coil	Outlet	17,7	0,00351	5011	448	0	-
Supply Fan	Outlet	20,5	0,00351	5011	448	16914	-
Cold Supply Duct	Outlet	20,5	0,00351	5011	448	-	-
Zone Air	-	20,4	0,00351	5011	457	-454	0
Return Plenum	Outlet	20,4	0,00351	5011	457	0	-
Return Fan	Outlet	20,9	0,00351	5011	457	2610	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,192 W/(L/s-K)

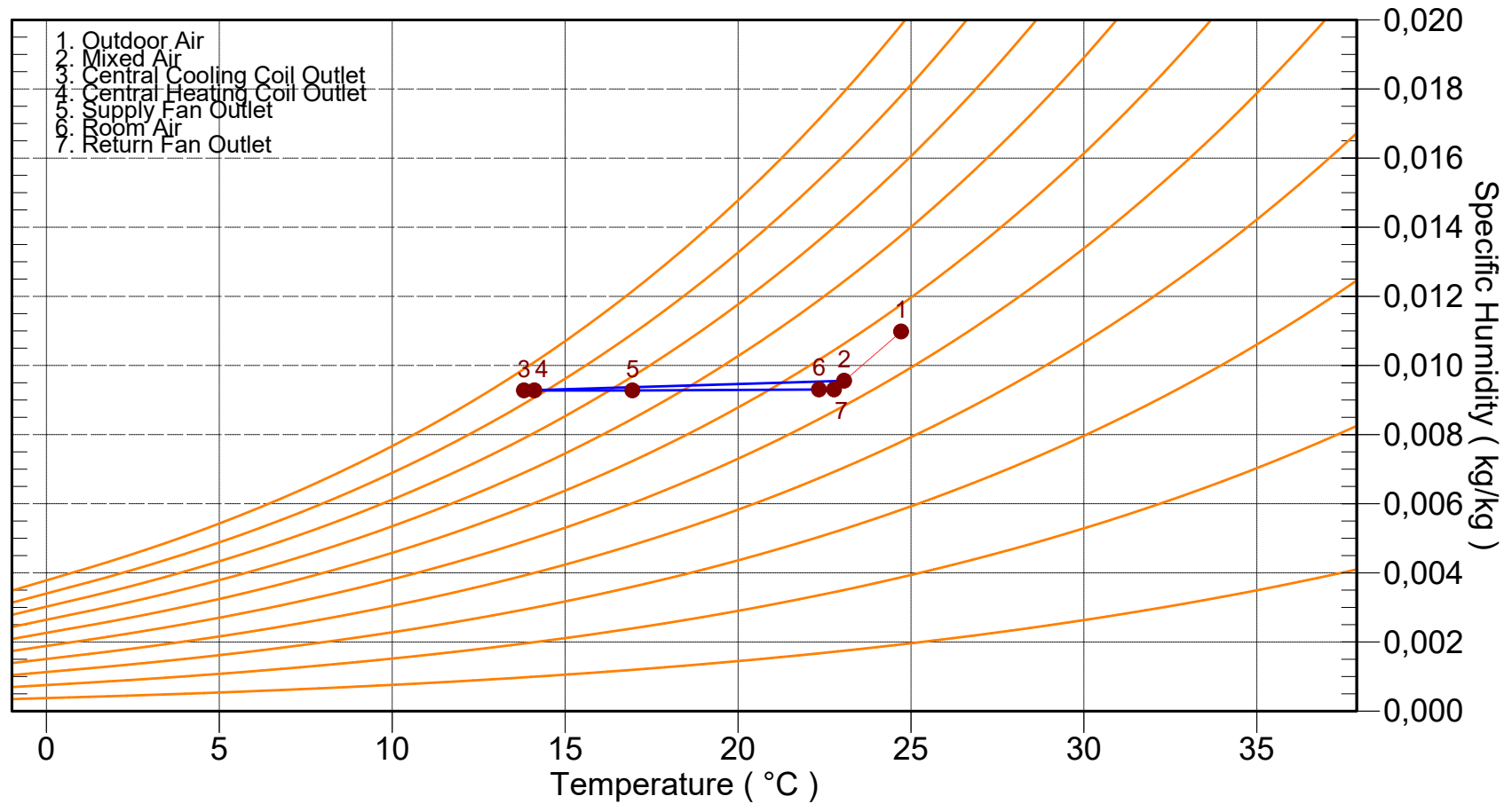
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2909,7 W/(L/s)

Site Altitude = 109,0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
IB01	-274	Deadband	-241	20,4	3190	457	0	0
IB17	-39	Deadband	-34	20,4	304	457	0	0
IB15	-46	Deadband	-40	20,4	322	457	0	0
IB16	-161	Deadband	-140	20,4	1196	457	0	0

Location: Sintra, Portugal
Altitude: 109,0 m.
Data for: August DESIGN COOLING DAY, 1700



Apêndice F

Projeto de um sistema AVAC para enchimento assético de injetáveis

Margarida Fernandes

Fichas Técnicas de Equipamentos

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	ELABORADO	VERIFICADO

Designação do Equipamento ou Material	Nº da Ficha
Unidades de Tratamento de Ar	1
Ventiladores de Extração	2
Difusores de Insuflação	3
Grelhas de Retorno	4
Conduatas	5
Registos de caudal de ar Constante	6
Registos de Caudal de Ar Motorizados	7
Sistema de controlo	8

FICHA Nº 1	
Material /Equipamento	Unidade de Tratamento de Ar
Quantidade:	2
Designação do Projeto:	UTA.GER / UTA
Marca e Modelo de referência:	EVAC, UTA 70 ZL 70 e UTA 80 ZL 70
Local de Montagem:	Ver peças desenhadas
Normas, Códigos e Regulamentos a observar	
EUROVENT; EN 13053 (Classe A ou B). NP EN 1886: Fuga nos filtros: F9; Transmissão térmica: T2; Fator de pontes térmicas: TB2; A classe de filtração será de acordo com as normas EUROVENT 4/9 e EN 779.	
Características de Funcionamento	
Designação do Projeto	UTA.GER
Zona que serve	Zona 2
Descrição	Para interior; montagem horizontal. UTA constituída por duplo registo de caudal de ar motorizado; secção de mistura; pré-filtro G4; serpentina de arrefecimento; secção vazia; serpentina de aquecimento; secção vazia; ventilador de insuflação centrífugo do tipo "plug-fan" com variação de frequência; secção vazia; filtro terminal saco tipo F9.
Características Gerais (Cálculo):	
Caudal de Insuflação (l/s)	3 145
Caudal de Ar Novo (l/s)	472
Caudal de Retorno (l/s)	2 673
Caudal de Extração (l/s)	na
Insuflação (Cálculo):	
Pressão Estática Disponível (Pa)	1 100
Potência Estimada do Motor (kW)	12,0
Serpentina de Arrefecimento:	
Potência de Arrefecimento Total máxima (kW)	16,05
Condições do Ar à Entrada (Ts °C / HR %)	23,1 / 49
Condições do Ar à Saída (Ts °C / HR %)	18,9/ 63
Temperaturas da Água Arrefecida (°C / °C)	7,0 / 12,0
Caudal de Água (l/h)	2,76
Serpentina de Aquecimento:	
Potência de Aquecimento (kW)	53,23
Condições do Ar à Entrada (Ts °C / HR %)	18,5 / 56
Condições do Ar à Saída (Ts °C / HR %)	32,4 / 25
Temperaturas da Água Aquecida (°C / °C)	45 / 40
Caudal de Água (l/h)	9,223
Velocidade facial máxima de 2,5 m/s	
Características Construtivas e de Montagem	

Módulo de mistura de 2 vias, constituído pelo registo de caudal de ar novo e pelo registo de caudal de extração/recirculação, montados no interior da unidade, ambos formados por lâminas paralelas de alumínio, em contra-rotação, de ação proporcional. As lâminas são munidas de junta de vedação em borracha. Os mecanismos de interligação das lâminas são exteriores ao fluxo de ar, dispondo de indicador de posição. Registos com classificação Classe 2 de acordo com a norma EN 1751.

Pré filtro constituído por manta filtrante plissada no interior de duas malhas de arame zincado electro-soldado. Classe de eficiência G4 de acordo com a norma EN 779 (Coarse 75%, ISO 16890) e caixilho metálico deslizante em calhas em U para fácil substituição. Sistema de suporte/fixação com classe de by-pass aos filtros G1-F5, conforme a norma EN 1886. A perda de carga do filtro a considerar será na situação de filtros médios (para uma perda de carga final de acordo com a norma EN 13053:2018). Secção dotada de pressostato diferencial.

Secção de arrefecimento, com bateria a água executada em tubos de cobre expandidos no interior de alhetas em alumínio. Os coletores de entrada e saída de água são em tubo de aço, devidamente tratado contra a corrosão. Os caixilhos e sistema estrutural são em aço inox AISI 304L. A bateria é dimensionada para uma baixa velocidade (efetiva) de passagem do ar através da superfície alhetada (inferior a 2,5 m/s) e para uma baixa perda de carga da água (inferior 30 kPa). Esta secção é provida de tabuleiro de recolha de condensados em aço inoxidável AISI 304L (aço 1.4307, de acordo com a norma EN 10088-1), com volume de acumulação mínimo e sifão com altura mínima de 40 mmCA.

Secção de aquecimento com bateria a água executada em tubos de cobre expandidos no interior de alhetas em alumínio. Os coletores de entrada e saída de água, assim como os respetivos caixilhos e sistema estrutural, são em tubo de aço, devidamente tratado contra a corrosão. A bateria é dimensionada para uma baixa velocidade (efetiva) de passagem do ar através da superfície alhetada (inferior a 2,5 m/s) e para uma baixa perda de carga da água (inferior 30 kPa).

Ventilador de insuflação, do tipo "PLUG FAN - EC", executado em material compósito / liga de alumínio, sendo as turbinas dinâmicas e estaticamente equilibradas.

É criteriosamente dimensionado para um elevado rendimento mecânico e baixo nível de ruído, garantindo a classe mínima, de acordo com a norma EN13779, SFP 3. Será dimensionado e selecionado para a situação de filtros colmatados, de acordo com os valores máximos de perda de carga indicados pela norma EN 13053:2018.

Os motores elétricos são do tipo EC, integrando variador de frequência com PID, permitindo a regulação de caudal de ar através de um sinal exterior de 0 a 10V ou 4 a 20mA. Proteção mecânica IP55 segundo CEI34, classe de isolamento F e classe de eficiência energética mínima equivalente à classe IE5 de acordo com a norma IEC 60034-30. Inclui proteção

térmico-magnética do motor e saída digital para sinalização de alarme, permitindo variação do caudal de 10 a 100%. É feita a programação, em fábrica, para as condições de projeto. Secção dotada de interruptor de corte local e óculo e iluminação interior.

Filtro de bolsas (saco) com elevada área de filtração, em manta sintética selada por ultrasons, montado em caixilho metálico com adequada junta de estanquicidade e deslizante em calhas metálicas em U para fácil substituição. Sistema de suporte/fixação com classe de by-pass aos filtros F9, conforme a norma EN 1886. Classe de eficiência F9 de acordo com a norma EN 779 (ePM1.0 80%, ISO 16890). A perda de carga do filtro a considerar será na situação de filtros médios (para uma perda de carga final de acordo com a norma EN 13053: 2018). Como referência, não deverá ser ultrapassado o valor de perda de carga inicial indicado na tabela de características. Secção dotada de pressostato diferencial.

FICHA Nº 1	
Material /Equipamento	Unidade de Tratamento de Ar
Quantidade:	2
Designação do Projeto:	UTA.GER / UTA
Marca e Modelo de referência:	EVAC, UTA 70 ZL 70 e UTA 80 ZL 70
Local de Montagem:	Ver peças desenhadas
Normas, Códigos e Regulamentos a observar	
EUROVENT; EN 13053 (Classe A ou B). NP EN 1886: Fuga nos filtros: F9; Transmissão térmica: T2; Fator de pontes térmicas: TB2; A classe de filtração será de acordo com as normas EUROVENT 4/9 e EN 779.	
Características de Funcionamento	
Designação do Projeto	UTA
Zona que serve	Zona 1
Descrição	Para interior; montagem horizontal. UTA constituída por duplo registo de caudal de ar motorizado; secção de mistura; pré-filtro G4; serpentina de arrefecimento; secção vazia; serpentina de aquecimento; secção vazia; ventilador de insuflação centrífugo do tipo "plug-fan" com variação de frequência; secção vazia; filtro terminal saco tipo F9.
Características Gerais (Cálculo):	
Caudal de Insuflação (l/s)	5 020
Caudal de Ar Novo (l/s)	753
Caudal de Retorno (l/s)	4 267
Caudal de Extração (l/s)	na
Insuflação (Cálculo):	
Pressão Estática Disponível (Pa)	1 100
Potência Estimada do Motor (kW)	12,0
Serpentina de Arrefecimento:	
Potência de Arrefecimento Total máxima (kW)	63,03
Condições do Ar à Entrada (Ts °C / HR %)	23,1 / 49
Condições do Ar à Saída (Ts °C / HR %)	13,5/ 87
Temperaturas da Água Arrefecida (°C / °C)	7,0 / 12,0
Caudal de Água (l/h)	10,849
Serpentina de Aquecimento:	
Potência de Aquecimento (kW)	43,87
Condições do Ar à Entrada (Ts °C / HR %)	18,4 / 56
Condições do Ar à Saída (Ts °C / HR %)	25,6 / 36
Temperaturas da Água Aquecida (°C / °C)	45 / 40
Caudal de Água (l/h)	7,602
Velocidade facial máxima de 2,5 m/s	
Características Construtivas e de Montagem	

Módulo de mistura de 2 vias, constituído pelo registo de caudal de ar novo e pelo registo de caudal de extração/recirculação, montados no interior da unidade, ambos formados por lâminas paralelas de alumínio, em contra-rotação, de ação proporcional. As lâminas são munidas de junta de vedação em borracha. Os mecanismos de interligação das lâminas são exteriores ao fluxo de ar, dispondo de indicador de posição. Registos com classificação Classe 2 de acordo com a norma EN 1751.

Pré filtro constituído por manta filtrante plissada no interior de duas malhas de arame zincado electro-soldado. Classe de eficiência G4 de acordo com a norma EN 779 (Coarse 75%, ISO 16890) e caixilho metálico deslizante em calhas em U para fácil substituição. Sistema de suporte/fixação com classe de by-pass aos filtros G1-F5, conforme a norma EN 1886. A perda de carga do filtro a considerar será na situação de filtros médios (para uma perda de carga final de acordo com a norma EN 13053:2018). Secção dotada de pressostato diferencial.

Secção de arrefecimento, com bateria a água executada em tubos de cobre expandidos no interior de alhetas em alumínio. Os coletores de entrada e saída de água são em tubo de aço, devidamente tratado contra a corrosão. Os caixilhos e sistema estrutural são em aço inox AISI 304L. A bateria é dimensionada para uma baixa velocidade (efetiva) de passagem do ar através da superfície alhetada (inferior a 2,5 m/s) e para uma baixa perda de carga da água (inferior 30 kPa). Esta secção é provida de tabuleiro de recolha de condensados em aço inoxidável AISI 304L (aço 1.4307, de acordo com a norma EN 10088-1), com volume de acumulação mínimo e sifão com altura mínima de 40 mmCA.

Secção de aquecimento com bateria a água executada em tubos de cobre expandidos no interior de alhetas em alumínio. Os coletores de entrada e saída de água, assim como os respetivos caixilhos e sistema estrutural, são em tubo de aço, devidamente tratado contra a corrosão. A bateria é dimensionada para uma baixa velocidade (efetiva) de passagem do ar através da superfície alhetada (inferior a 2,5 m/s) e para uma baixa perda de carga da água (inferior 30 kPa).

Ventilador de insuflação, do tipo "PLUG FAN - EC", executado em material compósito / liga de alumínio, sendo as turbinas dinâmicas e estaticamente equilibradas.

É criteriosamente dimensionado para um elevado rendimento mecânico e baixo nível de ruído, garantindo a classe mínima, de acordo com a norma EN13779, SFP 3. Será dimensionado e selecionado para a situação de filtros colmatados, de acordo com os valores máximos de perda de carga indicados pela norma EN 13053:2018.

Os motores elétricos são do tipo EC, integrando variador de frequência com PID, permitindo a regulação de caudal de ar através de um sinal exterior de 0 a 10V ou 4 a 20mA. Proteção mecânica IP55 segundo CEI34, classe de isolamento F e classe de eficiência energética mínima equivalente à classe IE5 de acordo com a norma IEC 60034-30. Inclui proteção

térmico-magnética do motor e saída digital para sinalização de alarme, permitindo variação do caudal de 10 a 100%. É feita a programação, em fábrica, para as condições de projeto. Secção dotada de interruptor de corte local e óculo e iluminação interior.

Filtro de bolsas (saco) com elevada área de filtração, em manta sintética selada por ultrasons, montado em caixilho metálico com adequada junta de estanquicidade e deslizante em calhas metálicas em U para fácil substituição. Sistema de suporte/fixação com classe de bypass aos filtros F9, conforme a norma EN 1886. Classe de eficiência F9 de acordo com a norma EN 779 (ePM1.0 80%, ISO 16890). A perda de carga do filtro a considerar será na situação de filtros médios (para uma perda de carga final de acordo com a norma EN 13053: 2018). Como referência, não deverá ser ultrapassado o valor de perda de carga inicial indicado na tabela de características. Secção dotada de pressostato diferencial.

FICHA Nº 2

Material /Equipamento	Ventiladores de Extração
Quantidade:	2
Designação do Projeto:	VE.GER / VE
Marca e Modelo de referência:	EVAC
Local de Montagem:	Ver peças desenhadas

Normas, Códigos e Regulamentos a observar

EUROVENT; EN 13053 (Classe A ou B).
NP EN 1886: Fuga nos filtros: F9; Transmissão térmica: T2; Fator de pontes térmicas: TB2;

Características de Funcionamento

Designação	Modelo	Caudal (l/s)	Pressão Estática Disponível (Pa)	Potência do Motor (kW)
VE.GER	UTA 10 ZL 70	707	250	0,78
VE	UTA 5 ZL 70	348	250	0,5

Alimentação trifásica 230/400V-50Hz ou 400V-50Hz.
Temperatura ambiental de trabalho: de -20°C a +50°C.
As pressões estáticas disponíveis indicadas deverão ser revistas pelo instalador após determinação dos encaminhamentos definitivos de condutas e dos equipamentos a instalar.

Características Construtivas e de Montagem

Estrutura interior em alumínio tratado. Calhas interiores em Aluzinc/Epoxy. Painéis duplos com isolamento de poliuretano com densidade 44 kg/m³ e lã mineral com 100 kg/m³.
Chapa exterior em Aluzinc (AZ185)
Chapa interior em Aluzinc (AZ185)
Unidade para montagem à intempérie

Características Dimensionais

Ver peças desenhadas

Notas

FICHA Nº 3	
Material /Equipamento	Difusores de Insuflação
Quantidade:	46
Designação do Projeto:	DI.IB01 – DI.IB17
Marca e Modelo de referência:	France Air, Clean Box 3 PLC TP
Local de Montagem:	Ver peças desenhadas
Normas, Códigos e Regulamentos a observar	
Características de Funcionamento	
<p>Difusor quadrado composto por filtro + pleno + difusor.</p> <p>Caudais e alcances conforme representados nos desenhos.</p> <p>Filtragem terminal em salas bancas de risco, insuflação e retorno com fluxo não unidirecional.</p> <p>Caixa porta-filtros adequado para zonas classificadas de ISO 8 a ISO 6. Solução concebida para os requisitos das indústrias farmacêutica, agroalimentar, químicas, espaciais, entre outras.</p>	
Características Construtivas e de Montagem	
<p><u>Caixa:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Caixa em chapa de aço a 15/10, pintada de branco RAL 9010, soldadura contínua. - Sistema de fixação universal em painéis do tipo sandwich. - Plano de junta de uma só peça no centro para garantir a estanquidade total. Fixação dos filtros sem ferramentas através de cliques automáticos. - 4 tomas de pressão a 90° C, estanquidade garantida através de tubo transparente com diâmetro interno de 6 mm instaladas a montante / jusante para medir a colmatação do filtro a partir da sala. - O sistema permite a injeção de aerossol para os testes de integridade no local. <p><u>Difusores:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Difusores nos rebordos periféricos da caixa (aço pintado a branco RAL 9010). - Grelha MCPF e chapa de obturação de apoio com junta (aço pintado a branco RAL 9010). - Filtros de insuflação: Para as caixas X.X.66/110: FR EFI MPL e MPP (mini plissado, H14 e U15). 	
Características Dimensionais	
Ver peças desenhadas	
Notas	

FICHA Nº 4

Material /Equipamento	Grelhas de Retorno
Quantidade:	23
Designação do Projeto:	GR.IB01 – GR.IB17
Marca e Modelo de referência:	France Air, GFF SP
Local de Montagem:	Ver peças desenhadas
Normas, Códigos e Regulamentos a observar	
ISO 14644	
Características de Funcionamento	
<ul style="list-style-type: none">- Dimensionamento de modo a não provocarem ruído (NC40).- Retorno de ar nos blocos operatórios com filtragem ePM10 65% (M6).- Aplicação na indústria farmacêutica, cosmética (extração de pós), entre outras.- Grelha de retorno para filtragem dupla com filtros gravimétrico 75%ePM1 60% (G4F7).	
Características Construtivas e de Montagem	
<ul style="list-style-type: none">- Grelha quadrada (20 x 20 mm) em aço galvanizado, pintura epóxi, cor branca RAL 9010. Fecho através de íman.- Aro porta-filtro fixado diretamente com parafusos na divisória, no teto ou o pleno.- Filtros fixados de forma estanque por ganchos amovíveis (filtros vendidos separadamente). Toma de pressão integrada.	
Características Dimensionais	
Ver peças desenhadas	
Notas	

FICHA Nº 5

Material /Equipamento	Condutas de Ar metálicas
Quantidade:	Ver peças desenhadas
Designação do Projeto:	-
Marca e Modelo de referência:	Sandometal, Sistema SPIRO
Local de Montagem:	Ver peças desenhadas

Normas, Códigos e Regulamentos a observar

- NP EN 1505 e NP EN 1506 (dimensões para condutas e acessórios retangulares e circulares metálicos);
- NP EN 1751 (ensaio aerodinâmico de registos e válvulas);
- EN 12097 (requisitos dos componentes para facilitar a manutenção); EN 12220 (dimensões de flanges circulares metálicos);
- NP EN 12236 (suportes e suspensões de condutas. Requisitos para a resistência mecânica);
- EN 12237 (resistência à pressão interior e estanquidade de condutas circulares metálicas);
- NP EN 13180 (dimensões e requisitos mecânicos para condutas flexíveis);
- EN 13779.

Características de Funcionamento

Destinam-se ao transporte de ar tratado, de retorno e de extração

Classe de estanquidade B, segundo a EN 12237

Características Construtivas e de Montagem

Condutas com ligação do tipo SpiroSystem, conforme as normas DW142 class C (Eurovent 2.2 = IV DIN 24194).

Ligação rápida e equipada com vedante EPDM montado em fábrica.

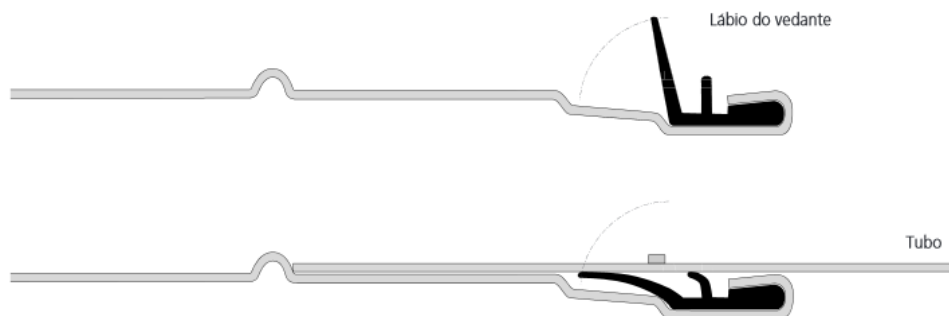
O vedante isento de solventes assegura uniões fiáveis e sem fugas.

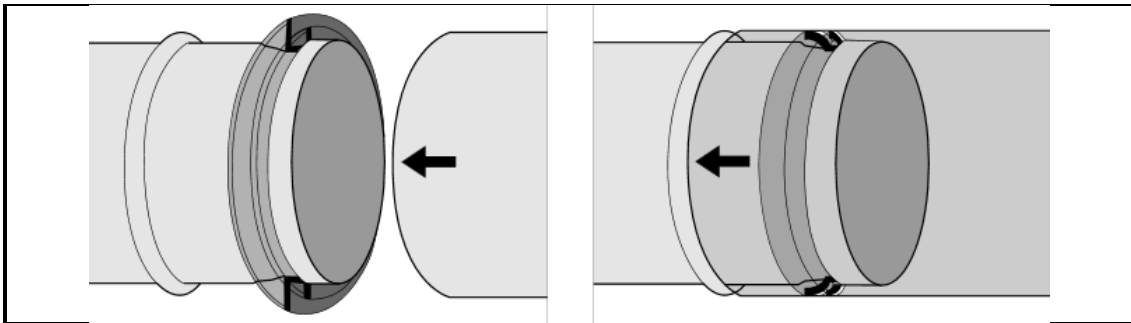
Temperaturas de trabalho: -30 a +100°C

Pressão positiva de trabalho até 3000 Pa.

Pressão negativa de trabalho até 5000 Pa.

Pormenor do vedante na ligação de condutas:



**Características Dimensionais**

Ver peças desenhadas

Notas

As condutas deverão ser transportadas e armazenadas em condições de limpeza e ausência de água ou humidade. Como garantia de qualidade no que diz respeito aos suportes e amarrações, aconselha-se a utilização da marca MüPRO, ou equivalente.

FICHA Nº 6

Material /Equipamento	Registos de Caudal de Ar Constante
Quantidade:	Ver peças desenhadas
Designação do Projeto:	RC.IB01 – RC.IB17
Marca e Modelo de referência:	TROX, modelo RN
Local de Montagem:	Ver peças desenhadas

Normas, Códigos e Regulamentos a observar

- DIN EN 1751 classe A.
- DIN 4102

Características de Funcionamento

De modo a garantir o equilíbrio de caudal nos diversos pontos da instalação deverão ser usados reguladores automáticos de caudal de ar, de funcionamento mecânico ajustável para o(s) valor(es) pretendido(s) manual ou automaticamente (com motor no caso de 2 ou mais pontos de ajuste) mantendo uma precisão de $\pm 5\%$, para uma gama de variação de caudal até 4:1.

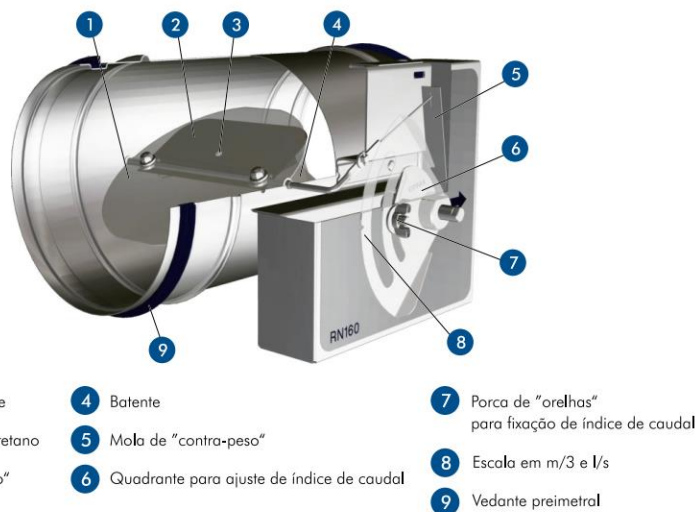
Deve permitir uma instalação imediata, pronta a funcionar sem necessidade de equilíbrio. A escala de regulação, localizada no exterior, deverá ser de fácil leitura (escala em m^3/h e l/s). O seu funcionamento baseia-se numa tomada de pressão na face da lamina exposta à passagem de caudal, interligada a uma bolsa insuflável na face oposta, que em função da variação de pressão sentida obrigará a bolsa insuflável a “encher” e assim compensar o excesso de caudal, de modo a manter este num valor constante.

Este equilíbrio será conseguido através da atuação concertada do atrás descrito, com uma mola calibrada em fábrica que é atuada, quando se regula o caudal pretendido, indicado na escala exterior.

Características Construtivas e de Montagem

Corpo e lâmina de Chapa de aço galvanizado e “Balão” de Poliuretano

COMPOSIÇÃO



Características Dimensionais

Ver peças desenhadas

Notas

FICHA Nº 7

Material /Equipamento	Registos de Caudal de Ar Motorizados
Quantidade:	Ver peças desenhadas
Designação do Projeto:	RM.IB01 – RM.IB17
Marca e Modelo de referência:	TROX, modelo TVE
Local de Montagem:	Ver peças desenhadas
Normas, Códigos e Regulamentos a observar	
- DIN EN 1751 classe C.	
Características de Funcionamento	
Gama de pressão diferencial de: - 50 a 900 Pa (sensor dinâmico) - 50 a 600 Pa (sensor estático). Fácil ajuste e reajuste do caudal de ar da gama de controlo - sem recorrer a aparelhos de medição. Indicador digital de caudal de ar instantâneo (modelos específicos com indicador). Estanqueidade da caixa: classe C (EN 1751) Estanqueidade da lâmina: DN 100 - 160 classe 3 (EN 1751) DN 200 - 400 classe 4 (EN 1751)	
Características Construtivas e de Montagem	
Caixa em chapa de aço galvanizado; lâmina basculante veio e chumaceiras em material plástico PA6, com comportamento ao fogo UL94: V-0; rebordo da lâmina em plástico TPU, resistente às microbactérias.	
Características Dimensionais	
Ver peças desenhadas	
Notas	

FICHA Nº 8

Material /Equipamento	Sistema de Controlo
Quantidade:	-
Designação do Projeto:	-
Marca e Modelo de referência:	CAREL
Local de Montagem:	-
Normas, Códigos e Regulamentos a observar	
- DIN EN 1751 classe C.	
Características de Funcionamento	
<p>A unidade é completamente independente e autónoma, podendo, no entanto, ser monitorizada e controlada através de um sistema de Gestão Centralizada, através de uma placa de comunicação que fará a interligação entre ambas.</p> <p>Todo o controlo da unidade é montado e testado em fábrica, tornando a instalação e o arranque em obra mais fácil e rápido, necessitando apenas de alimentação elétrica e hidráulica, assim como das ligações aerólicas à rede de condutas.</p> <p>O sistema de controlo integra um software próprio, desenvolvido tendo em particular atenção a modularidade das unidades de tratamento de ar. Assim sendo, o controlo é adaptável às exigências e necessidades de cada situação, podendo-se alterar a filosofia de controlo alterando apenas alguns parâmetros (mesmo em obra) de um modo "user friendly". Toda a aplicação, assim como o seu manual, se encontram redigidos integralmente na língua portuguesa.</p> <p>A unidade é programada para:</p> <ul style="list-style-type: none">· Controlo da temperatura e humidade relativa de extração· Controlo do caudal de ar (função do estado de colmatação dos filtros) <p>A aplicação controlará o funcionamento do ventilador, o funcionamento dos registos de caudal, o funcionamento das baterias, o funcionamento da caixa de mistura (modelação dos registos), etc., otimizando deste modo o desempenho energético global da unidade.</p> <p>O ventilador, assim como todo o equipamento elétrico integrado na unidade (à exceção do módulo de produção de vapor, quando aplicável), será alimentado a partir do quadro elétrico integrado na própria unidade.</p> <p>O arranque da máquina será temporizado de forma a permitir a abertura prévia do registo de lâminas opostas de duas posições na entrada de ar, quando aplicável.</p> <p>Os filtros são continuamente monitorizados, transmitindo um sinal de alarme, em caso de anomalia ou mau funcionamento.</p> <p>O quadro elétrico apresenta ainda as respetivas sinalizações de funcionamento e estado do ventilador, assim como a sinalização do disparo do térmico do motor.</p>	
Características Construtivas e de Montagem	

Quadro Elétrico composto por:

- Controlador por Microprocessador
- Placa de relógio
- Placa de comunicação RS 485 para protocolo MODBUS para ligação à GTC~
- Interruptor de corte geral
- Proteções térmicas e magnéticas para o motor de insuflação
- Proteção de circuitos auxiliares
- Contacto para ligar/desligar remoto
- Contacto seco para avaria/alarme
- Visor de controlo e parametrização para instalação local (QE) ou remoto

Material de campo instalado na unidade:

- Sonda de temperatura exterior (ar novo)
- Sonda de temperatura de insuflação
- Sonda de temperatura e humidade ambiente (extracção)
- Válvula de 3 vias modulante para bateria de água arrefecida/aquecida
- Pressostatos diferenciais para sinalização do estado de colmatação dos filtros
- Transmissor de pressão para ventilador de insuflação
- Servomotores proporcionais para registo de caudal de ar

Características Dimensionais

Ver peças desenhadas

Notas

Apêndice G

Difusores de insuflação

Sala	Caudal insuflação (l/s)	Caudal insuflação (m3/h)	Nº Difusores	Caudal/difusor (l/s)	Caudal/difusor (m3/h)	Modelo	Designação em planta
IB01	3190	11484	12	265,83	957	Clean Box 3 PLC 6.6.66 TP France Air	DI.B01.01-12
IB02	130	468	1	130	468	Clean Box 3 PLC 3.6.66 TP France Air	DI.B02
IB03	125	450	1	125	450	Clean Box 3 PLC 3.6.66 TP France Air	DI.B03
IB04	50	180	1	50	180	Clean Box 3 PLC 3.3.66 TP France Air	DI.B04
IB05	50	180	1	50	180	Clean Box 3 PLC 3.3.66 TP France Air	DI.B05
IB06	260	936	2	130	468	Clean Box 3 PLC 3.6.66 TP France Air	DI.B06.01-02
IB07	275	990	2	137,5	495	Clean Box 3 PLC 3.6.66 TP France Air	DI.B07.01-02
IB08	1135	4086	6	189,17	681	Clean Box 3 PLC 3.6.110 TP France Air	DI.B08.01-06
IB09	120	432	1	120	432	Clean Box 3 PLC 3.3.110 TP France Air	DI.B09
IB10	120	432	1	120	432	Clean Box 3 PLC 3.3.110 TP France Air	DI.B10
IB11	420	1512	2	210	756	Clean Box 3 PLC 3.6.110 TP France Air	DI.B11.01-02
IB12	175	630	2	87,5	315	Clean Box 3 PLC 3.3.110 TP France Air	DI.B12.01-02
IB13	175	630	2	87,5	315	Clean Box 3 PLC 3.3.110 TP France Air	DI.B13.01-02
IB14	95	342	1	95	342	Clean Box 3 PLC 3.3.110 TP France Air	DI.B14
IB15	325	1170	2	162,5	585	Clean Box 3 PLC 3.6.110 TP France Air	DI.B15
IB15A	15	54	1	15	54	Clean Box 3 PLC 3.3.66 TP France Air	DI.B15A
IB16	1200	4320	6	200	720	Clean Box 3 PLC 3.6.110 TP France Air	DI.B16.01-06
IB17	305	1098	2	152,5	549	Clean Box 3 PLC 3.6.110 TP France Air	DI.B17.01-02

Apêndice H

Registos de caudal constante

Sala	Caudal insuflação (l/s)	Caudal insuflação (m3/h)	Nº registos	Caudal/registo (l/s)	Caudal/registo (m3/h)	Diâmetro Nominal (DN)	Modelo	Designação em planta
IB01	3190	11484	6	531,67	1914	400	Série RN Trox	RC.IB01.01 - 06
IB02	130	468	1	130	468	200	Série RN Trox	RC.IB02
IB03	125	450	1	125	450	200	Série RN Trox	RC.IB03
IB04	50	180	1	50	180	100	Série RN Trox	RC.IB04
IB05	50	180	1	50	180	100	Série RN Trox	RC.IB05
IB06	260	936	1	260	936	315	Série RN Trox	RC.IB06
IB07	275	990	1	275	990	315	Série RN Trox	RC.IB07
IB08	1135	4086	1	378,3	1361,8	315	Série RN Trox	RC.IB08.01
			4	189,16	680,9	250	Série RN Trox	RC.IB08.02 -05
IB09	120	432	1	120	432	200	Série RN Trox	RC.IB09
IB10	120	432	1	120	432	200	Série RN Trox	RC.IB10
IB11	420	1512	1	420	1512	400	Série RN Trox	RC.IB11
IB12	175	630	1	175	630	250	Série RN Trox	RC.IB12
IB13	175	630	1	175	630	250	Série RN Trox	RC.IB13
IB14	95	342	1	95	342	200	Série RN Trox	RC.IB14
IB15	325	1170	1	325	1170	315	Série RN Trox	RC.IB15
IB15A	15	54	1	15	54	80	Série RN Trox	RC.IB15A
IB16	1200	4320	3	400	1440	400	Série RN Trox	RC.IB16.01-03
IB17	305	1098	1	305	1098	315	Série RN Trox	RC.IB17

Apêndice I

Grelhas de Retorno

Sala	Caudal Retorno (l/s)	Caudal Retorno (m3/h)	Nº Grelhas	Caudal /grelha (m3/h)	Modelo	Designação em planta
IB01	3030	10908	6	1818	GFF SP 4.6 France Air	GR.IB01.01-06
IB02	130	468	1	468	GFF SP 3.3 France Air	GR.IB02
IB03	125	450	1	450	GFF SP 3.3 France Air	GR.IB03
IB04	50	180	1	180	GFF SP 3.1 France Air	GR.IB04
IB05	50	180	1	180	GFF SP 3.1 France Air	GR.IB05
IB06	260	936	1	936	GFF SP 4.6 France Air	GR.IB06
IB07	275	990	1	990	GFF SP 3.6 France Air	GR.IB07
IB08	1370	3241	1	3241	GFF SP 7.7 France Air	GR.IB08
IB09	170	612	1	612	GFF SP 3.5 France Air	GR.IB09
IB10	130	468	1	468	GFF SP 3.3 France Air	GR.IB10
IB11	370	1332	1	1332	GFF SP 5.6 France Air	GR.IB11
IB12	165	594	1	594	GFF SP 3.5 France Air	GR.IB12
IB13	165	594	1	594	GFF SP 3.5 France Air	GR.IB13
IB14	95	342	1	342	GFF SP 3.3 France Air	GR.IB14
IB15	215	774	1	774	GFF SP 3.5 France Air	GR.IB15
IB15A	75	270	1	270	GFF SP 4.1 France Air	GR.IB15A
IB16	1150	3021	1	3021	GFF SP 7.7 France Air	GR.IB16
IB17	220	792	1	792	GFF SP 3.5 France Air	GR.IB17

Apêndice J

Registos de caudal motorizados

Sala	Caudal Extração (l/s)	Caudal Extração (m3/h)	Nº registos	Caudal/registo (m3/h)	Diâmetro Nominal (DN)	Modelo	Designação em Planta
IB01	3030	10908	6	1818	400	Série TVE Trox	RM.IB01.01- 06
IB02	130	468	1	468	250	Série TVE Trox	RM.IB02
IB03	125	450	1	450	250	Série TVE Trox	RM.IB03
IB04	50	180	1	180	160	Série TVE Trox	RM.IB04
IB05	50	180	1	180	160	Série TVE Trox	RM.IB05
IB06	260	936	1	936	400	Série TVE Trox	RM.IB06
IB07	275	990	1	990	400	Série TVE Trox	RM.IB07
IB08	1370	4932	1	4932	400	Série TVE Trox	RM.IB08
IB09	170	612	1	612	315	Série TVE Trox	RM.IB09
IB10	130	612	1	612	250	Série TVE Trox	RM.IB10
IB11	370	1332	1	1332	400	Série TVE Trox	RM.IB11
IB12	165	594	1	594	315	Série TVE Trox	RM.IB12
IB13	165	594	1	594	315	Série TVE Trox	RM.IB13
IB14	95	342	1	342	250	Série TVE Trox	RM.IB14
IB15	215	774	1	774	315	Série TVE Trox	RM.IB15
IB15A	75	270	1	270	200	Série TVE Trox	RM.IB15A
IB16	1150	4140	1	4140	400	Série TVE Trox	RM.IB16
IB17	220	792	1	792	315	Série TVE Trox	RM.IB17

Apêndice K

Condutas					
Diâmetro	Insuflação		Retorno		Total (m)
	UTA.GER (m)	UTA (m)	UTA.GER (m)	UTA (m)	
1000		24,3		32	56,3
800	13,1	26,6	36,8	14,8	91,3
630	2,4	8,5	16	10	36,9
500	11			24,3	35,3
400	6,7	20,60	39,2		66,5
315	13,6	15,8	46,3	8,2	83,9
250	22		50		72
200	4		11,5		15,5
160	2,5		26,8		29,3
100	2,5				2,5

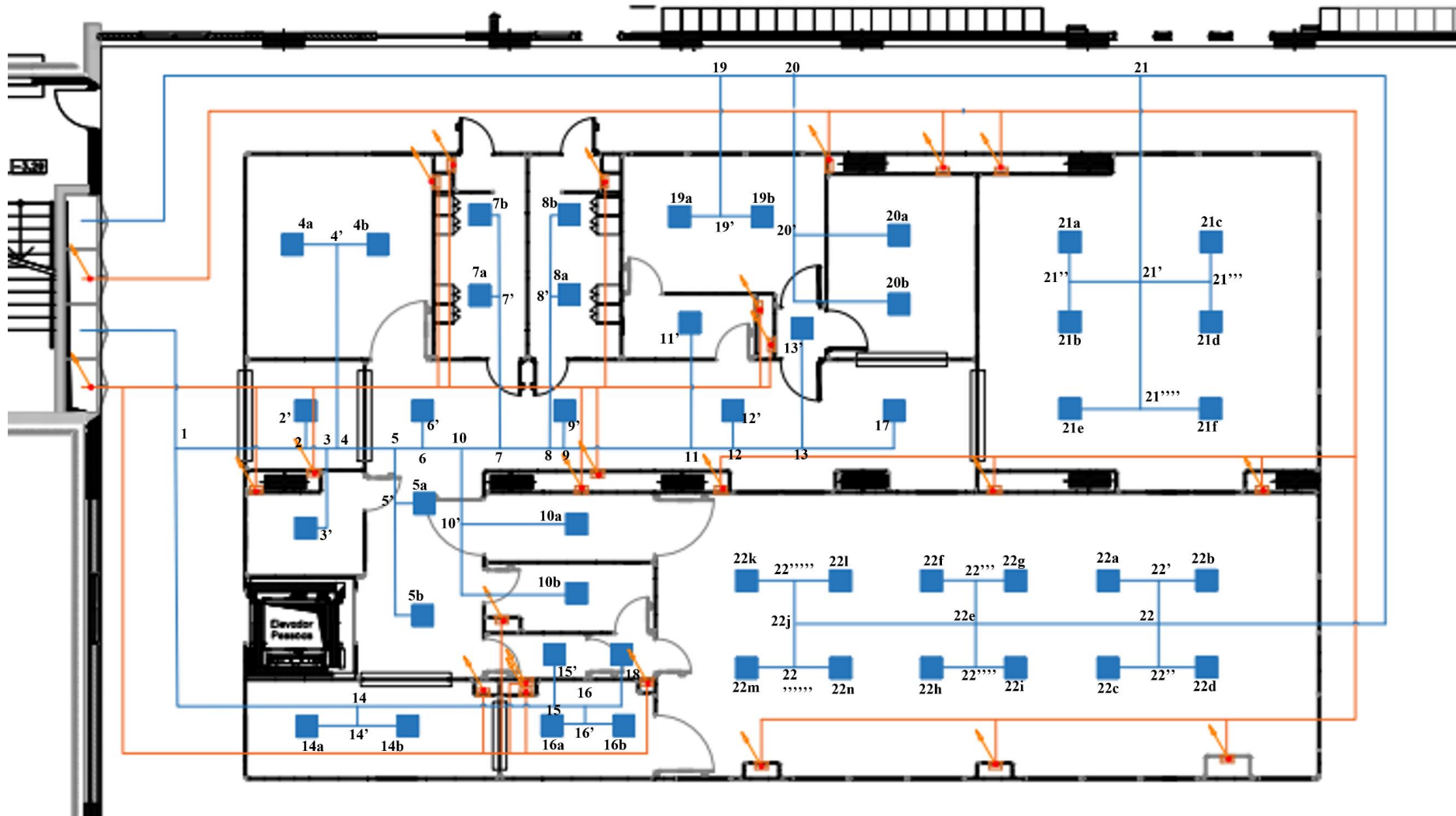
Curvas 90°						
Diâmetro	Insuflação		Retorno		Total	Modelo
	UTA.GER	UTA	UTA.GER	UTA		
1000		6		6	12	BFL 1000 90°
800	5	2	4	2	13	BFL 800 90°
630			1		1	BFL 630 90°
500	1			6	7	BFL 500 90°
400			4		4	BFL 400 90°
315	1	1	3	2	7	BFL 315 90°
250	3		4		7	BFL 250 90°
200	2		1		3	BFL 200 90°
160	1		2		3	BL 160 90°

Reduções						
Diâmetros	Insuflação		Retorno		Total	Modelo
	UTA.GER	UTA	UTA.GER	UTA		
1000 x 800		1		1	2	RCLL 1000 800
800 x 630	1	1		2	4	RCLL 800 630
800 x 500	1				1	RCLL 800 500
800 x 400			1	2	3	RCLL 800 400
800 x 315			1		1	RCLL 800 315
630 x 500	1			2	3	RCLL 630 500
630 x 400		1			1	RCLL 630 400
500 x 400	1			12	13	RCLL 500 400
500 x 315	1				1	RCLL 500 315
400 x 250	1				1	RCLL 400 250
400 x 160	1				1	RCLL 400 160
315 x 160	1				1	RCLL 315 160
250 x 200	12				12	RCLL 250 200

Tês				
Diâmetros	UTA.GER	UTA	Total	Modelo
1000 x 800		2	2	TCL 1000 800
1000 x 630		1	1	TCL 1000 630
1000 x 315		4	4	TCL 1000 315
800 x 800	1		1	TCL 800 800
800 x 630	1		1	TCL 800 630
800 x 500		1	1	TCL 800 500
800 x 400	2	3	5	TCL 800 400
800 x 315	3		3	TCL 800 315
800 x 250	4		4	TCL 800 250
630 x 500		2	2	TCL 630 500
630 x 400	2	2	4	TCL 630 400
630 x 315	2		2	TCL 630 315
630 x 250	2		2	TCL 630 250
500 x 315	2		2	TCL 500 315
500 x 250	1		1	TCL 500 250
400 x 400		6	6	TCL 400 400
400 x 315	2	3	5	TCL 400 315
400 x 250	1		1	TCL 400 250
315 x 315	3	2	5	TCL 315 315
315 x 250	3		3	TCL 315 250
315 x 200	2		2	TCL 315 200
315 x 160	1		1	TCL 315 160
250 x 200	2		2	TCL 250 200
250 x 100	1		1	TCL 250 100

Transformação retangular em circular		Modelo Faclima
Retangular	Circular	Construção de acordo com os desenhos de projecto com indicação das excentricidades e cotas necessárias à sua execução
1000 x 1450	800	
1200 x 1450	1000	
1315 x 1718	800	
1625 x 1718	1000	
1000 x 1450	315	
800 x 1450	315	

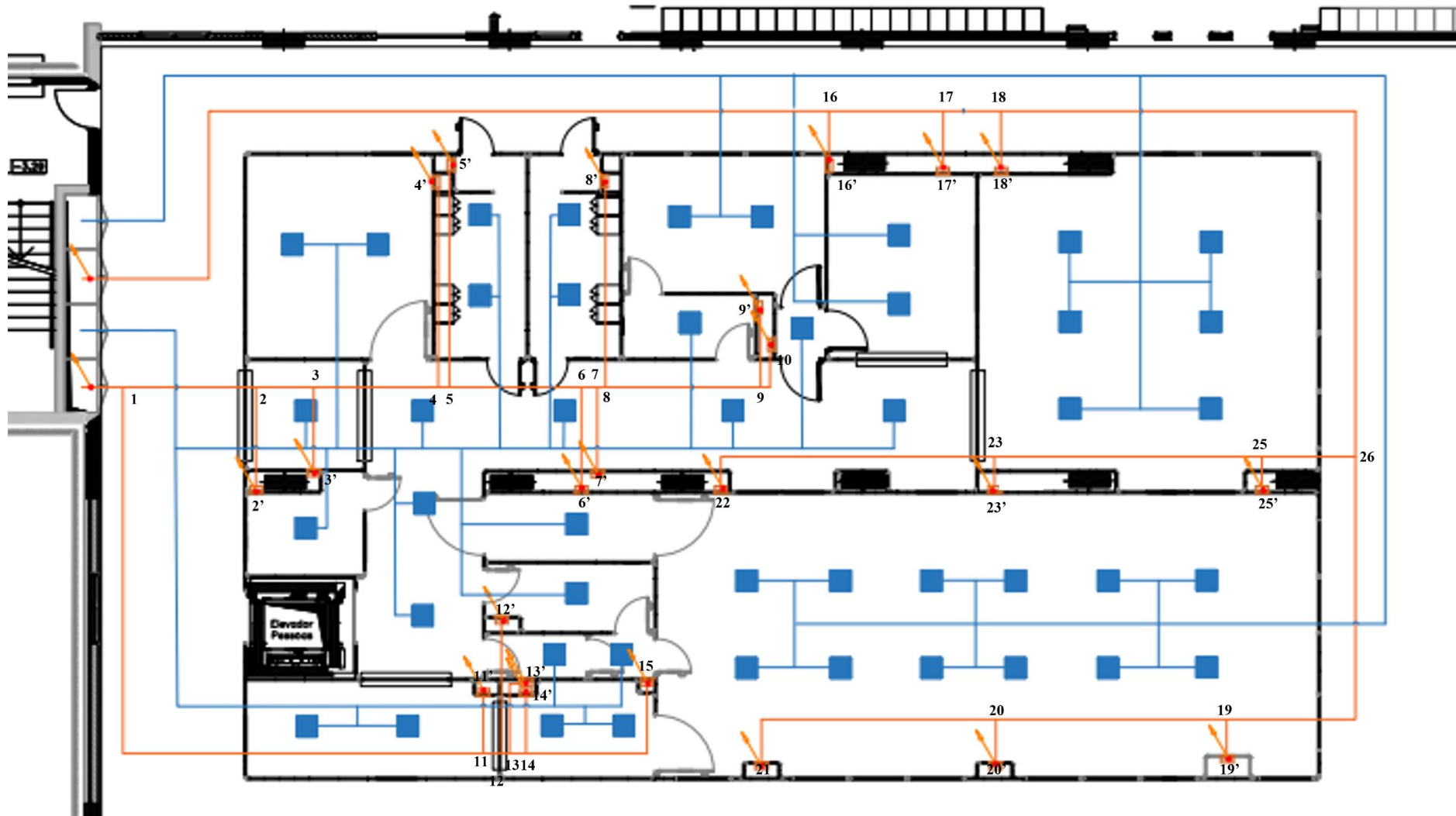
Apêndice L



Troço	Comprimento conduta (m)	Caudal (l/s)	Caudal (m3/s)	Velocidade atribuída (m/s)	Diametro interior (mm)	Diametro Nominal (mm)
0-1	8,00	3145	3,145	7	756,53	800
1-2	2,88	2510	2,51	5	799,68	800
2-2'	0,61	120	0,12	3	225,73	250
2-3	0,70	2390	2,39	5	780,33	800
3-3'	1,93	120	0,12	3	225,73	250
3-4	0,24	2270	2,27	5	760,49	800
4-4'	4,51	420	0,42	5	327,12	400
4'-4a	0,67	210	0,21	3	298,62	315
4'-4b	0,67	210	0,21	3	298,62	315
4-5	1,27	1850	1,85	5	686,54	800
5-5'	1,21	378,32	0,37832	5	310,46	315
5'-5a	0,43	189,16	0,18916	3	283,41	315
5'-5b	2,90	189,16	0,18916	3	283,41	315
5-6	0,61	1471,68	1,47168	5	612,33	630
6-6'	0,61	189,16	0,18916	3	283,41	315
6-10	0,86	1282,52	1,28252	5	571,63	630
10-10'	1,66	255	0,255	5	254,89	315
10'-10a	0,77	130	0,13	3	234,95	250
10'-10b	2,30	125	0,125	3	230,39	250
7-10	0,86	1027,52	1,02752	5	511,65	630
7-7'	3,36	175	0,175	5	211,15	250
7'-7a	0,20	87,5	0,0875	3	192,76	200
7'-7b	1,79	87,5	0,0875	3	192,76	200
7-8	1,10	852,52	0,85252	5	466,05	500
8-8'	3,36	175	0,175	5	211,15	250
8'-8a	0,20	87,5	0,0875	3	192,76	200
8'8b	1,79	87,5	0,0875	3	192,76	200
8-9	0,31	677,52	0,67752	5	415,47	500
9-9'	0,61	189,16	0,18916	3	283,41	315
9-11	1,28	488,36	0,48836	5	352,74	400
11-11'	2,55	95	0,095	3	200,85	250
11-12	0,93	393,36	0,39336	5	316,57	400
12-12'	0,61	189,16	0,18916	3	283,41	315
12-13	1,60	204,2	0,2042	5	228,09	250
13-13'	2,55	15	0,015	3	79,81	100
13-17	2,63	189,16	0,18916	5	219,53	250
1-14	9,68	635	0,635	5	402,22	500
14-14'	0,43	275	0,275	5	264,70	315
14'-14a	0,89	137,5	0,1375	3	241,63	250
14'-14b	0,89	137,5	0,1375	3	241,63	250
14-15	4,36	360	0,36	5	302,85	315
15-15'	0,93	50	0,05	3	145,71	160
15-16	0,68	310	0,31	5	281,04	315
16-16'	0,43	260	0,26	5	257,38	315
16'-16a	0,51	130	0,13	3	234,95	250
16'-16b	0,51	130	0,13	3	234,95	250
16-18	1,48	50	0,05	3	145,71	160

Troço	Comprimento da conduta (m)	Caudal (l/s)	Caudal (m3/s)	Velocidade atribuída (m/s)	Diametro interior (mm)	Diâmetro Nominal (mm)
0'-19	17,34	5020	5,02	7	955,80	1000
19-19'	3,10	325	0,325	5	287,75	315
19'-19a	0,69	162,5	0,1625	3	262,68	315
19'-19b	0,69	162,5	0,1625	3	262,68	315
19-20	3,00	4695	4,695	7	924,34	1000
20-20'	3,50	305	0,305	5	278,76	315
20'-20a	1,18	152,5	0,1525	3	254,47	315
20'-20b	2,71	152,5	0,1525	3	254,47	315
20-21	3,93	4390	4,39	7	893,82	1000
21-21'	4,55	1200	1,2	5	552,93	630
21'-21''	1,57	400	0,4	5	319,23	400
21''-21a	0,66	200	0,2	3	291,42	315
21''-21b	0,66	200	0,2	3	291,42	315
21'-21'''	1,57	400	0,4	5	319,23	400
21'''-21c	0,66	200	0,2	3	291,42	315
21'''-21d	0,66	200	0,2	3	291,42	315
21'-21''''	2,81	400	0,4	5	319,23	400
21''''-21e	0,66	200	0,2	3	291,42	315
21''''-21f	0,66	200	0,2	3	291,42	315
21-22	22,54	3190	3,19	7	761,92	800
22-22'	0,96	531,66	0,53166	5	368,04	400
22'-22a	0,90	265,83	0,26583	3	335,97	400
22'-22b	0,90	265,83	0,26583	3	335,97	400
22-22''	0,96	531,66	0,53166	5	368,04	400
22''-22c	0,90	265,83	0,26583	3	335,97	400
22''-22d	0,90	265,83	0,26583	3	335,97	400
22-22e	4,05	2126,68	2,12668	5	736,09	800
22e-22'''	0,96	531,66	0,53166	5	368,04	400
22'''-22f	0,90	265,83	0,26583	3	335,97	400
22'''-22g	0,90	265,83	0,26583	3	335,97	400
22e-22''''	0,96	531,66	0,53166	5	368,04	400
22''''-22h	0,90	265,83	0,26583	3	335,97	400
22''''-22i	0,90	265,83	0,26583	3	335,97	400
22e-22j	3,97	1063,36	1,06336	5	520,50	630
22j-22''''	0,96	531,66	0,53166	5	368,04	400
22''''-22k	0,90	265,83	0,26583	3	335,97	400
22''''-22l	0,90	265,83	0,26583	3	335,97	400
22j-22''''''	0,96	531,66	0,53166	5	368,04	400
22''''''-22m	0,90	265,83	0,26583	3	335,97	400
22''''''-22n	0,90	265,83	0,26583	3	335,97	400

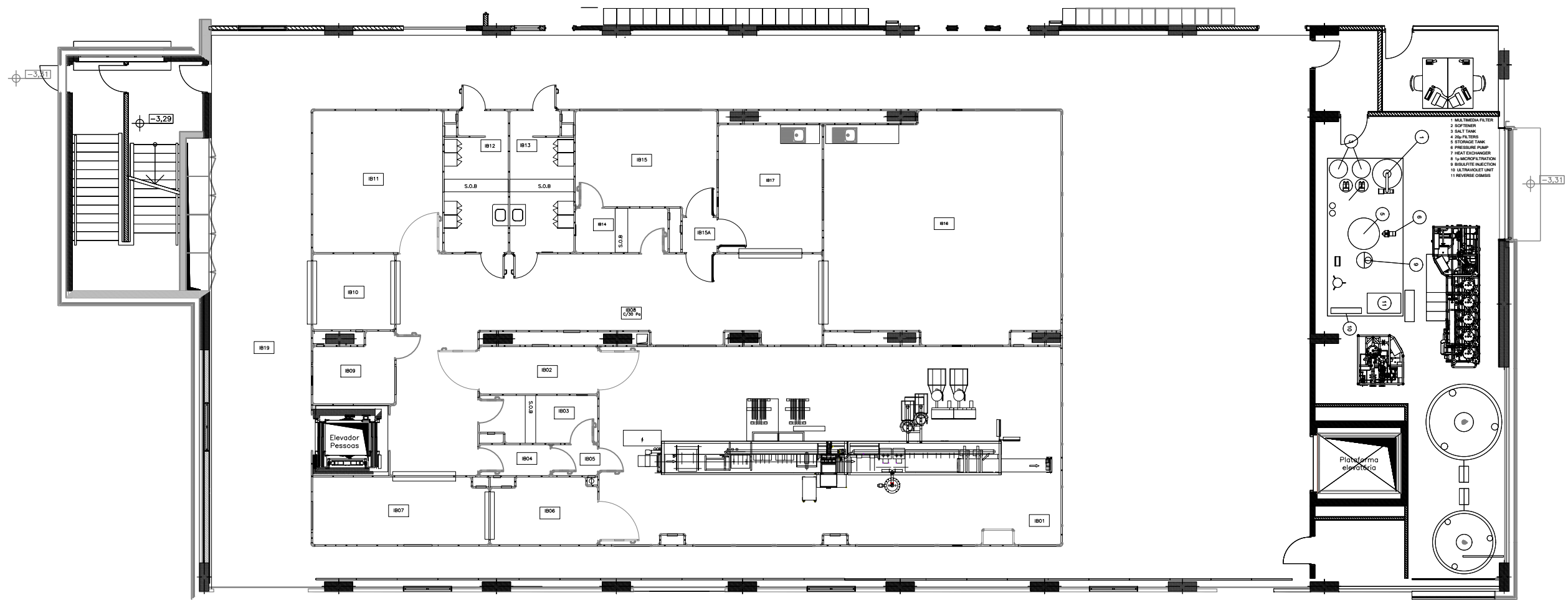
Apêndice M



Troço	Comprimento conduta (m)	Caudal (l/s)	Caudal (m3/s)	Diametro Nominal (mm)	Velocidade (m/s)	Friction Loss (Pa/m)	Friction Loss Section (Pa)	Minor Dynamic Loss Coeff. (ξ)	Minor Dynamic Loss Section (Pa)	Pressure Loss Damper (Pa)	Total Pressure Loss (Pa)
0-1	13,00	3380	3,38	800	7,0	0,57	7	2	59		45
1-2	2,94	2670	2,67	800	5,3	0,36	1	0	0		1
2-2'	12,63	170	0,17	315	2,2	0,21	3	6,3	18	20	41
2-3	2,95	2500	2,5	800	5,0	0,32	1	0	0		1
3-3'	12,26	130	0,13	250	2,6	0,40	5	6,3	27	9	40
3-4	2,76	2370	2,37	800	4,7	0,29	1	0	0		1
4-4'	14,81	370	0,37	400	2,9	0,27	4	6,3	33	2	39
4-5	0,25	2000	2	800	4,0	0,21	0	0	0		0
5-5'	15,22	165	0,165	315	2,1	0,20	3	6,3	17	19	39
5-6	2,92	1835	1,835	800	3,7	0,18	1	0	0		1
6-6'	12,63	130	0,13	250	2,6	0,40	5	6,3	27	6	38
6-7	0,35	1705	1,705	800	3,4	0,15	0	0	0		0
7-7'	12,28	1370	1,37	800	2,7	0,10	1	6,3	28	9	38
7-8	0,18	335	0,335	315	4,3	0,75	0	0	0		0
8-8'	14,86	165	0,165	315	2,1	0,20	3	6,3	17	18	38
8-9	3,43	170	0,17	315	2,2	0,21	1	0	0		1
9-9'	12,07	95	0,095	250	1,9	0,22	3	6,3	14	20	37
9-10	11,47	75	0,075	200	2,4	0,43	5	6,5	22	9	36
1-11	16,06	710	0,71	630	2,3	0,10	2	0	0		2
11-11'	11,72	275	0,275	400	2,2	0,16	2	6,3	18	14	34
11-12	0,40	435	0,435	400	3,5	0,37	0	0	0		0
12-12'	13,32	125	0,125	250	2,5	0,37	5	6,3	25	5	34
12-13	0,20	310	0,31	400	2,5	0,20	0	0	0		0
13-13'	12,22	50	0,05	160	2,5	0,61	7	6,8	25	1	34
13-14	0,36	260	0,26	400	2,1	0,14	0	0	0		0
14-14'	11,71	260	0,26	400	2,1	0,14	2	6,3	16	16	34
14-15	14,62	50	0,05	160	2,5	0,61	9	6,5	24	1	34

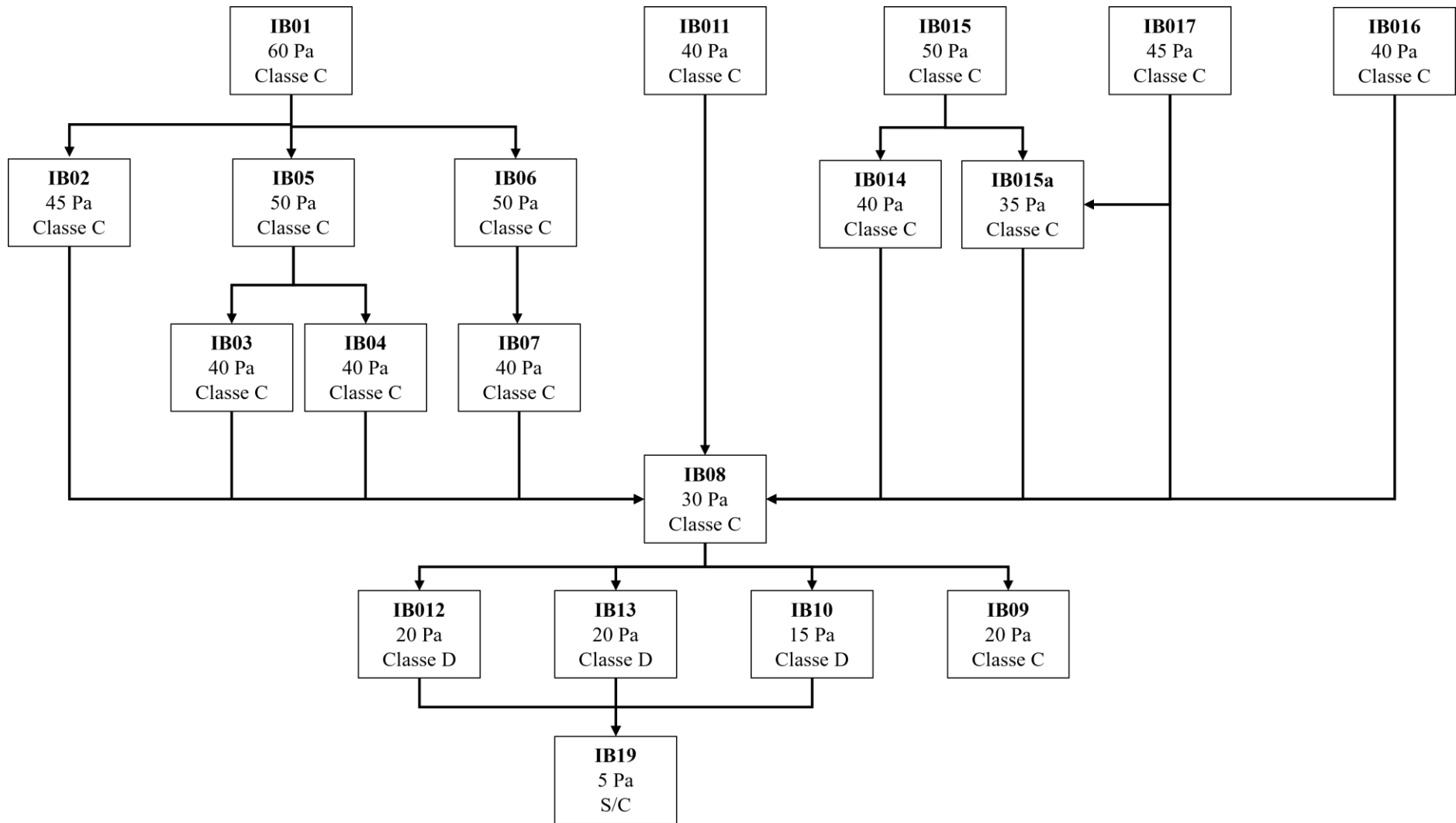
Troço	Comprimento conduta (m)	Caudal (l/s)	Caudal (m3/s)	Diâmetro Nominal (mm)	Velocidade (m/s)	Friction Loss (Pa/m)	Friction Loss Section (Pa)	Minor Dynamic Loss Coeff. (ξ)	Minor Dynamic Loss Section (Pa)	Pressure Loss Damper (Pa)	Total Pressure Loss (Pa)
0-16	12,7	4615	4,615	1000	7,0	0,33	2	2	37		39
16-16'	4,0	215	0,215	315	2,8	0,32	1	6,3	29	28	58
16-17	2,5	4400	4,4	1000	5,6	0,30	1	0	0		1
17-17'	4,2	220	0,22	315	2,8	0,34	1	6,3	30	25	57
17-18	1,3	4180	4,18	1000	5,3	0,28	0	0	0		0
18-18'	4,2	1150	1,15	800	2,3	0,07	0	6,3	20	37	57
18-26	15,5	3030	3,03	1000	3,9	0,15	2	0,5	4		7
26-25	2,0	1515	1,515	800	3,0	0,12	0	0,3	2		2
25-25'	3,6	505	0,505	500	2,6	0,16	1	6,3	25	30	56
25-23	5,0	1010	1,01	630	3,2	0,19	1	0	0		1
23-23'	3,6	505	0,505	500	2,6	0,16	1	6,3	25	27	53
23-22	9,7	505	0,505	500	2,6	0,16	2	6,5	26	25	52
26-19	8,6	1515	1,515	800	3,0	0,12	1	0,5	3		4
19-19'	3,7	505	0,505	500	2,6	0,16	1	6,3	25	22	48
19-20	5,0	1010	1,01	630	3,2	0,19	1	0	0		1
20-20'	3,7	505	0,505	500	2,6	0,16	1	6,3	25	21	47
20-21	8,8	505	0,505	500	2,6	0,16	1	6,5	26	19	46

Apêndice N



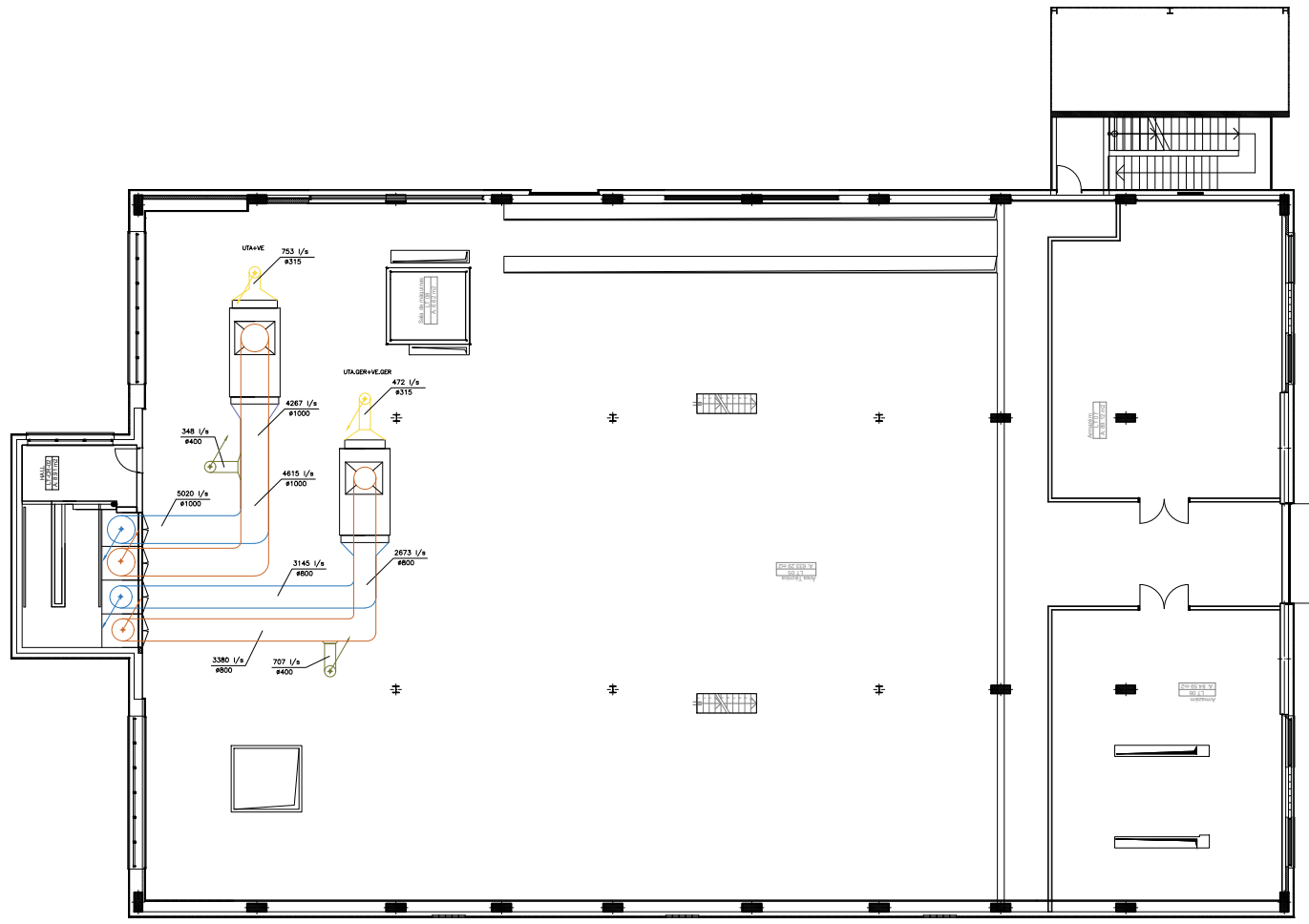
Arquitectura		Cliente	
Especialidades		Designação	
Desenhou	Verificou	Cliente	
Data	Substitui	Fase do projeto	
Escala	Substituido	Desenho nº	Scale

Apêndice O

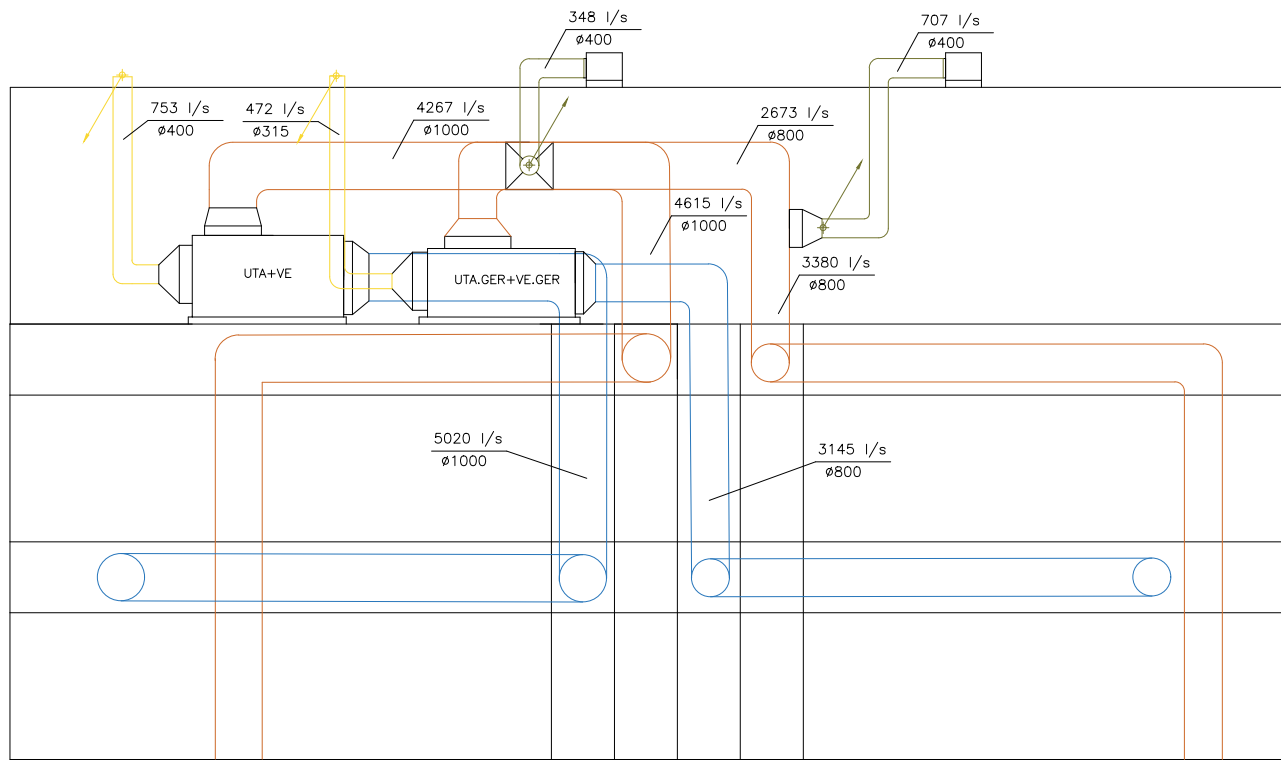


Apêndice P

Apêndice Q



Arquitectura		Cliente	
Especialidades		Designação	
		IMPLANTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E CONDUITOS ZONA TÉCNICA - PISO 1	
Desenho	M.F.	Verifica	M.F.
Data		Substitui	
Escala		Substituido	
		Nome	
		Linha de Enchimento Asséptico de Injetáveis	
		Fase do projeto	
		Desenho nº	
		TFM_MF_04	
		Página	
		1	



Arquitectura		Cliente	
Especialidades		Designação	
		IMPLANTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E CONDUITAS ZONA TÉCNICA - PISO 1 - VISTA LATERAL	
Desenho	M.F.	Verifica	M.F.
Data		Scale	
Execução		Nome do cliente	UNIDADE FARMACÉUTICA LINHA DE ENCHIMENTO ASÉPTICO DE INJETÁVEIS
		Nome do projecto	Desenho nº
			ITA_MF_05

Apêndice R

OBSERVAÇÕES

9. PARA VERIFICAÇÃO COMPLETA DAS ESPECIFICAÇÕES DO PROJETO CONSULTAR AS FICHAS TÉCNICAS.

1. OS TETOS FALSOS DA INSTALAÇÃO SÃO VISITÁVEIS.

2. MATERIAL A APLICAR NO ISOLAMENTO DAS CONDUTAS:

-AR TRATADO DE INSULFAÇÃO NO INTERIOR - ESPUMA ELASTOMÉRICA DO TIPO "ARMADUCT" COM 30mm DE ESPESURA.

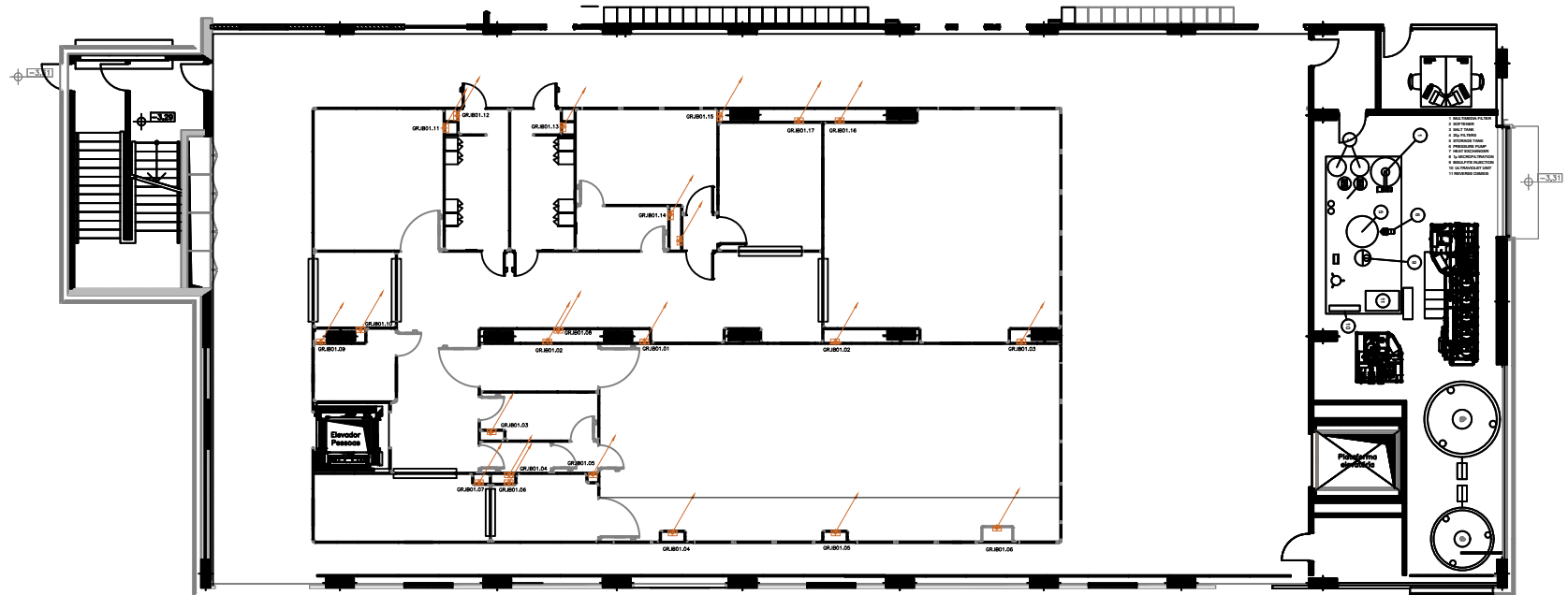
-AR TRATADO INSULFAÇÃO NO EXTERIOR. ESPUMA ELASTOMÉRICA DO TIPO "ARMADUCT" COM 30mm DE ESPESURA.

-AR TRATADO RETORNO NO INTERIOR. SEM ISOLAMENTO.

-AR TRATADO RETORNO NO EXTERIOR. ESPUMA ELASTOMÉRICA DO TIPO "ARMADUCT" COM 30 mm DE ESPESURA.

POSIÇÃO	DESIGNAÇÃO	QUANTIDADE	MARCA	MODELO
GR-IB01-06	GRELHA DE RETORNO	6	Franco Air	GFF SP 4.6
GR-IB02	GRELHA DE RETORNO	1	Franco Air	GFF SP 3.3
GR-IB03	GRELHA DE RETORNO	1	Franco Air	GFF SP 3.3
GR-IB04	GRELHA DE RETORNO	1	Franco Air	GFF SP 3.1
GR-IB05	GRELHA DE RETORNO	1	Franco Air	GFF SP 3.1
GR-IB06	GRELHA DE RETORNO	1	Franco Air	GFF SP 4.6
GR-IB07	GRELHA DE RETORNO	1	Franco Air	GFF SP 3.6
GR-IB08	GRELHA DE RETORNO	1	Franco Air	GFF SP 7.7
GR-IB09	GRELHA DE RETORNO	1	Franco Air	GFF SP 3.5
GR-IB10	GRELHA DE RETORNO	1	Franco Air	GFF SP 3.3
GR-IB11	GRELHA DE RETORNO	1	Franco Air	GFF SP 5.6
GR-IB12	GRELHA DE RETORNO	1	Franco Air	GFF SP 3.5
GR-IB13	GRELHA DE RETORNO	1	Franco Air	GFF SP 3.6
GR-IB14	GRELHA DE RETORNO	1	Franco Air	GFF SP 3.3
GR-IB15	GRELHA DE RETORNO	1	Franco Air	GFF SP 3.5
GR-IB16	GRELHA DE RETORNO	1	Franco Air	GFF SP 1.1
GR-IB17	GRELHA DE RETORNO	1	Franco Air	GFF SP 7.7
GR-IB18	GRELHA DE RETORNO	1	Franco Air	GFF SP 3.5

SÍMBOLO	DESCRIÇÃO
	AL DE RETORNO
	AL VAO
	AL DE INSULFAÇÃO
	AL DE TETOS



Arquitectura	Cliente
Especialidades	Designação
Desenho M.F.	Verifico M.F.
Data	Substitui
Escala	Substituido
	Nome
	UNIDADE FARMACÉUTICA
	LINHA DE ENCHIMENTO ASSÉPTICO DE INLETÁVEIS
	Fase do projecto
	Desenho nº
	TRM_MF_06
	Folha

Apêndice S

OBSERVAÇÕES

0. PARA VERIFICAÇÃO COMPLETA DAS ESPECIFICAÇÕES DO PROJETO CONSULTAR AS FICHAS TÉCNICAS.

1. OS TETOS FALSOS DA INSTALAÇÃO SÃO VISITÁVEIS.

2. MATERIAL A APLICAR NO ISOLAMENTO DAS CONDUTAS:

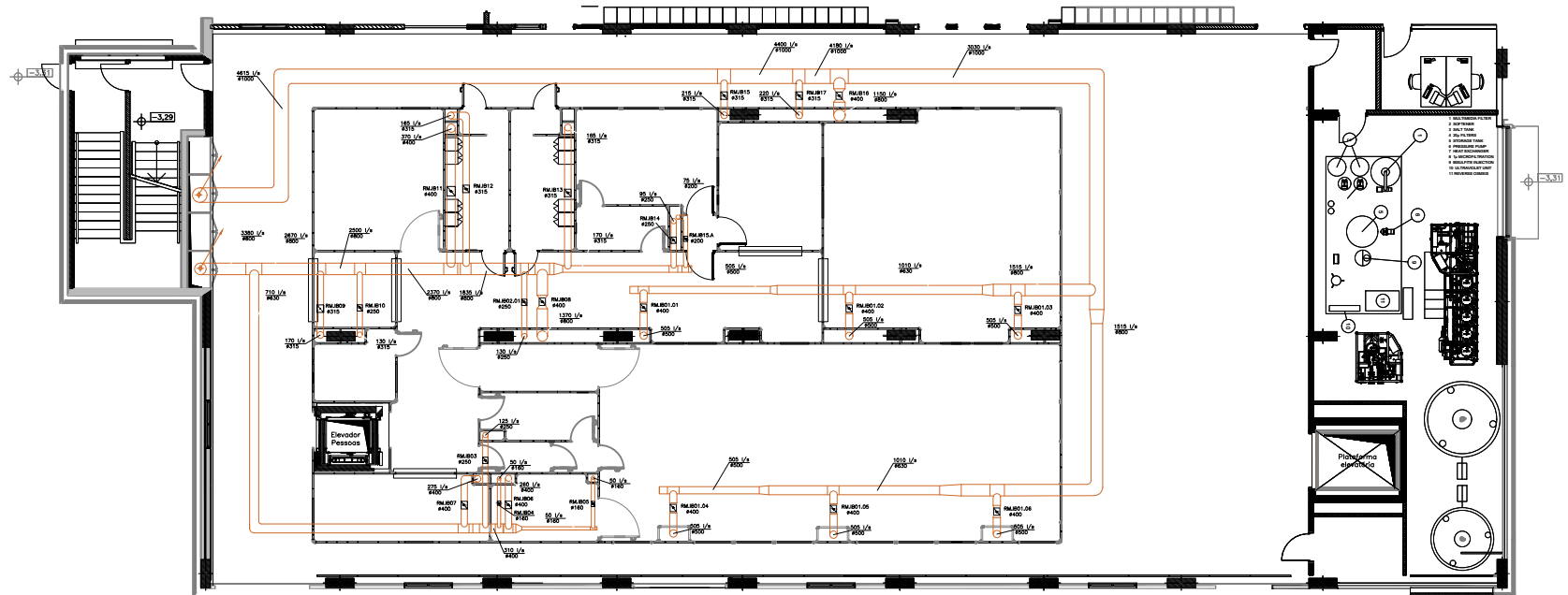
-AR TRATADO DE INSUFILAÇÃO NO INTERIOR - ESPUMA ELASTOMÉRICA DO TIPO "ARMADUCT" COM 30 mm DE ESPESURA.

-AR TRATADO INSUFILAÇÃO NO EXTERIOR- ESPUMA ELASTOMÉRICA DO TIPO "ARMADUCT" COM 30mm DE ESPESURA.

-AR TRATADO RETORNO NO INTERIOR- SEM ISOLAMENTO.

-AR TRATADO RETORNO NO EXTERIOR- ESPUMA ELASTOMÉRICA DO TIPO "ARMADUCT" COM 30 mm DE ESPESURA.

SÍMBOLO	DESCRIÇÃO
	AR DE RETORNO
	AR FRODO
	AR DE INSTALAÇÃO
	AR DE EXTRUSÃO



Arquitectura		Cliente	
Especialidades		Designação	
		IMPLANTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E CONDUTAS TELO FALSO DO PISO 0	
Desenho	Verifica		
M.F.	M.F.		
Data	Substitui	Cliente	
		LINHA FARMACÉUTICA	
Escala	Substitui	Fase do projecto	
		Desenho nº	
		TIN_MF_07	
		Página	

REDE DE EXTRAÇÃO				
POSIÇÃO	DSIGNAÇÃO	QANTIDADE	MARCA	MODELO
GR.IB01.01 - 06	GRELHA DE RETORNO	6	FRANCE AIR	GFF SP 4.6
GR.IB02	GRELHA DE RETORNO	1	FRANCE AIR	GFF SP 3.3
GR.IB03	GRELHA DE RETORNO	1	FRANCE AIR	GFF SP 3.3
GR.IB04	GRELHA DE RETORNO	1	FRANCE AIR	GFF SP 3.1
GR.IB05	GRELHA DE RETORNO	1	FRANCE AIR	GFF SP 3.1
GR.IB06	GRELHA DE RETORNO	1	FRANCE AIR	GFF SP 4.6
GR.IB07	GRELHA DE RETORNO	1	FRANCE AIR	GFF SP 3.6
GR.IB08	GRELHA DE RETORNO	1	FRANCE AIR	GFF SP 7.7
GR.IB09	GRELHA DE RETORNO	1	FRANCE AIR	GFF SP 3.5
GR.IB10	GRELHA DE RETORNO	1	FRANCE AIR	GFF SP 3.3
GR.IB11	GRELHA DE RETORNO	1	FRANCE AIR	GFF SP 5.6
GR.IB12	GRELHA DE RETORNO	1	FRANCE AIR	GFF SP 3.5
GR.IB13	GRELHA DE RETORNO	1	FRANCE AIR	GFF SP 3.5
GR.IB14	GRELHA DE RETORNO	1	FRANCE AIR	GFF SP 3.3
GR.IB15	GRELHA DE RETORNO	1	FRANCE AIR	GFF SP 3.5
GR.IB15A	GRELHA DE RETORNO	1	FRANCE AIR	GFF SP 4.1
GR.IB16	GRELHA DE RETORNO	1	FRANCE AIR	GFF SP 7.7
GR.IB17	GRELHA DE RETORNO	1	FRANCE AIR	GFF SP 3.5
RM.IB01.01	REGISTO MOTORIZADO	1	TROX	TVE
RM.IB01.02	REGISTO MOTORIZADO	1	TROX	TVE
RM.IB01.03	REGISTO MOTORIZADO	1	TROX	TVE
RM.IB01.04	REGISTO MOTORIZADO	1	TROX	TVE
RM.IB01.05	REGISTO MOTORIZADO	1	TROX	TVE
RM.IB01.06	REGISTO MOTORIZADO	1	TROX	TVE
RM.IB02	REGISTO MOTORIZADO	1	TROX	TVE
RM.IB03	REGISTO MOTORIZADO	1	TROX	TVE
RM.IB04	REGISTO MOTORIZADO	1	TROX	TVE
RM.IB05	REGISTO MOTORIZADO	1	TROX	TVE
RM.IB06	REGISTO MOTORIZADO	1	TROX	TVE
RM.IB07	REGISTO MOTORIZADO	1	TROX	TVE
RM.IB08	REGISTO MOTORIZADO	1	TROX	TVE
RM.IB09	REGISTO MOTORIZADO	1	TROX	TVE
RM.IB10	REGISTO MOTORIZADO	1	TROX	TVE
RM.IB11	REGISTO MOTORIZADO	1	TROX	TVE
RM.IB12	REGISTO MOTORIZADO	1	TROX	TVE
RM.IB13	REGISTO MOTORIZADO	1	TROX	TVE
RM.IB14	REGISTO MOTORIZADO	1	TROX	TVE
RM.IB15	REGISTO MOTORIZADO	1	TROX	TVE
RM.IB15A	REGISTO MOTORIZADO	1	TROX	TVE
RM.IB16	REGISTO MOTORIZADO	1	TROX	TVE
RM.IB17	REGISTO MOTORIZADO	1	TROX	TVE

Arquitetura		Cliente	
Especialidade		Designação	
MAPA DE REDE DE EXTRAÇÃO			
Unidade	Unidade		
Nome	Unidade	UNIDADE FARMACÉUTICA	
Nome	Unidade	Linha de enchimento asséptico de injeções	
Nome de projeto	Assinatura	Data: 17/05/2018	
		TFL_MF_08	

Apêndice T

OBSERVAÇÕES

0- PARA VERIFICAÇÃO COMPLETA DAS ESPECIFICAÇÕES DO PROJETO CONSULTAR AS FICHAS TÉCNICAS.

1- OS TETOS FALSOS DA INSTALAÇÃO SÃO VISITÁVEIS.

2- MATERIAL A APLICAR NO ISOLAMENTO DAS CONDUTAS:

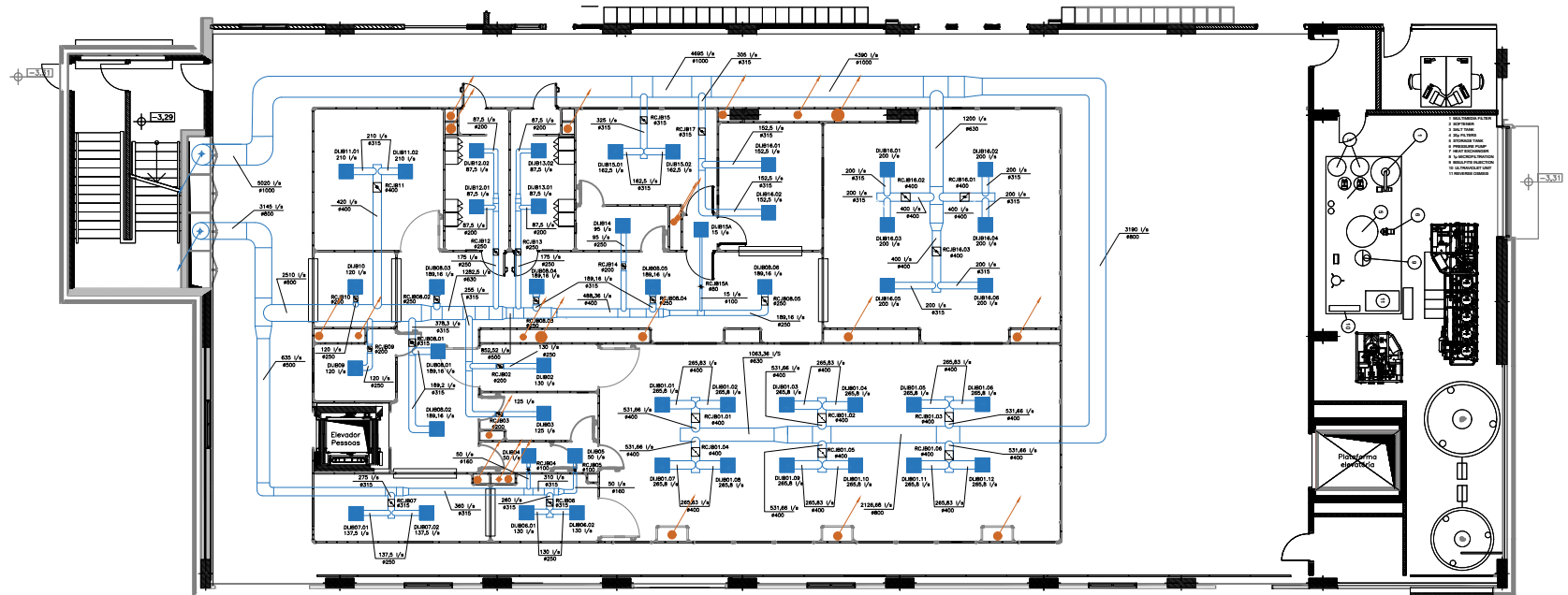
-AR TRATADO DE INSULFAÇÃO NO INTERIOR - ESPUMA ELASTOMÉRICA DO TIPO "ARMADUCT" COM 30mm DE ESPESURA.

-AR TRATADO INSULFAÇÃO NO EXTERIOR: ESPUMA ELASTOMÉRICA DO TIPO "ARMADUCT" COM 50mm DE ESPESURA.

-AR TRATADO RETORNO NO INTERIOR - SEM ISOLAMENTO.

-AR TRATADO RETORNO NO EXTERIOR - ESPUMA ELASTOMÉRICA DO TIPO "ARMADUCT" COM 30 mm DE ESPESURA.

SÍMBOLO	DESCRIÇÃO
	AR DE RETORNO
	AR FRIO
	AR DE INSULFAÇÃO
	AR DE AQUECIMENTO



Arquitectura		Cliente	
Especificações		Designação	
Desenho		Verifica	
M.F.	M.F.	IMPLANTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E CONDUTAS TETO FALSO DO PISO -1	
Data	Substitui	Cliente	
Estado	Substitui	UNIDADE FARMACÉUTICA Linha de enchimento asfáltico de injeções	
		Fez o projeto	Desenho em
			TFM_AF_09

REDE DE INSUFLAÇÃO				
POSIÇÃO	DSIGNAÇÃO	QANTIDADE	MARCA	MODELO
DI.IB01.01-12	DIFUSOR DE INSUFLAÇÃO	12	FRANCE AIR	CLEAN BOX 3
DI.IB02	DIFUSOR DE INSUFLAÇÃO	1	FRANCE AIR	CLEAN BOX 3
DI.IB03	DIFUSOR DE INSUFLAÇÃO	1	FRANCE AIR	CLEAN BOX 3
DI.IB04	DIFUSOR DE INSUFLAÇÃO	1	FRANCE AIR	CLEAN BOX 3
DI.IB05	DIFUSOR DE INSUFLAÇÃO	1	FRANCE AIR	CLEAN BOX 3
DI.IB06.01-02	DIFUSOR DE INSUFLAÇÃO	2	FRANCE AIR	CLEAN BOX 3
DI.IB07.01-02	DIFUSOR DE INSUFLAÇÃO	2	FRANCE AIR	CLEAN BOX 3
DI.IB08.01-06	DIFUSOR DE INSUFLAÇÃO	6	FRANCE AIR	CLEAN BOX 3
DI.IB09	DIFUSOR DE INSUFLAÇÃO	1	FRANCE AIR	CLEAN BOX 3
DI.IB10	DIFUSOR DE INSUFLAÇÃO	1	FRANCE AIR	CLEAN BOX 3
DI.IB11.01-02	DIFUSOR DE INSUFLAÇÃO	2	FRANCE AIR	CLEAN BOX 3
DI.IB12.01-02	DIFUSOR DE INSUFLAÇÃO	2	FRANCE AIR	CLEAN BOX 3
DI.IB13.01-02	DIFUSOR DE INSUFLAÇÃO	2	FRANCE AIR	CLEAN BOX 3
DI.IB14	DIFUSOR DE INSUFLAÇÃO	1	FRANCE AIR	CLEAN BOX 3
DI.IB15.01-02	DIFUSOR DE INSUFLAÇÃO	2	FRANCE AIR	CLEAN BOX 3
DI.IB15A	DIFUSOR DE INSUFLAÇÃO	1	FRANCE AIR	CLEAN BOX 3
DI.IB16.01-06	DIFUSOR DE INSUFLAÇÃO	6	FRANCE AIR	CLEAN BOX 3
DI.IB17.01-02	DIFUSOR DE INSUFLAÇÃO	2	FRANCE AIR	CLEAN BOX 3
RC.IB01.01-06	REGISTO CONSTANTE	6	TROX	RN
RC.IB02	REGISTO CONSTANTE	1	TROX	RN
RC.IB03	REGISTO CONSTANTE	1	TROX	RN
RC.IB04	REGISTO CONSTANTE	1	TROX	RN
RC.IB05	REGISTO CONSTANTE	1	TROX	RN
RC.IB06	REGISTO CONSTANTE	1	TROX	RN
RC.IB07	REGISTO CONSTANTE	1	TROX	RN
RC.IB08.01-05	REGISTO CONSTANTE	5	TROX	RN
RC.IB09	REGISTO CONSTANTE	1	TROX	RN
RC.IB010	REGISTO CONSTANTE	1	TROX	RN
RC.IB11	REGISTO CONSTANTE	1	TROX	RN
RC.IB12	REGISTO CONSTANTE	1	TROX	RN
RC.IB13	REGISTO CONSTANTE	1	TROX	RN
RC.IB14	REGISTO CONSTANTE	1	TROX	RN
RC.IB15	REGISTO CONSTANTE	1	TROX	RN
RC.IB15A	REGISTO CONSTANTE	1	TROX	RN
RC.IB16.01-03	REGISTO CONSTANTE	3	TROX	RN
RC.IB17	REGISTO CONSTANTE	1	TROX	RN

Arquitetura		Cliente	
Especialidade		Designação	
		MAPA DE REDE DE INSUFLAÇÃO	
Unidade	Unidade		
Nome	Unidade	UNIDADE FARMACÉUTICA	
Nome	Unidade	LINHA DE ENCHIMENTO ASEPTICO DE INJETAVES	
Nome	Unidade	Nome de projeto	Unidade nº
		FM_INF_10	

Apêndice U

Linha de Enchimento Assético de Injetáveis					
Mapa de Quantidades					
Item	Designação das unidades de trabalhos	Unid.	Quant.	Importância	
				Unitário	Total
0	NOTAS GERAIS				
0.1	Este mapa de quantidades deverá obrigatoriamente ser lido em conjunto com todas as peças escritas e desenhadas do projecto.				
0.2	As amostras dos materiais que deverão ser apresentadas com a devida antecedência, depois de aprovadas, ficarão na obra servindo de padrão.				
0.3	O empreiteiro deverá propor materiais e processos construtivos que reduzam o impacto no meio ambiente na fase de construção e durante o ciclo de vida do empreendimento. Desta forma, e sempre que possível, deverá:				
0.3.1	Optar por sistemas de energia que reduzam o consumo e o desperdício, recorrendo a alternativas energéticas com menos impactes ambientais;				
0.3.2	Recorrer a materiais e processos que reduzam a utilização dos recursos naturais e que contribuam para a manutenção da biodiversidade;				
0.3.3	Dar prioridade ao uso de materiais que não utilizem produtos tóxicos no seu fabrico (como tintas e vernizes), nem produtos que libertem gases tóxicos durante sua aplicação ou uso (como vários produtos de construção e de limpeza);				
0.3.4	Implementar técnicas e equipamentos que permitam a medição e a monitorização do desempenho ambiental da construção durante a execução da obra e na fase de ocupação.				
0.4	As quantidades apresentadas não dispensa de um levantamento no local e apresentação de mapa de erros e omissões;				
1	INSTALAÇÕES MECÂNICAS - AVAC				
1.1	REDE AERÚLICA				
1.1.1	UNIDADES DE TRATAMENTO DE AR				
1.1.1.1	Fornecimento e instalação de unidades de tratamento de ar, modulares, em conformidade com a ECODESIGN, de acordo com as peças desenhadas e segundo especificações presentes nas fichas técnica e anexos. Sistema de controlo incluído nas unidades. Ficha Técnica Nº1				
1.1.1.1.1	-UTA.GER (3145 l/s Insuflação 2673 l/s de Retorno 472 l/s Ar Novo), modelo 70 ZL 70 - EVAC	un	1		
1.1.1.1.2	-UTA (5020 l/s Insuflação 4267 l/s de Retorno 753 l/s Ar Novo), modelo 80 ZL 70 - EVAC	un	1		
1.1.2	VENTILADORES DE EXTRAÇÃO				
1.1.2.1	Fornecimento e instalação de caixas de ventilação, incluindo suportes e apoios antivibráticos, de acordo com as peças desenhadas e segundo especificações presentes nas fichas técnicas e anexos. Ficha N º2				
1.1.2.1.1	-VE.GER (707 l/s 250 Pa), Marca EVAC ,modelo 10 ZL 70	un	1		
1.1.2.1.2	-VE (348 l/s 250 Pa), Marca EVAC ,modelo 5 ZL 70	un	1		
1.1.3	REDE DE CONDUTAS DE AR METÁLICAS E ACESSÓRIOS				
1.1.3.1	Fornecimento e instalação de condutas de secção circular em chapa de aço, com sistema SPIRO, incluindo suportes e apoios antivibráticos, de acordo com as peças desenhadas e segundo especificações presentes nas fichas técnicas e anexos. Marca SANDOMETAL Ficha Técnica Nº 5				
1.1.3.1.1	- Ø 1000	m	56,3		
1.1.3.1.2	- Ø 800	m	91,3		
1.1.3.1.3	- Ø 630	m	36,9		
1.1.3.1.4	- Ø 500	m	35,3		
1.1.3.1.5	- Ø 400	m	66,5		
1.1.3.1.6	- Ø 315	m	83,9		
1.1.3.1.7	- Ø 250	m	72,0		
1.1.3.1.8	- Ø 200	m	15,5		
1.1.3.1.9	- Ø 160	m	29,3		
1.1.3.1.10	- Ø 100	m	2,5		
1.1.4	DIFUSORES DE INSUFLAÇÃO				
1.1.4.1	Fornecimento e instalação de difusores, com pleno de picagem lateral e difusor em chapa perfurada (TP), de acordo com as peças desenhadas e segundo especificações presentes nas fichas técnicas e anexos. Marca France Air, modelo CleanBox 3 PLC TP Ficha Técnica Nº 3				

1.1.4.1.1	DI.IB01 (Clean Box 3 PLC 6.6.66 TP)	un	12		
1.1.4.1.2	DI.IB02 (Clean Box 3 PLC 3.6.66 TP)	un	1		
1.1.4.1.3	DI.IB03 (Clean Box 3 PLC 3.6.66 TP)	un	1		
1.1.4.1.4	DI.IB04 (Clean Box 3 PLC 3.6.66 TP)	un	1		
1.1.4.1.5	DI.IB05 (Clean Box 3 PLC 3.3.66 TP)	un	1		
1.1.4.1.6	DI.IB06 (Clean Box 3 PLC 3.6.66 TP)	un	2		
1.1.4.1.7	DI.IB07 (Clean Box 3 PLC 3.6.66 TP)	un	2		
1.1.4.1.8	DI.IB08 (Clean Box 3 PLC 3.6.110 TP)	un	6		
1.1.4.1.9	DI.IB09 (Clean Box 3 PLC 3.3.110 TP)	un	1		
1.1.4.1.10	DI.IB10 (Clean Box 3 PLC 3.3.110 TP)	un	1		
1.1.4.1.11	DI.IB11 (Clean Box 3 PLC 3.6.110 TP)	un	2		
1.1.4.1.12	DI.IB12 (Clean Box 3 PLC 3.3.110 TP)	un	2		
1.1.4.1.13	DI.IB13 (Clean Box 3 PLC 3.3.110 TP)	un	2		
1.1.4.1.14	DI.IB14 (Clean Box 3 PLC 3.3.110 TP)	un	1		
1.1.4.1.15	DI.IB15 (Clean Box 3 PLC 3.6.110 TP)	un	2		
1.1.4.1.16	DI.IB15A (Clean Box 3 PLC 3.3.66 TP)	un	1		
1.1.4.1.17	DI.IB16 (Clean Box 3 PLC 3.6.110 TP)	un	6		
1.1.4.1.18	DI.IB17 (Clean Box 3 PLC 3.6.110 TP)	un	2		
1.1.5	GRELHAS DE RETORNO				
1.1.5.1	Fornecimento e instalação de grelhas de retorno de acordo com as peças desenhadas e segundo especificações presentes nas fichas técnicas e anexos. Marca France Air, modelo GFF SP				
	Ficha Técnica Nº 4				
1.1.5.1.1	GR.IB01 (GFF SP 4.6)	un	6		
1.1.5.1.2	GR.IB02 (GFF SP 3.3)	un	1		
1.1.5.1.3	GR.IB03 (GFF SP 3.3)	un	1		
1.1.5.1.4	GR.IB04 (GFF SP 3.1)	un	1		
1.1.5.1.5	GR.IB05 (GFF SP 3.1)	un	1		
1.1.5.1.6	GR.IB06 (GFF SP 4.6)	un	1		
1.1.5.1.7	GR.IB07 (GFF SP 3.6)	un	1		
1.1.5.1.8	GR.IB08 (GFF SP 7.7)	un	1		
1.1.5.1.9	GR.IB09 (GFF SP 3.5)	un	1		
1.1.5.1.10	GR.IB10 (GFF SP 3.3)	un	1		
1.1.5.1.11	GR.IB11 (GFF SP 5.6)	un	1		
1.1.5.1.12	GR.IB12 (GFF SP 3.5)	un	1		
1.1.5.1.13	GR.IB13 (GFF SP 3.5)	un	1		
1.1.5.1.14	GR.IB14 (GFF SP 3.3)	un	1		
1.1.5.1.15	GR.IB15 (GFF SP 3.5)	un	1		
1.1.5.1.16	GR.IB15A (GFF SP 4.1)	un	1		
1.1.5.1.17	GR.IB16 (GFF SP 7.7)	un	1		
1.1.5.1.18	GR.IB17 (GFF SP 3.5)	un	1		
1.1.6	REGISTOS DE CAUDAL DE AR CONSTANTE				
1.1.6.1	Fornecimento e instalação de registros de caudal de ar constante, de acordo com as peças desenhadas e segundo especificações presentes nas fichas técnicas. Marca Trox, modelo RN				
	Ficha Técnica Nº6				
1.1.6.1.1	RC.IB01 (Ø400)	un	6		
1.1.6.1.2	RC.IB02 (Ø200)	un	1		
1.1.6.1.3	RC.IB03 (Ø200)	un	1		
1.1.6.1.4	RC.IB04 (Ø100)	un	1		
1.1.6.1.5	RC.IB05 (Ø100)	un	1		
1.1.6.1.6	RC.IB06 (Ø315)	un	1		
1.1.6.1.7	RC.IB07 (Ø315)	un	1		
1.1.6.1.8	RC.IB08.01 (Ø315)	un	1		
1.1.6.1.9	RC.IB08.02 -05 (Ø250)	un	4		
1.1.6.1.10	RC.IB09 (Ø200)	un	1		
1.1.6.1.11	RC.IB10 (Ø200)	un	1		
1.1.6.1.12	RC.IB11 (Ø400)	un	1		
1.1.6.1.13	RC.IB12 (Ø250)	un	1		
1.1.6.1.14	RC.IB13 (Ø250)	un	1		
1.1.6.1.15	RC.IB14 (Ø200)	un	1		
1.1.6.1.16	RC.IB15 (Ø315)	un	1		
1.1.6.1.17	RC.IB15A (Ø80)	un	1		
1.1.6.1.18	RC.IB16 (Ø400)	un	3		
1.1.6.1.19	RC.IB17 (Ø315)	un	1		
1.1.7	REGISTOS DE CAUDAL DE AR MOTORIZADOS				
1.1.7.1	Fornecimento e instalação de registros de caudal de ar motorizados, de acordo com as peças desenhadas e segundo especificações presentes nas fichas técnicas. Marca Trox, modelo TVE				
	Ficha Técnica Nº7				
1.1.7.1.1	RM.IB01 (Ø400)	un	6		
1.1.7.1.2	RM.IB02 (Ø250)	un	1		

1.1.7.1.3	RM.IB03 (Ø250)	un	1		
1.1.7.1.4	RM.IB04 (Ø160)	un	1		
1.1.7.1.5	RM.IB05 (Ø160)	un	1		
1.1.7.1.6	RM.IB06 (Ø400)	un	1		
1.1.7.1.7	RM.IB07 (Ø400)	un	1		
1.1.7.1.8	RM.IB08 (Ø400)	un	1		
1.1.7.1.9	RM.IB09 (Ø315)	un	1		
1.1.7.1.10	RM.IB10 (Ø250)	un	1		
1.1.7.1.11	RM.IB11 (Ø400)	un	1		
1.1.7.1.12	RM.IB12 (Ø315)	un	1		
1.1.7.1.13	RM.IB13 (Ø315)	un	1		
1.1.7.1.14	RM.IB14 (Ø250)	un	1		
1.1.7.1.15	RM.IB15 (Ø315)	un	1		
1.1.7.1.16	RM.IB15A (Ø200)	un	1		
1.1.7.1.17	RM.IB16 (Ø400)	un	1		
1.1.7.1.18	RM.IB17 (Ø315)	un	1		

Lista de Anexos

Nos anexos, encontram-se os catálogos das seleções dos equipamentos.

Anexo	Conteúdo
Anexo 1	Temperaturas Exteriores- Sintra
Anexo 2	Catálogo de seleção das UTAs
Anexo 3	Catálogo de seleção dos VEs
Anexo 4	Catálogo de seleção dos Difusores de Insuflação
Anexo 5	Catálogo de seleção dos Registos de caudal de ar constante
Anexo 6	Catálogo de seleção dos Registos de caudal de ar motorizados
Anexo 7	Catálogo de seleção das Grelhas de retorno
Anexo 8	Catálogo de seleção de condutas e acessórios

Anexo 1

ESTACÃO SINTRA/GRANJA

MÉDIAS DE 1951/1980

$\phi = 38^{\circ} 50' N$; $\lambda = 9^{\circ} 20' W$; $g = 9,8004 \text{ m/s}^2$; $\lambda G = 0$; $H_1 = 1,34 \text{ m}$; $H_2 = 1,30 \text{ m}$; $h_1 = 1,8 \text{ m}$; $h_2 = 19,4 \text{ m}$; $h_3 = 19,8 \text{ m}$; $h_4 = 1,5 \text{ m}$

Pressão atmosférica P (mb)		Temperatura do ar								Mês
		\bar{T} (°C)					T (°C)			
No. local	Red. ao nível do mar	9 h	15 h	21 h	Mensal	Max	Min	Max	Min	
1004,9	1021,1	8,7	13,2	10,0	9,9	14,0	5,8	20,7	-5,5	Janeiro
1002,2	1018,3	9,3	13,3	10,1	10,6	14,5	6,6	23,5	-3,0	Fevereiro
1001,9	1017,9	11,8	15,0	11,7	11,6	15,8	7,3	26,4	-1,5	Março
1002,4	1018,4	13,8	16,4	13,2	12,9	17,5	8,3	29,5	0,0	Abril
1002,9	1018,8	16,4	19,4	15,0	15,1	19,6	10,6	33,6	3,0	Maio
1003,2	1019,0	18,6	21,4	17,2	17,6	22,3	12,9	36,0	5,1	Junho
1004,4	1020,2	19,8	23,0	18,6	19,6	24,4	14,8	38,1	6,0	Julho
1002,6	1018,3	20,0	23,6	19,0	20,0	24,9	15,1	38,5	8,3	Agosto
1003,2	1018,9	19,1	22,7	18,4	19,2	24,2	14,1	37,0	6,0	Setembro
1002,8	1018,6	16,6	20,3	16,2	16,5	21,4	11,6	34,0	-1,0	Outubro
1001,7	1017,7	12,0	15,6	11,0	12,6	16,9	8,2	26,4	-3,5	Novembro
1004,4	1020,6	9,0	13,4	9,7	10,2	14,6	5,8	22,5	-4,0	Dezembro
1003,0	1019,0	14,6	18,1	14,2	14,6	19,2	10,1	38,5	-5,5	Ano

Humidade relativa do ar U (%)			Nebulosidade N (0-10)			Insolação I		Precipitação R (mm)		Evaporação (mm)	Mês
9 h	15 h	21 h	9 h	15 h	21 h	Total (h)	Percent. (%)	Total	Max (diário)		
89	72	87	6	6	5	144,2	48	127,4	55,0	77,5	Janeiro
85	72	86	6	6	6	143,2	48	118,2	54,5	80,0	Fevereiro
83	71	85	7	7	6	181,5	49	107,5	59,2	97,2	Março
77	67	82	5	6	5	239,1	59	57,1	46,5	108,6	Abril
74	65	80	6	5	5	278,1	63	46,1	39,2	126,4	Maio
73	64	82	6	4	5	281,4	62	22,3	49,5	137,2	Junho
72	60	79	5	3	4	326,1	72	2,8	11,0	161,2	Julho
73	58	79	5	3	4	316,3	74	8,8	34,0	164,7	Agosto
78	61	81	6	4	4	242,4	65	26,7	35,0	134,6	Setembro
80	63	82	6	6	4	205,0	59	88,8	63,6	110,1	Outubro
84	70	86	6	6	5	179,0	60	132,1	125,0	87,8	Novembro
86	72	86	6	6	5	147,0	50	123,1	108,0	76,5	Dezembro
80	66	83	6	5	5	2683,3	59	860,9	125,0	1361,8	Ano

Anexo 2

DE EVAC S.A. - Margarida Fernandes
 OBRA Linha de Enchimento Assético de injetáveis
 REF. UTA.GER

MODELO UTA 70 ZL 70

1. Implementação da diretiva 2009/125/EC - Regulamento 1253/2014 (requisitos Ecodesign)

	Insuflação	Extracção	NRVU - UVU
Sist. transmissão de várias vel. ou velocidade variável			
Potência eléctrica absorvida	Pel abs 6,72	-	kW
Rendimento estático global - grupo ventilador	η_{sys} 60,8	-	%
Perda de carga interna - ecodesign	ΔP 64	-	Pa
Specific Fan Power - ecodesign	SFP _{int.}	105	J/m ³
Specific Fan Power máximo - ecodesign	SFP _{int.máx.}	230	J/m ³
Taxa máxima de fuga externa -400 Pa	(o)	0,3	%
Taxa máxima de fuga externa +400 Pa	(o)	0,4	%
Consumo energético anual dos filtros (Base cálculo documento 4/20 EUROVENT)	(p)	4252	kW.h

A unidade está em conformidade com o regulamento, parâmetros 2018.

2. Especificações Construtivas

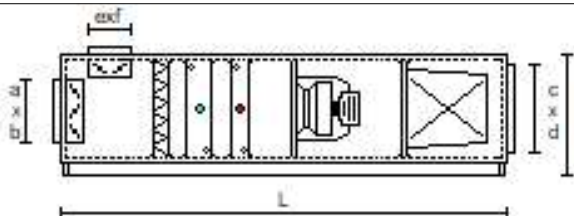
Estrutura interior em alumínio tratado. Calhas interiores em Aluzinc/Epoxy. Painéis duplos com isolamento de poliuretano com densidade 44 kg/m³ e lã mineral com 100 kg/m³.
 Chapa exterior em Aluzinc (AZ185)
 Chapa interior em Aluzinc (AZ185)

Tendo em consideração as recomendações da norma: EN 13053
 Classificação segundo a Norma EN 1886:2007: D1(M) / L1(M) / G1-F9 / T2 / TB2

3. Especificações Gerais

	Insuflação	Extracção	Ar novo	
Caudal Ar	11.322	9.652	1.670	Nm ³ /h
Densidade: 1,204 kg/m ³	3,787	3,228	0,559	kg/s
Pressão estática requerida	1100	-		Pa
Condições do ar - Inverno / Verão				
Temperatura bolbo seco		22 / 22	-0,3 / 29,3	°C
Humidade relativa		50 / 50	94 / 41	%

4. Esquisso



H = 1.415 + 150	[mm]
B = 1.818	
L = 3.680	± 5%
a = 800	b = 1.450
c = 1.315	d = 1.718
e = 1.000	f = 1.450
Nº Módulos : 2	
Peso maior: 812 kg	± 5%
Peso total: 1.032 kg	± 5%

5. UTA - Classificação da eficiência energética - Verão / Inverno

	Insuflação / Extracção		Verão	Inverno
Velocidade referência	1,41 / 0	m/s		
Efic. Temp. para caudais iguais de ar	0 / 0	%		
Efic. Humid. para caudais iguais de ar	0 / 0	%		
Razão de ar de retorno	85	%		
Factor:				
Perda carga SRC - Eficiência temperatura	2,73	Pa/%		
Importância recup. temp. vs recup. Humid.	0,38	[0..1]		
Importância do 'bypass de redução dP' no SRC	0,72	[0..1]		
Perda de carga SRC - Eficiência de temperatura	1,69	Pa/%		
Perda de carga SRC - Eficiência de humidade	4,03	Pa/%		
Potência absorvida (fs-Pref Verão)	0,92	-		
Potência absorvida (fs-Pref Inverno)	0,89	-		



LISBOA GEOF, Portugal
 Tdb : 33,5 °C
 Tdew-p : 12,7 °C
 Tdb : 6,6 °C
 (ASHRAE 2017 Climatic Design Conditions)

6. Secção de entrada Retorno e Insuflação - Caixa de Mistura de 2 vias

Retorno - Para ligação a conduta
Registo proporcional - Classe 2 (EN 1751)
Ar novo - Para ligação a conduta
Registo proporcional - Classe 2 (EN 1751)

7. Secção de filtragem inicial - Insuflação

Filtro Plano	Eficiência		Perda carga		Cálculo	Pa
	EN779 / ISO16890	G4 / Coarse 75%	Inicial	Final		
			24	72	48	

Extras:
Pressostato diferencial: Filtro Plano

8. Secção térmica - Bateria de Arrefecimento / Bateria de Aquecimento

Permutador compacto com alhetas em alumínio e tubo em cobre.
Tabuleiro de recolha de condensados em aço inox 304L.

Fiadas	1	2	
Espaçamento de alheta	2,5	2,5	mm
Ligação	1"	1,5"	
Condições do ar			
Caudal	11.322	11.322	m³/h
Velocidade facial no alhetado	1,75	1,75	m/s
Perda carga (seca/húmida)	14 / 14	21	Pa
Temperatura bolbo seco / Humidade relativa - Entrada	23,1 / 49	18,5 / 56	°C / %
Temperatura bolbo seco / Humidade relativa - Saída	18,9 / 63	32,4 / 25	°C / %
Capacidade de desumidificação	0,8		kg/h
Fluxo entálpico dos condensados	0,01		kJ/s
Potência sensível	15,92	53,23	kW
Fluido primário - Água/Glicol	0	0	%(kg)
Caudal	2.760	9.223	L/h
Potência total	16,05	53,23	kW
Regime de Temperatura Nominal	7 / 12	45 / 40	°C
Temperatura Saída	12	40	°C
Perda carga	28,6	33,1	kPa
Volume Interno	8	16,3	L

projectado para condições secas

9. Secção do ventilador - Insuflação

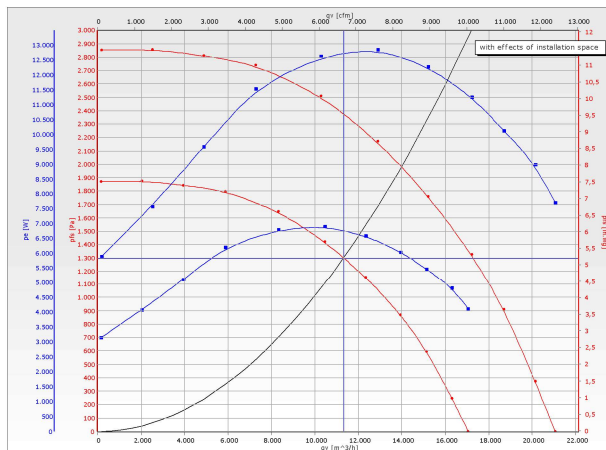
Ventilador centrífugo de simples aspiração, pás recuadas, concebido para o uso sem envolvente 'Plug Fan'.

Modelo	P56014EC2	
Caudal	11.322	Nm³/h
Vel. Rotação	2.105	rpm
SFP (Class 5)	2.024	W/(m³/s)
SFPv / SFPe	2.024 / 2.137	W/(m³/s)
Pressão estática disponível	1100	Pa
Pressão estática total	1.300	Pa
Pressão dinâmica	108	Pa
Pressão total	1.408	Pa
Motor Eficiência EC ~ IE 5		
Potência nominal	12	kW
Número de polos	-	
Vel. rotação nominal	2.600	rpm
Frequência funcionamento	40,5	Hz
Potência absorvida	6,72	kW
Classe protecção/isolamento	IP54/I	
Tensão nominal	3~ 380 .. 480	V
Corrente nominal	18,7-14,8	A

O efeito do sistema no ventilador é tido em conta no seu desempenho.

Extras:

Interruptor motor eléctrico
Óculo e iluminação
Pressostato diferencial
Motor eléctrico - protecção termistor PTC



10. Secção de filtragem final - Insuflação

	Eficiência		Perda carga			Pa
	EN779 / ISO16890	F9 / ePM1.0 80%	Inicial	Final	Cálculo	
Filtro Saco (535 mm)			64	164	114	
Extras:						
Pressostato diferencial: Filtro Saco						

11. Secção de saída - Insuflação

Para ligação a conduta

12. Espectro Acústico

	LWS	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz
Insuflação - Descarga	90 dB(A)	77	75	83	84	89	79	70	61	dB
Insuflação - Admissão	83 dB(A)	71	75	83	79	79	76	72	68	dB
Insuflação - Exterior	65 dB(A)	61	65	69	57	60	55	40	35	dB

UTA.GER

Unidade de Tratamento de Ar, com estrutura do tipo autoportante, totalmente interior aos painéis, executada em perfis especiais de alumínio P Al Mg Si UNI 3569-66 e cantos em PVC especial de elevada resistência mecânica. Este tipo de estrutura, não estando em contacto nem com o exterior nem com o interior da unidade, permite a rutura total da ponte térmica através da estrutura, conduzindo a unidade a excelentes características térmicas.

Os painéis são de tripla/quadrupla parede em chapa de Aluzinc AZ185 pelo exterior e pelo interior, incluindo calhas. Unidade adequada para utilização em ambientes corrosivos classe C4 de acordo com a norma ISO 12944-2.

O isolamento (entre as chapas de aço) tem uma espessura total aproximada de 60 mm e é constituído por dois tipos de materiais: uma camada de 30 mm de espessura de poliuretano expandido, livre de CFC's (44 Kg/m³) do lado exterior da unidade e uma camada de 30 mm de espessura de lã mineral (100 Kg/m³) do lado interior da unidade. Esta solução garante uma elevada atenuação acústica e uma ótima prestação a nível de isolamento térmico, conduzindo a unidade a uma classe de desempenho térmico T2 de acordo com a norma EN 1886.

A unidade, devido ao conjunto estrutura/painéis que a caracteriza, tem o interior completamente liso, mesmo na união de módulos. Os painéis são fixos pelo exterior por parafusos em aço e as portas de acesso por dobradiças e puxadores de abertura rápida de 1/4 de volta. Quer os painéis fixos quer as portas assentam em juntas de estanqueidade em borracha.

A unidade é do tipo unidirecional, de simples fluxo, de configuração em-linha, própria para montagem no interior, sendo dotada de base de assentamento (contínuo ou seccionado com união de aperto simples e rígido).

Todos os principais componentes da unidade são de fácil acesso e/ou remoção para operações de inspeção, manutenção e limpeza.

A unidade está certificada pela EUROVENT CERTIFICATION (n.º certif. 99.05.012) e o sistema de Gestão de Qualidade do fabricante pela norma ISO 9001:2015.

A Gama UTA ZL 70 cumpre com os principais requisitos da norma EN 13053 e a sua classificação, de acordo com a norma EN 1886, é a seguinte:

Classe de Resistência Mecânica:	D1
Classe de Estanqueidade (- 400 Pa):	L1
Classe de Estanqueidade (+ 700 Pa):	L1
Classe de "By-Pass" aos filtros:	F9
Classe de Desempenho Térmico:	T2
Fator de Ponte Térmica:	TB2

Espectro sonoro de atenuação da envolvente:

Frequência (Hz)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Atenuação (dB)	19	24	23	33	26	29	40

A unidade satisfaz os seguintes requisitos energéticos:

Classificação energética mínima Eurovent (Verão: 2020 / Inverno: 2016):	A+ / A+
Velocidade de referência máxima (insuflação / extracção):	1,41/ 0 m/s
(Para a determinação da velocidade de referência, a secção considerada (secção de referência) é a mesma usada para a determinação da classificação energética, devidamente identificada no documento “EUROVENT 6/12”).	
Requisitos Ecodesign (Reg. Europeu EU N.º 1253/2014):	✓

Especificam-se em seguida os módulos constituintes da unidade:

Circuito de INSUFLAÇÃO

Módulo de mistura de 2 vias, constituído pelo registo de caudal de ar novo e pelo registo de caudal de extração/recirculação, montados no interior da unidade, ambos formados por lâminas paralelas de alumínio, em contra-rotação, de ação proporcional. As lâminas são munidas de junta de vedação em borracha. Os mecanismos de interligação das lâminas são exteriores ao fluxo de ar, dispendo de indicador de posição. Registos com classificação Classe 2 de acordo com a norma EN 1751.

Pré filtro constituído por manta filtrante plissada no interior de duas malhas de arame zincado electro-soldado. Classe de eficiência G4 de acordo com a norma EN 779 (Coarse 75%, ISO 16890) e caixilho metálico deslizante em calhas em U para fácil substituição. Sistema de suporte/fixação com classe de *by-pass* aos filtros G1-F5, conforme a norma EN 1886. A perda de carga do filtro a considerar será na situação de filtros médios (para uma perda de carga final de acordo com a norma EN 13053:2018). Secção dotada de pressostato diferencial.

Secção de arrefecimento, com bateria a água executada em tubos de cobre expandidos no interior de alhetas em alumínio. Os coletores de entrada e saída de água são em tubo de aço, devidamente tratado contra a corrosão. Os caixilhos e sistema estrutural são em aço inox AISI 304L.

A bateria é dimensionada para uma baixa velocidade (efetiva) de passagem do ar através da superfície alhetada (inferior a 2,5 m/s) e para uma baixa perda de carga da água (inferior 30 kPa).

Esta secção é provida de tabuleiro de recolha de condensados em aço inoxidável AISI 304L (aço 1.4307, de acordo com a norma EN 10088-1), com volume de acumulação mínimo e sifão com altura mínima de 40 mmCA.

Secção de aquecimento com bateria a água executada em tubos de cobre expandidos no interior de alhetas em alumínio. Os coletores de entrada e saída de água, assim como os respetivos caixilhos e sistema estrutural, são em tubo de aço, devidamente tratado contra a corrosão.

A bateria é dimensionada para uma baixa velocidade (efetiva) de passagem do ar através da superfície alhetada (inferior a 2,5 m/s) e para uma baixa perda de carga da água (inferior 30 kPa).

Ventilador de insuflação, do tipo “PLUG FAN - EC”, executado em material compósito / liga de alumínio, sendo as turbinas dinâmicas e estaticamente equilibradas.

É criteriosamente dimensionado para um elevado rendimento mecânico e baixo nível de ruído, garantindo a classe mínima, de acordo com a norma EN13779, SFP 3. Será dimensionado e selecionado para a situação de filtros colmatados, de acordo com os valores máximos de perda de carga indicados pela norma EN 13053:2018.

Os motores elétricos são do tipo EC, integrando variador de frequência com PID, permitindo a regulação de caudal de ar através de um sinal exterior de 0 a 10V ou 4 a 20mA. Proteção mecânica IP55 segundo CEI34, classe de isolamento F e classe de eficiência energética mínima equivalente à classe IE5 de acordo com a norma

IEC 60034-30. Inclui proteção térmico-magnética do motor e saída digital para sinalização de alarme, permitindo variação do caudal de 10 a 100%. É feita a programação, em fábrica, para as condições de projeto. Secção dotada de interruptor de corte local e óculo e iluminação interior.

Filtro de bolsas (saco) com elevada área de filtragem, em manta sintética selada por ultra-sons, montado em caixilho metálico com adequada junta de estanquicidade e deslizante em calhas metálicas em U para fácil substituição. Sistema de suporte/fixação com classe de *by-pass* aos filtros F9, conforme a norma EN 1886. Classe de eficiência F9 de acordo com a norma EN 779 (ePM1.0 80%, ISO 16890). A perda de carga do filtro a considerar será na situação de filtros médios (para uma perda de carga final de acordo com a norma EN 13053: 2018). Secção dotada de pressostato diferencial.

CONTROLO

A unidade é completamente independente e autónoma, podendo, no entanto, ser monitorizada e controlada através de um sistema de Gestão Centralizada, através de uma placa de comunicação que fará a interligação entre ambas.

Todo o controlo da unidade é montado e testado em fábrica, tornando a instalação e o arranque em obra mais fácil e rápido, necessitando apenas de alimentação elétrica e hidráulica, assim como das ligações aerólicas à rede de condutas.

O sistema de controlo integra um software próprio, desenvolvido tendo em particular atenção a modularidade das unidades de tratamento de ar. Assim sendo, o controlo é adaptável às exigências e necessidades de cada situação, podendo-se alterar a filosofia de controlo alterando apenas alguns parâmetros (mesmo em obra) de um modo “user friendly”. Toda a aplicação, assim como o seu manual, se encontram redigidos integralmente na língua portuguesa.

A unidade é programada para:

- Controlo da temperatura de extração
- Controlo do caudal de ar (função do estado de colmatação dos filtros)

A aplicação controlará o funcionamento do ventilador, o funcionamento dos registos de caudal, o funcionamento das baterias, o funcionamento da caixa de mistura (modelação dos registos), etc., otimizando deste modo o desempenho energético global da unidade.

O ventilador, assim como todo o equipamento elétrico integrado na unidade (à exceção do módulo de produção de vapor, quando aplicável), será alimentado a partir do quadro elétrico integrado na própria unidade.

O arranque da máquina será temporizado de forma a permitir a abertura prévia do registo de lâminas opostas de duas posições na entrada de ar, quando aplicável.

Os filtros são continuamente monitorizados, transmitindo um sinal de alarme, em caso de anomalia ou mau funcionamento.

O quadro elétrico apresenta ainda as respetivas sinalizações de funcionamento e estado do ventilador, assim como a sinalização do disparo do térmico do motor.

Quadro Elétrico composto por:

- Controlador por Microprocessador
- Placa de relógio

- Placa de comunicação RS 485 para protocolo MODBUS para ligação à GTC
- Interruptor de corte geral
- Proteções térmicas e magnéticas para o motor de insuflação
- Proteção de circuitos auxiliares
- Contacto para ligar/desligar remoto
- Contacto seco para avaria/alarme
- Visor de controlo e parametrização para instalação local (QE) ou remoto

Material de campo instalado na unidade:

- Sonda de temperatura exterior (ar novo)
- Sonda de temperatura de insuflação
- Sonda de temperatura ambiente (extração)
- Válvula de 3 vias modulante para bateria de água arrefecida
- Válvula de 3 vias modulante para bateria de água aquecida
- Pressostatos diferenciais para sinalização do estado de colmatção dos filtros
- Transmissor de pressão para ventilador de insuflação extração (variador de frequência integrado no próprio motor EC)
- Servomotores proporcionais para registos de caudal

DE EVAC S.A. - Margarida Fernandes
 OBRA Linha de Enchimento Assético de injetáveis
 REF. UTA

MODELO UTA 80 ZL 70

1. Implementação da diretiva 2009/125/EC - Regulamento 1253/2014 (requisitos Ecodesign)

	Insuflação	Extracção	NRVU - UVU
Sist. transmissão de várias vel. ou velocidade variável			
Potência eléctrica absorvida	Pel abs 9,94	-	kW
Rendimento estático global - grupo ventilador	η_{sys} 69,3	-	%
Perda de carga interna - ecodesign	ΔP 89	-	Pa
Specific Fan Power - ecodesign	SFP _{int.} 128		J/m ³
Specific Fan Power máximo - ecodesign	SFP _{int.máx.} 230		J/m ³
Taxa máxima de fuga externa -400 Pa	(o) 0,2		%
Taxa máxima de fuga externa +400 Pa	(o) 0,3		%
Consumo energético anual dos filtros (Base cálculo documento 4/20 EUROVENT)	(p) 7563		kW.h

A unidade está em conformidade com o regulamento, parâmetros 2018.

2. Especificações Construtivas

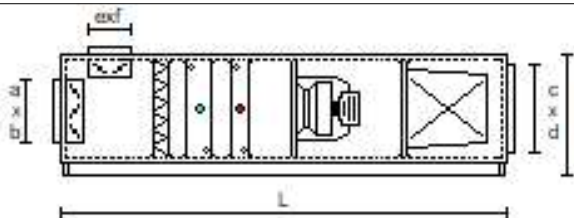
Estrutura interior em alumínio tratado. Calhas interiores em Aluzinc/Epoxy. Painéis duplos com isolamento de poliuretano com densidade 44 kg/m³ e lã mineral com 100 kg/m³.
 Chapa exterior em Aluzinc (AZ185)
 Chapa interior em Aluzinc (AZ185)

Tendo em consideração as recomendações da norma: EN 13053
 Classificação segundo a Norma EN 1886:2007: D1(M) / L1(M) / G1-F9 / T2 / TB2

3. Especificações Gerais

	Insuflação	Extracção	Ar novo	
Caudal Ar	18.072	15.361	2.711	Nm ³ /h
Densidade: 1,204 kg/m ³	6,044	5,137	0,907	kg/s
Pressão estática requerida	1100	-		Pa
Condições do ar - Inverno / Verão				
Temperatura bolbo seco		22 / 22	-0,3 / 29,3	°C
Humidade relativa		50 / 50	94 / 41	%


4. Esquisso




H = 1.725 + 150	[mm]
B = 1.818	
L = 3.740	± 5%
a = 1.000	b = 1.450
c = 1.625	d = 1.718
e = 1.200	f = 1.450
Nº Módulos :	2
Peso maior:	982 kg ± 5%
Peso total:	1.233 kg ± 5%

5. UTA - Classificação da eficiência energética - Verão / Inverno

	Insuflação / Extracção		Verão	Inverno
Velocidade referência	1,82 / 0	m/s		
Efic. Temp. para caudais iguais de ar	0 / 0	%		
Efic. Humid. para caudais iguais de ar	0 / 0	%		
Razão de ar de retorno	85	%		
Factor:				
Perda carga SRC - Eficiência temperatura	2,73	Pa/%		
Importância recup. temp. vs recup. Humid.	0,38	[0..1]		
Importância do 'bypass de redução dP' no SRC	0,72	[0..1]		
Perda de carga SRC - Eficiência de temperatura	1,69	Pa/%		
Perda de carga SRC - Eficiência de humidade	4,03	Pa/%		
Potência absorvida (fs-Pref Verão)	0,87	-		
Potência absorvida (fs-Pref Inverno)	0,84	-		



LISBOA GEOF, Portugal
 Tdb : 33,5 °C
 Tdew-p : 12,7 °C



LISBOA GEOF, Portugal
 Tdb : 6,6 °C
 (ASHRAE 2017 Climatic Design Conditions)

6. Secção de entrada Retorno e Insuflação - Caixa de Mistura de 2 vias

Retorno - Para ligação a conduta
Registo proporcional - Classe 2 (EN 1751)
Ar novo - Para ligação a conduta
Registo proporcional - Classe 2 (EN 1751)

7. Secção de filtragem inicial - Insuflação

Filtro Plano	Eficiência	Perda carga		Cálculo	Pa
	EN779 / ISO16890 G4 / Coarse 75%	Inicial	Final		
		35	85	60	

Extras:
Pressostato diferencial: Filtro Plano

8. Secção térmica - Bateria de Arrefecimento / Bateria de Aquecimento

Permutador compacto com alhetas em alumínio e tubo em cobre.

Tabuleiro de recolha de condensados em aço inox 304L.

Fiadas	4	1	
Espaçamento de alheta	2,5	2,5	mm
Ligação	2"	1,5"	
Condições do ar			
Caudal	18.072	18.072	m³/h
Velocidade facial no alhetado	2,23	2,23	m/s
Perda carga (seca/húmida)	49 / 70	20	Pa
Temperatura bolbo seco / Humidade relativa - Entrada	23,1 / 49	18,4 / 56	°C / %
Temperatura bolbo seco / Humidade relativa - Saída	13,5 / 87	25,6 / 36	°C / %
Capacidade de desumidificação	5,3		kg/h
Fluxo entálpico dos condensados	0,07		kJ/s
Potência sensível	57,84	43,87	kW
Fluido primário - Água/Glicol	0	0	%(kg)
Caudal	10.849	7.602	L/h
Potência total	63,06	43,87	kW
Regime de Temperatura Nominal	7 / 12	45 / 40	°C
Temperatura Saída	12	40	°C
Perda carga	24,9	31,2	kPa
Volume Interno	38,9	12,5	L

projectado para condições secas

9. Secção do ventilador - Insuflação

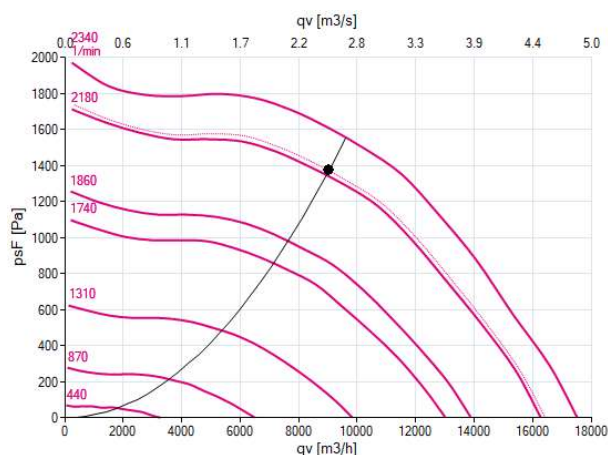
Ventilador centrífugo de simples aspiração, pás recuadas, concebido para o uso sem envolvente 'Plug Fan'.

Modelo	2 x P50016EC2	
Caudal	18.072	Nm³/h
Vel. Rotação	2.199	rpm
SFP (Class 4)	1.874	W/(m³/s)
SFPv / SFPe	1.874 / 1.996	W/(m³/s)
Pressão estática disponível	1100	Pa
Pressão estática total	1.373	Pa
Pressão dinâmica	28	Pa
Pressão total	1.401	Pa
Motor Eficiência EC ~ IE5		
Potência nominal	2 x 6	kW
Número de polos	-	
Vel. rotação nominal	2.340	rpm
Frequência funcionamento	47	Hz
Potência absorvida	9,94	kW
Classe protecção/isolamento	IP54/I	
Tensão nominal	3~ 380..400	V
Corrente nominal	2 x 9,6-7,6	A

O efeito do sistema no ventilador é tido em conta no seu desempenho.

Extras:

Interruptor motor eléctrico
Óculo e iluminação
Pressostato diferencial
Motor eléctrico - protecção termistor PTC



10. Secção de filtragem final - Insuflação

	Eficiência		Perda carga			Pa
	EN779 / ISO16890	F9 / ePM1.0 80%	Inicial	Final	Cálculo	
Filtro Saco (535 mm)			89	189	139	
Extras:						
Pressostato diferencial: Filtro Saco						

11. Secção de saída - Insuflação

Para ligação a conduta

12. Espectro Acústico

	LWS	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz
Insuflação - Descarga	87 dB(A)	79	89	91	85	80	71	64	59	dB
Insuflação - Admissão	79 dB(A)	70	81	80	77	73	68	64	60	dB
Insuflação - Exterior	62 dB(A)	62	72	66	56	55	48	34	30	dB

UTA

Unidade de Tratamento de Ar, com estrutura do tipo autoportante, totalmente interior aos painéis, executada em perfis especiais de alumínio P Al Mg Si UNI 3569-66 e cantos em PVC especial de elevada resistência mecânica. Este tipo de estrutura, não estando em contacto nem com o exterior nem com o interior da unidade, permite a rutura total da ponte térmica através da estrutura, conduzindo a unidade a excelentes características térmicas.

Os painéis são de tripla/quadrupla parede em chapa de Aluzinc AZ185 pelo exterior e pelo interior, incluindo calhas. Unidade adequada para utilização em ambientes corrosivos classe C4 de acordo com a norma ISO 12944-2.

O isolamento (entre as chapas de aço) tem uma espessura total aproximada de 60 mm e é constituído por dois tipos de materiais: uma camada de 30 mm de espessura de poliuretano expandido, livre de CFC's (44 Kg/m³) do lado exterior da unidade e uma camada de 30 mm de espessura de lã mineral (100 Kg/m³) do lado interior da unidade. Esta solução garante uma elevada atenuação acústica e uma ótima prestação a nível de isolamento térmico, conduzindo a unidade a uma classe de desempenho térmico T2 de acordo com a norma EN 1886.

A unidade, devido ao conjunto estrutura/painéis que a caracteriza, tem o interior completamente liso, mesmo na união de módulos. Os painéis são fixos pelo exterior por parafusos em aço e as portas de acesso por dobradiças e puxadores de abertura rápida de 1/4 de volta. Quer os painéis fixos quer as portas assentam em juntas de estanqueidade em borracha.

A unidade é do tipo unidirecional, de simples fluxo, de configuração em-linha, própria para montagem no interior, sendo dotada de base de assentamento (contínuo ou seccionado com união de aperto simples e rígido).

Todos os principais componentes da unidade são de fácil acesso e/ou remoção para operações de inspeção, manutenção e limpeza.

A unidade está certificada pela EUROVENT CERTIFICATION (n.º certif. 99.05.012) e o sistema de Gestão de Qualidade do fabricante pela norma ISO 9001:2015.

A Gama UTA ZL 70 cumpre com os principais requisitos da norma EN 13053 e a sua classificação, de acordo com a norma EN 1886, é a seguinte:

Classe de Resistência Mecânica:	D1
Classe de Estanqueidade (- 400 Pa):	L1
Classe de Estanqueidade (+ 700 Pa):	L1
Classe de "By-Pass" aos filtros:	F9
Classe de Desempenho Térmico:	T2
Fator de Ponte Térmica:	TB2

Espectro sonoro de atenuação da envolvente:

Frequência (Hz)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Atenuação (dB)	19	24	23	33	26	29	40

A unidade satisfaz os seguintes requisitos energéticos:

Classificação energética mínima Eurovent (Verão: 2020 / Inverno: 2016):	A+ / A+
Velocidade de referência máxima (insuflação / extracção):	1,82/ 0 m/s
(Para a determinação da velocidade de referência, a secção considerada (secção de referência) é a mesma usada para a determinação da classificação energética, devidamente identificada no documento “EUROVENT 6/12”).	
Requisitos Ecodesign (Reg. Europeu EU N.º 1253/2014):	✓

Especificam-se em seguida os módulos constituintes da unidade:

Circuito de INSUFLAÇÃO

Módulo de mistura de 2 vias, constituído pelo registo de caudal de ar novo e pelo registo de caudal de extração/recirculação, montados no interior da unidade, ambos formados por lâminas paralelas de alumínio, em contra-rotação, de ação proporcional. As lâminas são munidas de junta de vedação em borracha. Os mecanismos de interligação das lâminas são exteriores ao fluxo de ar, dispendo de indicador de posição. Registos com classificação Classe 2 de acordo com a norma EN 1751.

Pré filtro constituído por manta filtrante plissada no interior de duas malhas de arame zincado electro-soldado. Classe de eficiência G4 de acordo com a norma EN 779 (Coarse 75%, ISO 16890) e caixilho metálico deslizante em calhas em U para fácil substituição. Sistema de suporte/fixação com classe de *by-pass* aos filtros G1-F5, conforme a norma EN 1886. A perda de carga do filtro a considerar será na situação de filtros médios (para uma perda de carga final de acordo com a norma EN 13053:2018). Secção dotada de pressostato diferencial.

Secção de arrefecimento, com bateria a água executada em tubos de cobre expandidos no interior de alhetas em alumínio. Os coletores de entrada e saída de água são em tubo de aço, devidamente tratado contra a corrosão. Os caixilhos e sistema estrutural são em aço inox AISI 304L.

A bateria é dimensionada para uma baixa velocidade (efetiva) de passagem do ar através da superfície alhetada (inferior a 2,5 m/s) e para uma baixa perda de carga da água (inferior 30 kPa).

Esta secção é provida de tabuleiro de recolha de condensados em aço inoxidável AISI 304L (aço 1.4307, de acordo com a norma EN 10088-1), com volume de acumulação mínimo e sifão com altura mínima de 40 mmCA.

Secção de aquecimento com bateria a água executada em tubos de cobre expandidos no interior de alhetas em alumínio. Os coletores de entrada e saída de água, assim como os respetivos caixilhos e sistema estrutural, são em tubo de aço, devidamente tratado contra a corrosão.

A bateria é dimensionada para uma baixa velocidade (efetiva) de passagem do ar através da superfície alhetada (inferior a 2,5 m/s) e para uma baixa perda de carga da água (inferior 30 kPa).

Ventilador de insuflação, do tipo “PLUG FAN - EC”, executado em material compósito / liga de alumínio, sendo as turbinas dinâmicas e estaticamente equilibradas.

É criteriosamente dimensionado para um elevado rendimento mecânico e baixo nível de ruído, garantindo a classe mínima, de acordo com a norma EN13779, SFP 3. Será dimensionado e selecionado para a situação de filtros colmatados, de acordo com os valores máximos de perda de carga indicados pela norma EN 13053:2018.

Os motores elétricos são do tipo EC, integrando variador de frequência com PID, permitindo a regulação de caudal de ar através de um sinal exterior de 0 a 10V ou 4 a 20mA. Proteção mecânica IP55 segundo CEI34, classe de isolamento F e classe de eficiência energética mínima equivalente à classe IE5 de acordo com a norma

IEC 60034-30. Inclui proteção térmico-magnética do motor e saída digital para sinalização de alarme, permitindo variação do caudal de 10 a 100%. É feita a programação, em fábrica, para as condições de projeto. Secção dotada de interruptor de corte local e óculo e iluminação interior.

Filtro de bolsas (saco) com elevada área de filtragem, em manta sintética selada por ultra-sons, montado em caixilho metálico com adequada junta de estanquicidade e deslizante em calhas metálicas em U para fácil substituição. Sistema de suporte/fixação com classe de *by-pass* aos filtros F9, conforme a norma EN 1886. Classe de eficiência F9 de acordo com a norma EN 779 (ePM1.0 80%, ISO 16890). A perda de carga do filtro a considerar será na situação de filtros médios (para uma perda de carga final de acordo com a norma EN 13053: 2018). Secção dotada de pressostato diferencial.

CONTROLO

A unidade é completamente independente e autónoma, podendo, no entanto, ser monitorizada e controlada através de um sistema de Gestão Centralizada, através de uma placa de comunicação que fará a interligação entre ambas.

Todo o controlo da unidade é montado e testado em fábrica, tornando a instalação e o arranque em obra mais fácil e rápido, necessitando apenas de alimentação elétrica e hidráulica, assim como das ligações aerólicas à rede de condutas.

O sistema de controlo integra um software próprio, desenvolvido tendo em particular atenção a modularidade das unidades de tratamento de ar. Assim sendo, o controlo é adaptável às exigências e necessidades de cada situação, podendo-se alterar a filosofia de controlo alterando apenas alguns parâmetros (mesmo em obra) de um modo “user friendly”. Toda a aplicação, assim como o seu manual, se encontram redigidos integralmente na língua portuguesa.

A unidade é programada para:

- Controlo da temperatura e humidade relativa de extração
- Controlo do caudal de ar (função do estado de colmatação dos filtros)

A aplicação controlará o funcionamento do ventilador, o funcionamento dos registos de caudal, o funcionamento das baterias, o funcionamento da caixa de mistura (modelação dos registos), etc., otimizando deste modo o desempenho energético global da unidade.

O ventilador, assim como todo o equipamento elétrico integrado na unidade (à exceção do módulo de produção de vapor, quando aplicável), será alimentado a partir do quadro elétrico integrado na própria unidade.

O arranque da máquina será temporizado de forma a permitir a abertura prévia do registo de lâminas opostas de duas posições na entrada de ar, quando aplicável.

Os filtros são continuamente monitorizados, transmitindo um sinal de alarme, em caso de anomalia ou mau funcionamento.

O quadro elétrico apresenta ainda as respetivas sinalizações de funcionamento e estado do ventilador, assim como a sinalização do disparo do térmico do motor.

Quadro Elétrico composto por:

- Controlador por Microprocessador
- Placa de relógio

- Placa de comunicação RS 485 para protocolo MODBUS para ligação à GTC
- Interruptor de corte geral
- Proteções térmicas e magnéticas para o motor de insuflação
- Proteção de circuitos auxiliares
- Contacto para ligar/desligar remoto
- Contacto seco para avaria/alarme
- Visor de controlo e parametrização para instalação local (QE) ou remoto

Material de campo instalado na unidade:


- Sonda de temperatura exterior (ar novo)
- Sonda de temperatura de insuflação
- Sonda de temperatura e humidade ambiente (extração)
- Válvula de 3 vias modulante para bateria de água arrefecida
- Válvula de 3 vias modulante para bateria de água aquecida
- Pressostatos diferenciais para sinalização do estado de colmatção dos filtros
- Transmissor de pressão para ventilador de insuflação extração (variador de frequência integrado no próprio motor EC)
- Servomotores proporcionais para registos de caudal

Anexo 3

DE EVAC S.A. - Margarida Fernandes
 OBRA Linha de Enchimento Assético de injetáveis
 REF. VE.GER

MODELO UTA 10 ZL 70

1. Implementação da diretiva 2009/125/EC - Regulamento 1253/2014 (requisitos Ecodesign)

		Insuflação	Extracção	NRVU - UVU
Sist. transmissão de várias vel. ou velocidade variável		✓ 0,43	-	
Potência eléctrica absorvida	Pel abs	43,6	-	
Rendimento estático global - grupo ventilador	η_{sys}	36,7	-	
Rendimento estático global mínimo - grupo ventilador	η_{V_u}			
Taxa máxima de fuga externa -400 Pa	(o)		0,1	
Taxa máxima de fuga externa +400 Pa	(o)		0,2	

A unidade está em conformidade com o regulamento, parâmetros 2018.

2. Especificações Construtivas

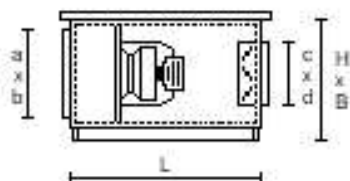
Estrutura interior em alumínio tratado. Calhas interiores em Aluzinc/Epoxy. Painéis duplos com isolamento de poliuretano com densidade 44 kg/m³ e lã mineral com 100 kg/m³.
 Chapa exterior em Aluzinc (AZ185)
 Chapa interior em Aluzinc (AZ185)
 Unidade para montagem à intempérie

Tendo em consideração as recomendações da norma: EN 13053
 Classificação segundo a Norma EN 1886:2007: D1(M) / L1(M) / G1-F9 / T2 / TB2

3. Especificações Gerais

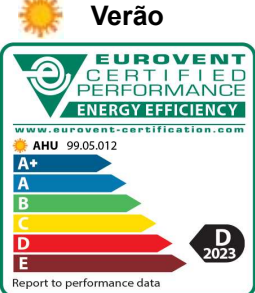

	Insuflação	Extracção	Ar novo	
Caudal Ar	2.545		2.545	Nm ³ /h
Densidade: 1,204 kg/m ³	0,851		0,851	kg/s
Pressão estática requerida	250			Pa

4. Esquisso



H = 582 + 150	[mm]
B = 723	
L = 760	± 5%
a = 410	b = 565
c = 450	d = 350
Nº Módulos : 1	
Peso total: 101 kg ± 5%	

5. UTA - Classificação da eficiência energética - Verão / Inverno

	Insuflação / Extracção		Verão	Inverno
Velocidade referência	2,58 / -	m/s		
Efic. Temp. para caudais iguais de ar	0 / -	%		
Efic. Humid. para caudais iguais de ar	0 / -	%		
Razão de ar de retorno	0	%		
Factor:				
Importância recup. temp. vs recup. Humid.	0,38	[0..1]	LISBOA GEOF, Portugal Tdb : 33,5 °C Tdew-p : 12,7 °C (ASHRAE 2017 Climatic Design Conditions)	
Importância do 'bypass de redução dP' no SRC	0,72	[0..1]		
Perda de carga SRC - Eficiência de temperatura	1,69	Pa/%		
Perda de carga SRC - Eficiência de humidade	4,03	Pa/%		
Potência absorvida (fs-Pref Verão)	0,85	-		
Potência absorvida (fs-Pref Inverno)	0,99	-		

6. Secção de entrada - Insuflação

Para ligação a conduta

7. Secção do ventilador - Insuflação

Ventilador centrífugo de simples aspiração, pás recuadas, concebido para o uso sem envolvente 'Plug Fan'.

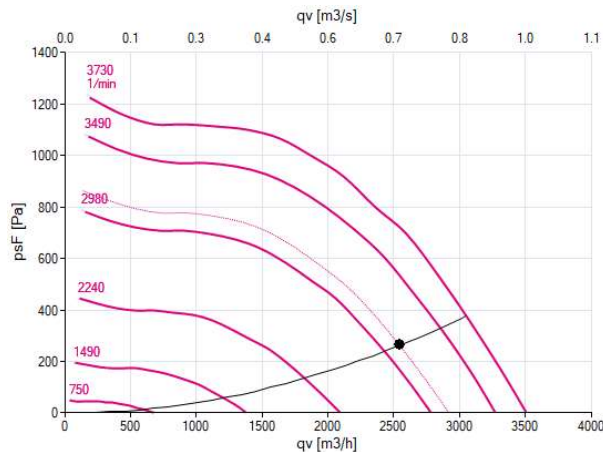
Modelo	P2505EC2	
Caudal	2.545	Nm ³ /h
Vel. Rotação	3.120	rpm
SFP (Class 2)	603	W/(m ³ /s)
SFPv / SFPe	603 / 603	W/(m ³ /s)
Pressão estática disponível	250	Pa
Pressão estática total	263	Pa
Pressão dinâmica	35	Pa
Pressão total	298	Pa

Motor Eficiência EC ~ IE4		
Potência nominal	0,78	kW
Número de polos	-	
Vel. rotação nominal	3.730	rpm
Frequência funcionamento	41,8	Hz
Potência absorvida	0,426	kW
Classe protecção/isolamento	IP54/I	
Tensão nominal	1~ 200..230	V
Corrente nominal	4-2,9	A

O efeito do sistema no ventilador é tido em conta no seu desempenho.

Extras:

- Interruptor motor eléctrico
- Óculo e iluminação
- Pressostato diferencial
- Motor eléctrico - protecção termistor PTC
- Sistema de Regulação de Caudal constante


8. Secção de saída - Insuflação

Para ligação a conduta

Registo proporcional - Classe 2 (EN 1751)

9. Espectro Acústico

	LWS	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz
Insuflação - Descarga	81 dB(A)	68	69	76	75	75	72	68	76	dB
Insuflação - Admissão	75 dB(A)	68	67	71	72	69	62	62	71	dB
Insuflação - Exterior	48 dB(A)	55	54	52	44	44	34	22	29	dB

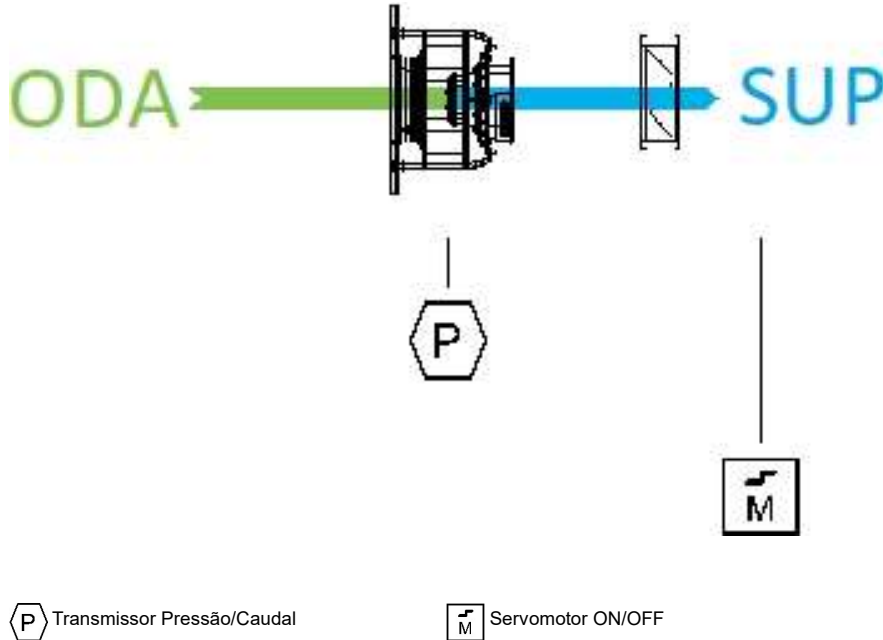
10. Sistema de Comando e Controlo autónomo da unidade

Unidade com sistema completo de comando e controlo integrado constituído, em resumo, por:

- Quadro elétrico (incluindo proteções térmicas e magnéticas, comandos e acessórios);

Sistema de controlo caudal de ar insuflação:

- SRCC, Sistema de regulação de caudal constante;




DE EVAC S.A. - Margarida Fernandes
 OBRA Linha de Enchimento Assético de injetáveis
 REF. VE

MODELO

UTA 5 ZL 70

1. Implementação da diretiva 2009/125/EC - Regulamento 1253/2014 (requisitos Ecodesign)

		Insuflação	Extracção	NRVU - UVU
Sist. transmissão de várias vel. ou velocidade variável		✓ 0,16	-	
Potência eléctrica absorvida	Pel abs	57,7	- kW	
Rendimento estático global - grupo ventilador	η_{sys}	30,6	- %	
Rendimento estático global mínimo - grupo ventilador	η_{Vu}		- %	
Taxa máxima de fuga externa -400 Pa	(o)		0,2 %	
Taxa máxima de fuga externa +400 Pa	(o)		0,3 %	

A unidade está em conformidade com o regulamento, parâmetros 2018.

2. Especificações Construtivas

Estrutura interior em alumínio tratado. Calhas interiores em Aluzinc/Epoxy. Painéis duplos com isolamento de poliuretano com densidade 44 kg/m³ e lã mineral com 100 kg/m³.
 Chapa exterior em Aluzinc (AZ185)
 Chapa interior em Aluzinc (AZ185)
 Unidade para montagem à intempérie

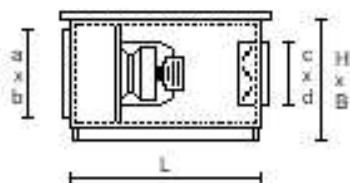
Tendo em consideração as recomendações da norma: EN 13053

Classificação segundo a Norma EN 1886:2007: D1(M) / L1(M) / G1-F9 / T2 / TB2

3. Especificações Gerais


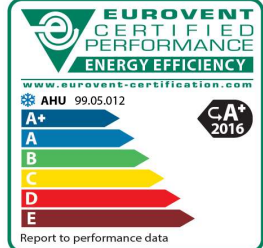
	Insuflação	Extracção	Ar novo	
Caudal Ar	1.253		1.253	Nm ³ /h
Densidade: 1,204 kg/m ³	0,419		0,419	kg/s
Pressão estática requerida	250			Pa

4. Esquisso



H = 582 + 150	[mm]
B = 568	
L = 760	± 5%
a = 410	b = 410
c = 350	d = 250
Nº Módulos : 1	
Peso total: 87 kg	± 5%

5. UTA - Classificação da eficiência energética - Verão / Inverno

	Insuflação / Extracção		Verão	Inverno
Velocidade referência	1,7 / -	m/s		
Efic. Temp. para caudais iguais de ar	0 / -	%		
Efic. Humid. para caudais iguais de ar	0 / -	%		
Razão de ar de retorno	0	%		
Factor:				
Importância recup. temp. vs recup. Humid.	0,38	[0..1]	LISBOA GEOF, Portugal Tdb : 33,5 °C Tdew-p : 12,7 °C (ASHRAE 2017 Climatic Design Conditions)	
Importância do 'bypass de redução dP' no SRC	0,72	[0..1]		
Perda de carga SRC - Eficiência de temperatura	1,69	Pa/%		
Perda de carga SRC - Eficiência de humidade	4,03	Pa/%		
Potência absorvida (fs-Pref Verão)	1	-		
Potência absorvida (fs-Pref Inverno)	0,81	-		

6. Secção de entrada - Insuflação

Para ligação a conduta

7. Secção do ventilador - Insuflação

Ventilador centrífugo de simples aspiração, pás recuadas, concebido para o uso sem envolvente 'Plug Fan'.

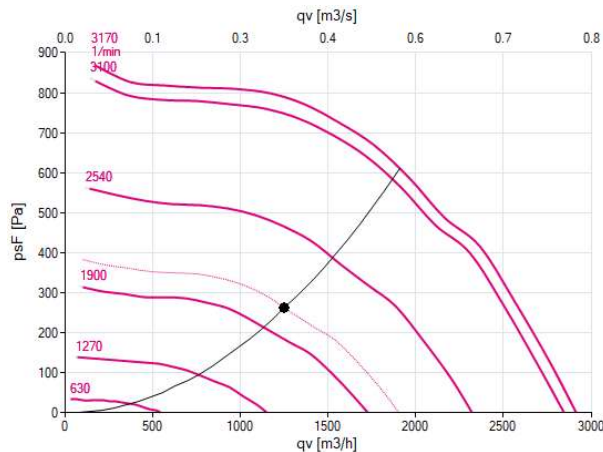
Modelo	P2503EC2	
Caudal	1.253	Nm ³ /h
Vel. Rotação	2.093	rpm
SFP (Class 1)	454	W/(m ³ /s)
SFPv / SFPe	454 / 454	W/(m ³ /s)
Pressão estática disponível	250	Pa
Pressão estática total	262	Pa
Pressão dinâmica	8	Pa
Pressão total	270	Pa

Motor Eficiência EC ~ IE4		
Potência nominal	0,5	kW
Número de polos	-	
Vel. rotação nominal	3.170	rpm
Frequência funcionamento	33	Hz
Potência absorvida	0,158	kW
Classe protecção/isolamento	IP54/I	
Tensão nominal	1~ 200..230	V
Corrente nominal	2,5-1,8	A

O efeito do sistema no ventilador é tido em conta no seu desempenho.

Extras:

- Interruptor motor eléctrico
- Óculo e iluminação
- Motor eléctrico - protecção termistor PTC
- Sistema de Regulação de Caudal constante


8. Secção de saída - Insuflação

Para ligação a conduta

Registo proporcional - Classe 2 (EN 1751)

9. Espectro Acústico

	LWS	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz
Insuflação - Descarga	67 dB(A)	53	62	60	61	64	59	55	50	dB
Insuflação - Admissão	59 dB(A)	52	58	54	56	54	50	48	43	dB
Insuflação - Exterior	34 dB(A)	39	45	35	28	29	22	<20	<20	dB

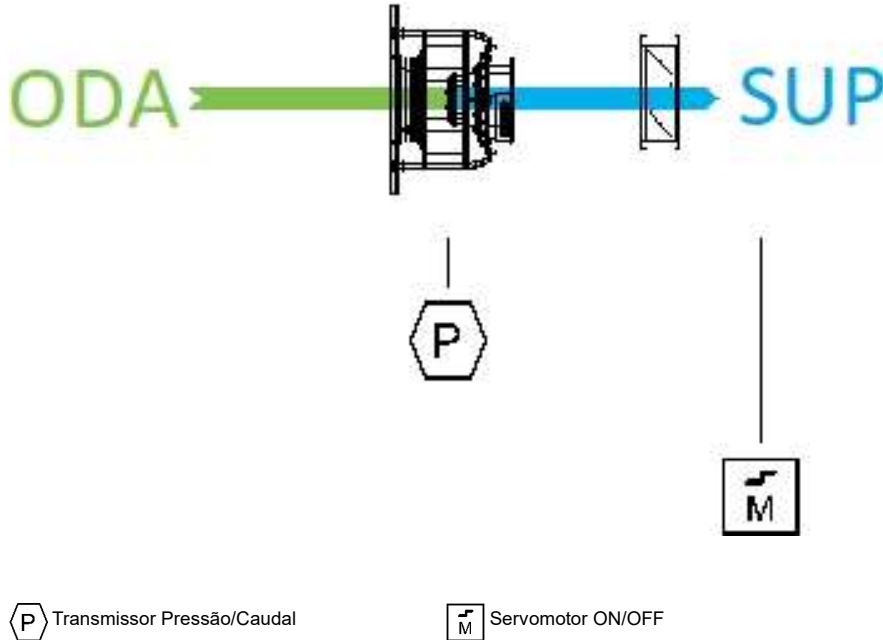
10. Sistema de Comando e Controlo autónomo da unidade

Unidade com sistema completo de comando e controlo integrado constituído, em resumo, por:

- Quadro elétrico (incluindo proteções térmicas e magnéticas, comandos e acessórios);

Sistema de controlo caudal de ar insuflação:

- SRCC, Sistema de regulação de caudal constante;



Anexo 4



Clean Box® 3

caixa porta-filtros terminal 100% soldada para salas brancas



INFORMAÇÃO GERAL

Vantagens

- Soldadura contínua da envolvente da caixa: estanquidade e durabilidade garantidas.
- Fixação dos filtros imediata e sem ferramentas (mecanismo com várias posições a ± 3 mm).
- Sistema de fixação universal em painéis do tipo sandwich para uma montagem fácil.
- Duas espessuras de filtros, de 66/68 e 110 mm, na mesma caixa.
- Teste de estanquidade individual em fábrica.
- Gama completa de difusores para salas brancas.
- Compatível com outros filtros do mercado.

Gama

1 versão Clean Box® 3:

- Solução concebida para adaptar dois filtros de espessuras diferentes, 66/68 e 110 mm, oferecendo assim uma evolução do desempenho do filtro (caudais e perda de carga) sem substituição da caixa.

2 tipos de pleno:

- PDC: picagem superior circular.
- PLC: picagem lateral circular.

6 modelos de pleno:

- 3.3, 3.6, FP, 6.6, 9.6 e 12.6.

Difusores adaptáveis disponíveis:

- TP: chapa perfurada.
- TB: rotacional.
- TO: chapa de obturação.
- MCPF: malha quadrada porta-filtro
- 4D, 3D, 2D, 1D.

Designação

Clean Box® 3	PDC	3.6	4D
<u>TIPO</u>	<u>TIPO DE PICAGEM</u>	<u>DIMENSÕES DO FILTRO</u>	<u>TIPO DE DIFUSOR</u>
	PDC: PICAGEM SUPERIOR CIRCULAR PLC: PICAGEM LATERAL CIRCULAR PLC REG: PICAGEM LATERAL CIRCULAR COM REGISTO	3: 305 MM 6: 610 MM 9: 915 MM 12: 1220 MM F.P.: 457 x 457 MM	TP: CHAPA PERFURADA 1D: 1 DIREÇÃO 2D: 2 DIREÇÕES 3D: 3 DIREÇÕES 4D: 4 DIREÇÕES MCPF: MALHA QUADRADA PORTA-FILTRO TO: CHAPA DE PERFURAÇÃO TB: ROTACIONAL

Aplicação / Utilização

- Filtragem terminal em salas bancas de risco, insuflação e retorno com fluxo não unidirecional.
- Caixa porta-filtros adequado para zonas classificadas de ISO 8 a ISO 6.
- Solução concebida para os requisitos das indústrias farmacêutica, agroalimentar, químicas, espaciais, entre outras.

Caixa:

- Caixa em chapa de aço a 15/10, pintada de branco RAL 9010, soldadura contínua.
- Sistema de fixação universal em painéis do tipo sandwich.
- Plano de junta de uma só peça no centro para garantir a estanquidade total.
- Fixação dos filtros sem ferramentas através de cliques automáticos.
- 4 tomas de pressão a 90° C, estanquidade garantida através de tubo transparente com diâmetro interno de 6 mm instaladas a montante / jusante para medir a colmatação do filtro a partir da sala.
- O sistema permite a injeção de aerossol para os testes de integridade no local.

Difusores:

- Difusores nos rebordos periféricos da caixa (aço pintado a branco RAL 9010).
- Grelha MCPF e chapa de obturação de apoio com junta (aço pintado a branco RAL 9010).
- Filtros de insuflação:
- Para as caixas X.X.66/110: FR EFI MPL e MPP (mini plissado, H14 e U15).

Filtros de retorno:

- 1º nível (a inserir na grelha MCPF): ISO gravimétrico 70-75% (FR SPG - G4), ePM10 65% ou ePM1 60% (FR MPC - M6 ou F7).
- 2º nível (a fixar na caixa): ePM1 60% (F9), E11 e H14.

Opções

- Fecho do difusor por sistema *Push Pull*.
- Possibilidade de picagem de 315 mm para os modelos 9.6 e 12.6.
- Sistema de fixação para painéis tipo *sandwich*.

Acondicionamento

- Vendido à unidade.

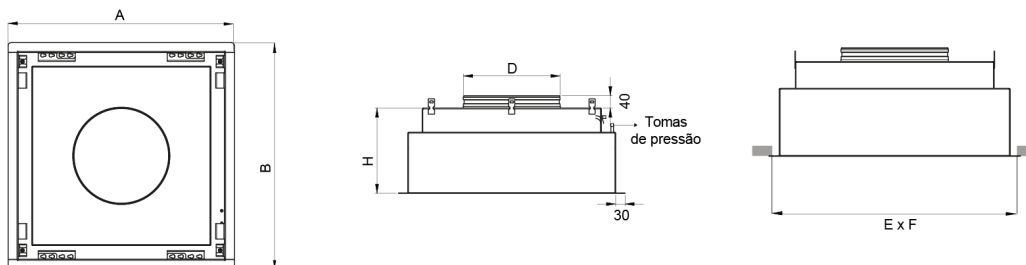
DESCRIÇÃO TÉCNICA

PRÍNCIPIO DE FUNCIONAMENTO

- Caixa para filtro THE, especialmente concebida para aplicação em salas brancas da indústria farmacêutica.
- A robustez e o sistema de fecho eficiente garantem a elevada qualidade exigida em salas esterilizadas.
- A integração de filtros de diferentes espessuras permite a modificação dos caudais de uma instalação existente ou reduzir o consumo de energia através da integração de filtros mais espessos.

ATRAVANCAMENTOS E PESOS

Modelo PDC

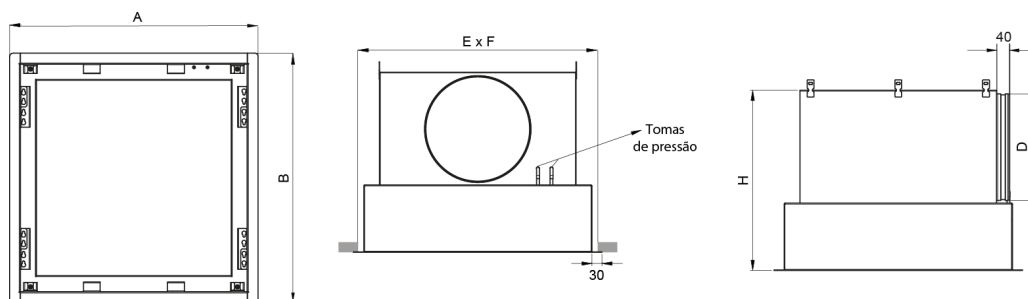
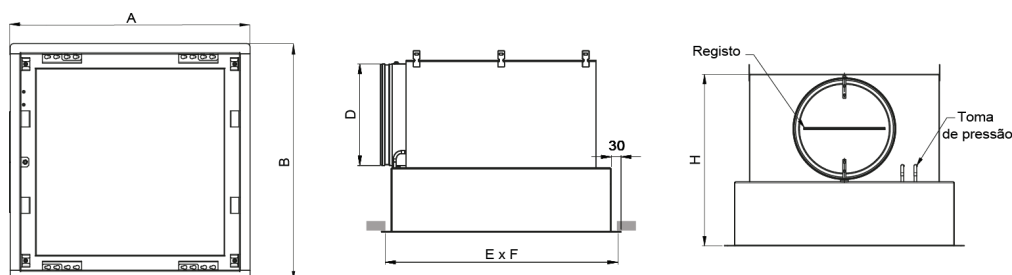


Características		Para os modelos PDC							
		Medidas fora tudo		Abertura		Altura	Diâmetro	Peso	
Modelos	Dimensões do filtro [mm]	A [mm]	B [mm]	E [mm]	F [mm]	H [mm]	D [mm]	[Kg]	
3.3	305 x 305 x 66/68 ou 110	430	430	390	390	277	158	7	
3.6	305 x 610 x 66/68 ou 110		735	390	695		248	11	
FP*	457 x 457 x 66/68 ou 110	595	595	542	542		313	15	
6.6	610 x 610 x 66/68 ou 110	735	735	695	695		398	19	
9.6	915 x 610 x 66/68 ou 110	1040		1000			695	498	23
12.6	1220 x 610 x 66/68 ou 110	1345		1305					

* Caixa prevista para instalação em teto falso. Para esta caixa, a peça de canto é de 36,5 mm.

No caso de uma picagem na parte superior da caixa:

- Dimensões da abertura = dimensões da caixa + conjunto da abertura x 2.
- Recomenda-se um conjunto da abertura de 10 mm de cada lado.

Modelo PLC**Modelo PLC com registo**

Características		Para os modelos PLC / PLC com registo							
		Medidas fora tudo		Abertura		Altura	Diâmetro	Peso PLC [Kg]	Peso PLC com registo [Kg]
Modelos	Dimensões do filtro [mm]	A [mm]	B [mm]	E [mm]	F [mm]	H [mm]	D [mm]		
3.3	305 x 305 x 66/68 ou 110	430	430	390	390	390	158	9	9
3.6	305 x 610 x 66/68 ou 110		735		695				
F.P*	457 x 457 x 66/68 ou 110	595	595	542	542	480	248	15	15
6.6	610 x 610 x 66/68 ou 110	735	735	695	685	545	313	22	22
9.6	915 x 610 x 66/68 ou 110	1040		1000	695	630	398	30	31
12.6	1220 x 610 x 66/68 ou 110	1345		1305	695	730	498	41	43

*Caixa prevista para instalação em teto falso; para esta caixa, a peça de canto é de 36,5 mm.

No caso de uma picagem na parte superior da caixa:

- Dimensões da abertura = dimensões da caixa + conjunto da abertura x 2.
- Recomenda-se um conjunto da abertura de 10 mm de cada lado.

SELEÇÃO

SELEÇÃO DE DIFUSOR

Seleção do Clean Box® 3 insuflação ou retorno:

- Os valores abaixo têm em conta os limites de utilização dos filtros (caudal nominal de utilização) e do conjunto pleno+difusor (NR < 40).

Modelos	Difusores	Caudal máximo a respeitar em função do filtro instalado na caixa Clean Box® 3 [m³/h]												
		Ø picagem [mm]	Difusor TP				Difusor TB				Difusor 4D			
			E11		H14		E11		H14		E11		H14	
			Caudais [m³/h]	Perda de carga inicial [Pa]	Caudais [m³/h]	Perda de carga inicial [Pa]	Caudais [m³/h]	Perda de carga inicial [Pa]	Caudais [m³/h]	Perda de carga inicial [Pa]	Caudais [m³/h]	Perda de carga inicial [Pa]	Caudais [m³/h]	Perda de carga inicial [Pa]
3.3.66	158	275	150	250	233	275	150	250	233	275	150	250	233	
3.3.110	158	450	144	450	260	450	144	450	260	308	99	308	178	
3.6.66	248	550	150	500	233	550	150	500	233	550	150	500	233	
3.6.110	248	820	131	820	237	760	122	760	220	580	93	580	168	
4.4.66 / FP.66	248	620	150	560	233	620	150	560	233	620	150	560	233	
4.4.110 / FP.110	248	907	132	907	236	907	132	980	255	877	128	877	228	
4.4.150 / FP.150	314	907	130	907	206	907	130	980	223	877	125	877	199	
6.6.66	314	1100	150	1000	233	1100	150	1000	233	1100	150	1000	233	
6.6.110	314	1485	119	1485	215	1227	98	1227	177	1500	120	1500	217	
6.6.150	398	1485	119	1485	186	1227	98	1227	153	1500	120	1500	188	
9.6.66	398	1650	150	1500	233	1614	147	1500	233	1650	150	1500	233	
9.6.110	398	2078	111	2078	200	1614	86	1614	155	1936	103	1936	186	
12.6.66	498	2200	150	2000	233	1871	128	1871	218	2200	150	2000	233	
12.6.110	498	2678	107	2678	193	1871	75	1871	135	2774	111	2774	200	

Seleção do Clean Box® 3 em retorno:

Com grelha MCPF

Modelos	Difusores	Caudal máximo a respeitar em função do filtro integrado no Clean Box® 3 [m³/h]											
		Difusor TP			Difusor TB			Difusor 4D			Grelha MCPF		
		F9	E11	H14	F9	E11	H14	F9	E11	H14	F9	E11	H14
3.3.66	350	275	250	190	275	250	350	275	250	350	275	250	
3.3.110	-	450	450	-	450	450	-	308	308	-	500	450	
3.6.66	800	550	500	600	550	500	800	550	500	800	550	500	
3.6.110	-	820	820	-	760	760	-	580	580	-	1000	900	
4.4.66 / FP.66	800	620	560	600	620	560	800	620	560	800	620	560	
4.4.110 / FP.110	-	907	907	-	907	980	-	877	877	-	1100	1000	
4.4.150 / FP.150	800	907	907	600	907	980	2000	877	877	2000	1120	1100	
6.6.66	1250	1100	1000	800	1100	1000	1300	1100	1000	1300	1100	1000	
6.6.110	-	1485	1485	-	1227	1227	-	1500	1500	-	2000	1800	
6.6.150	1400	1485	1485	800	1227	1227	2400	1500	1500	2400	2000	2000	
9.6.66	1300	1650	1500	1100	1614	1500	1300	1650	1500	1300	1650	1500	
9.6.110	-	2078	2078	-	1614	1614	-	1936	1936	-	3000	2700	
12.6.66	1300	2200	2000	1300	1871	1871	1300	2200	2000	1300	2200	2000	
12.6.110	-	2678	2678	-	1871	1871	-	2774	2774	-	4000	3600	

ACESSÓRIOS

Difusores de teto

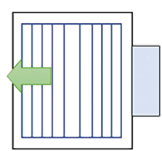
Difusores de 4, 3 ou 2 direções



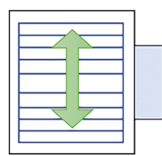
Difusor 4D



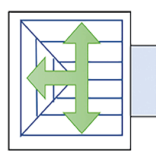
Difusão em 4 direções



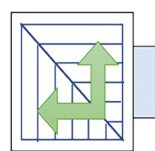
Difusor 10 1D



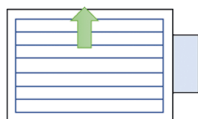
Difusor 20 2D



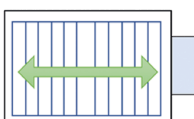
Difusor 30 3D



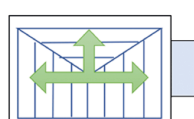
Difusor 22 2D



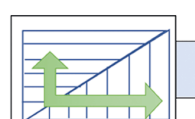
Difusor 11 1D



Difusor 21 2D

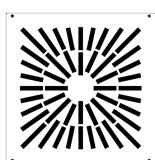


Difusor 31 3D



Difusor 23 2D

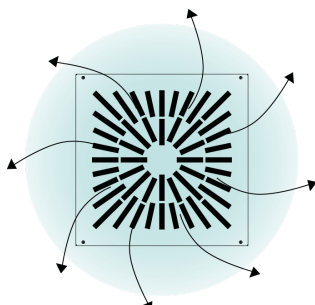
Difusor rotacional regulável TP



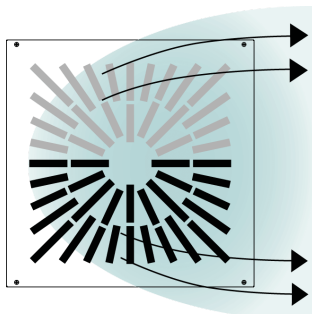
TP



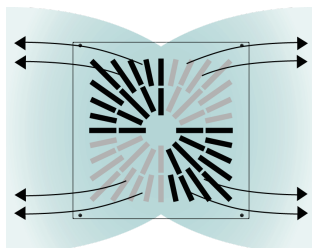
Versão 12.6.0



Regulação rotacional



Regulação 1 direção



Regulação 2 direções

Difusor de chapa perfurada TP



Grelha MCPF



Grelha de malha quadrada porta-filtro.

Chapa de obturação TO



Anexo 5

Série RN REGULADOR DE CAUDAL DE AR / MECÂNICO (CIRCULAR)

APLICAÇÃO

Regulador de caudal de ar a baixa e média velocidade.

Próprio para caudal constante ou variável - gama de ajuste 1: 4.

Montagem - em qualquer posição, tanto na insuflação como no retorno/exaustão.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Gama de pressão diferencial - 50 a 1000 Pa.

Velocidade do ar - entre 2 e 12 m/s.

Fácil ajuste e reajuste do caudal de ar em obra - sem recorrer a aparelhos de medição.

Dimensionamento - de acordo com os caudais mínimo e máximo pretendidos - pode por vezes não coincidir com o tamanho da conduta nos sistemas a baixa velocidade.

Calibrado individualmente em fábrica.

Escala em m³/h e l/s disponível no corpo do regulador.

Estanquidade da caixa, de acordo com a norma EN1751: classe C

MATERIAIS

Corpo e lâmina

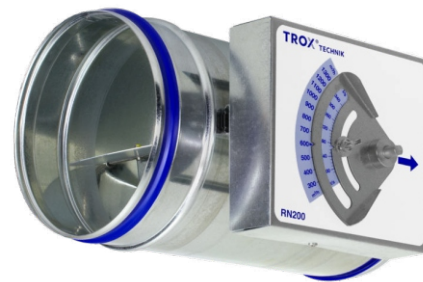
Standard – chapa de aço galvanizado.

Opção 1 – Chapa aço galvanizado com acabamento termolacado a RAL 7001 (cinzento prateado)

Opção 2 – Aço inox (1.4301)

Saco insuflável ("Balão")

Poliuretano

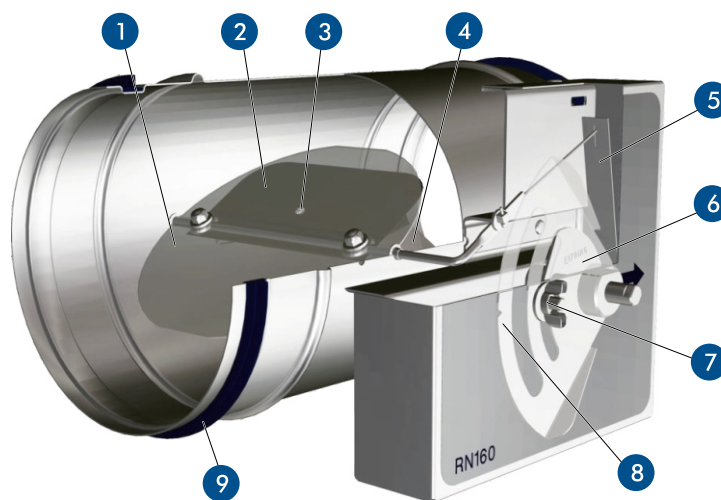


MOTORIZADO PARA COMUTAÇÃO REMOTA DE ÍNDICE DE CAUDAL



TESTADO DE ACORDO COM VDI 6022

COMPOSIÇÃO



- | | | |
|--------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1 Lâmina basculante | 4 Batente | 7 Porca de "orelhas" para fixação de índice de caudal |
| 2 "Balão" em poliuretano | 5 Mola de "contra-peso" | 8 Escala em m ³ /h e l/s |
| 3 Entrada de "balão" | 6 Quadrante para ajuste de índice de caudal | 9 Vedante preimetral |



Diâmetro Nominal (DN)	Gama de caudal (m³/h) TOLERÂNCIA DO CAUDAL REAL:10%	Velocidade do ar na conduta (m/s)	Peso (Kg)		
			SEM ATUADOR ELÉTRICO	COM ATUADOR ELÉTRICO	COM FLANGE ADICIONAR
80	40 - 162	2,2 - 9,0	1,4	2,4	-
100	80 - 324	2,8 - 11,5	1,8	2,8	0,6
125	126 - 504	2,9 - 11,4	2,0	3,0	0,7
160	216 - 864	3,0 - 11,9	2,5	3,5	1,0
200	324 - 1296	2,9 - 11,5	3,0	4,0	1,4
250	522 - 2088	3,0 - 11,8	3,5	4,5	1,8
315	828 - 3312	3,0 - 11,8	4,8	5,8	2,5
400	1260 - 5040	2,8 - 11,1	5,7	6,7	3,9

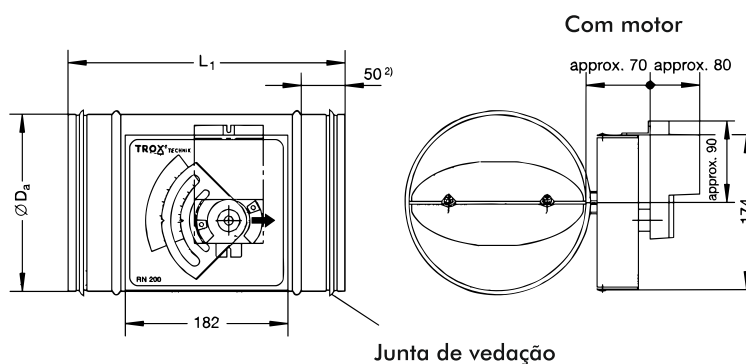
ATUADORES DISPONÍVEIS

Reversíveis (tudo/nada) 24VCA/CC ou 230VCA

Modulantes 24VCA/CC, 0-10VCC

DIMENSÕES (mm)

Diâmetro Nominal (DN)	ØD _a	ØD _i	L1
80	79	-	250
100	99	100	310
125	124	125	310
160	159	160	310
200	199	200	310
250	249	250	400
315	314	315	400
400	399	398	400



i OPÇÕES

Acabamento termolacado em cor RAL 7001 - sob consulta
 Revestimento com isolamento termo-acústico - sob consulta
 Disponível em versões motorizadas

ACESSÓRIOS ADICIONAIS

Atenuadores de som circulares
 Baterias de água quente ou de resistência elétrica

NOTA:

A motorização somente permite re-ajustar remotamente o índice do caudal.
 O REGISTO NÃO FECHA COMPLETAMENTE não pode ser usado como registo de bloqueio

Anexo 6

Série TVE REGULADOR DE CAUDAL DE AR CIRCULAR GAMA: 14 a 5000 m³/h Princípio de medição inovador (patente Trox)

APLICAÇÃO NORMAL – Ambientes de conforto

- Medição de caudal: transdutor dinâmico
(⇒ Ambientes com ar "limpo")

Regulador de caudal de ar com ampla gama de controlo da velocidade de ar: de 0,5 a 13 m/s.

Fácil de dimensionar, instalar e colocar em serviço:

- Sentido bidirecional; montagem em qualquer posição;
- Não necessita de troços retos de conduta antes e/ou depois;
- Ampla gama de regulação: 1:25
- Não há tubos de medição de caudal de ar - menos obstruções; maior facilidade de limpeza interior.

Controladores disponíveis:

- Conceito Easy: caudal real instantâneo e sinal de controlo - sinal 0-10 VCC.
- Digital (DDC): protocolo Modbus RTU ou/e BACnet MS/TP
- Opcional: indicador digital (caudal)

Pode ser usado como registo de bloqueio estanque.

APLICAÇÃO ESPECIAL – ambientes "industriais"

- Medição de caudal: transdutor estático
(⇒ Ambientes industriais: Farmacêuticas, Laboratórios, etc.)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Gama de pressão diferencial de:
50 a 900 Pa (sensor dinâmico)
50 a 600 Pa (sensor estático)
- Fácil ajuste e reajuste do caudal de ar da gama de controlo - sem recorrer a aparelhos de medição;
- Indicador digital de caudal de ar instantâneo (modelos específicos com indicador);
- Estanqueidade da caixa: classe C (EN 1751)
- Estanqueidade da lâmina:
DN 100 - 160 classe 3 (EN 1751)
DN 200 - 400 classe 4 (EN 1751)



CONTROLADOR COMPACTO
COM INDICADOR DIGITAL (OPCIONAL)



MEDIDOR DE PRESSÃO
EFETIVA ATRAVÉS DA LÂMINA



TESTADO DE ACORDO COM VDI 6022

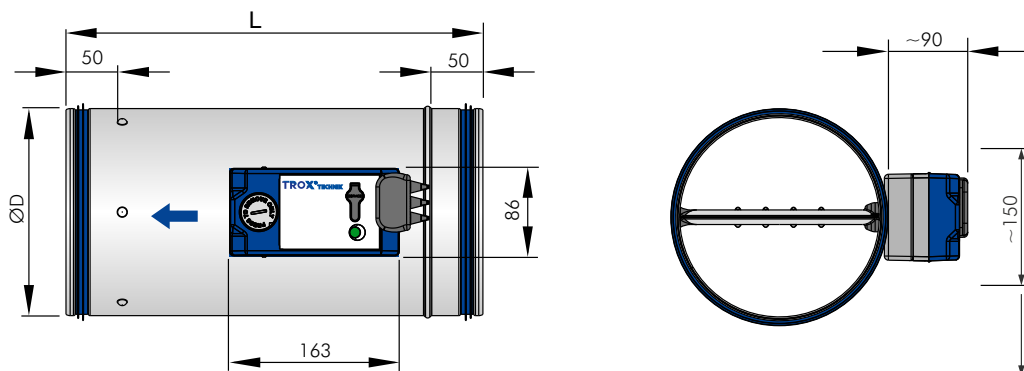
MATERIAIS - MODELO BASE

Caixa em chapa de aço galvanizado; lâmina basculante veio e chumaceiras em material plástico PA6, com comportamento ao fogo UL94: V-0; rebordo da lâmina em plástico TPU, resistente às microbactérias.

ALTERNATIVAS

- Caixa em chapa de aço galvanizado termolacado em cor RAL 7001 (cinzento)
- Caixa de aço inox 1.4301
- Com isolamento acústico exterior (execução: D)

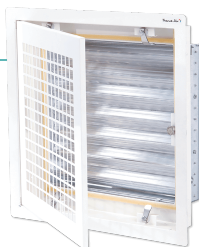
Diâmetro Nominal (DN)	Gama de caudal (m ³ /h) Tolerância do caudal real:10%	Velocidade do ar na conduta (m/s)
100	14 - 354	0,5 - 13
125	21 - 579	0,5 - 13
160	35 - 929	0,5 - 13
200	55 - 1513	0,5 - 13
250	87 - 2293	0,5 - 13
315	186 - 3500	0,5 - 13
400	420 - 5000	0,5 - 13

DIMENSÕES (mm) e PESOS (Kg)


Espaço necessário às ligações, inspeção e eventual substituição do controlador

Diâmetro Nominal (DN)	Dimensões (mm)		Peso (Kg)
	ØD	L	
100	99	310	1,3
125	124	310	1,5
160	159	310	1,8
200	199	400	2,5
250	249	400	3
315	314	400	3,8
400	399	485	4,9

Anexo 7



GFF SP

grelha de retorno porta-filtro especial bloco operatório e salas brancas

INFORMAÇÃO GERAL

Vantagens

Maior facilidade de limpeza: grelha nivelada ao aro periférico.

Abertura da grelha e manutenção sem ferramentas.

Registo regulável a partir da divisão sem remoção do filtro.

Acesso ao filtro a partir do local de instalação da grelha para permitir uma manutenção simples e rápida, sem ferramentas.

Filtro nivelado à grelha evitando a existência de zonas mortas.

Plenos Air Proof: estanquidade classe C.

Gama

17 modelos standard:

- Para filtros de 305 x 150 mm até 762 x 762 mm.
- Para filtros desde eficiência gravimétrica 75% (G4) até ePM1 60% (F7).
- Grelha modelo 5.5: especial teto falso.

Aplicação / Utilização

- Retorno de ar nos blocos operatórios com filtragem ePM10 65% (M6).
- Aplicação na indústria farmacêutica, cosmética (extração de pós), entre outras.
- Grelha de retorno para filtragem dupla com filtros gravimétrico 75%ePM1 60% (G4F7).

Construção/ Composição

- Grelha quadrada (20 x 20 mm) em aço galvanizado, pintura epóxi, cor branca RAL 9010.
- Fecho através de íman.
- Aro porta-filtro fixado diretamente com parafusos na divisória, no teto ou o pleno.
- Filtros fixados de forma estanque por ganchos amovíveis (filtros vendidos separadamente).
- Toma de pressão integrada.

Opções

- Grelha disponível em inox.
- Registo de caudal em alumínio regulável a partir da divisão.
- Grelha de chapa perfurada para salas brancas industriais.

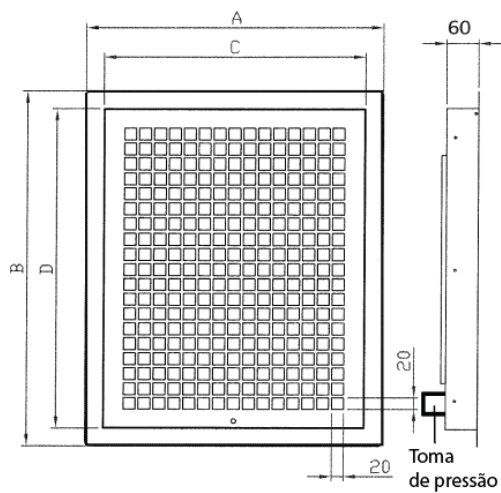
Acondicionamento

- Vendido à unidade.

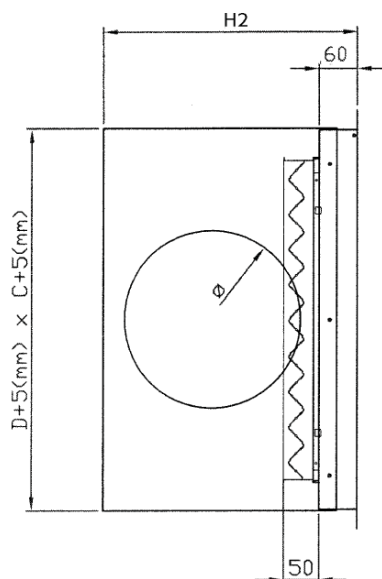
DESCRIÇÃO TÉCNICA

ATRAVANCAMENTOS

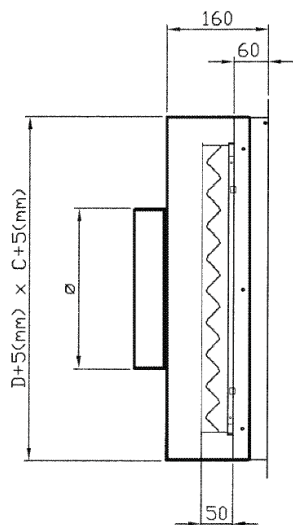
Grelha

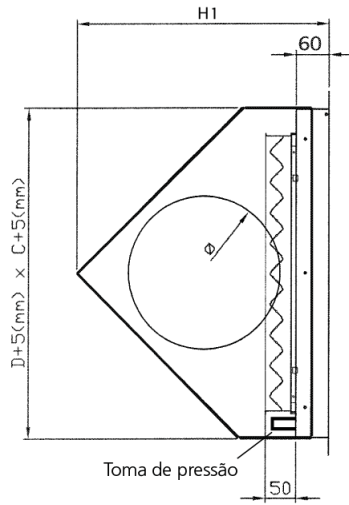


Grelha com registo e pleno PFU 41 lateral



Grelha com registo e pleno PFU 40 axial





Modelo	Dimensões dos filtros (largura x altura x espessura)	Dimensões da grelha [mm]				Pleno PFU 40 axial	Pleno PFU 41 lateral		Pleno triangular picagem simples		Pleno triangular picagem dupla*		Dimensões do registo [mm]
		A	B	C	D	Ø [mm]	H2 [mm]	Ø [mm]	H1 [mm]	Ø [mm]	H1 [mm]	Ø [mm]	
3.1	305 x 150 x 48	410	255	350	195	125	230	125	260	125	340	200	275 x 125
4.1	395 x 150 x 48	500	255	440	195	160	270	160	300	160	410	250	375 x 125
3.3	305 x 305 x 48	410	410	350	350	200	310	200	340	200	450	250	275 x 275
3.4	305 x 395 x 48	410	500	350	440	200	310	200	350	200	-	-	375 x 275
3.5	305 x 490 x 48	410	595	350	535	250	370	250	420	250	-	-	475 x 275
5.3	490 x 305 x 48	595	410	535	350	-	-	-	-	-	560	355	275 x 475
4.4	395 x 395 x 48	500	500	440	440	250	370	250	410	250	490	315	375 x 375
3.6	305 x 610 x 48	410	715	350	655	250	370	250	450	250	-	-	575 x 275
6.3	610 x 305 x 48	715	410	655	350	-	-	-	-	-	600	400	275 x 375
4.5	395 x 490 x 48	500	595	440	535	315	450	315	490	315	-	-	475 x 375
4.6	395 x 610 x 48	500	715	440	655	315	450	315	490	315	-	-	575 x 375
5.5	490 x 490 x 48	595	595	535	535	315	450	315	490	315	600	400	475 x 475
5.6	490 x 610 x 48	595	715	535	655	355	480	355	560	355	-	-	475 x 300 + 475 x 275
6.6	610 x 610 x 48	715	715	655	655	400	510	400	600	400	-	-	575 x 300 + 575 x 275
5.9	490 x 915 x 48	595	1020	535	960	400	510	400	600	400	-	-	(2x) 475 x 300 + 475 x 275
7.4	762 x 395 x 48	867	500	807	440	-	-	-	-	-	710	500	400 x 375 + 350 x 375
7.7	762 x 762 x 48	867	867	807	807	500	610	500	710	500	-	-	400 x 375 e 350 x 375

*Posicionado na parte superior e ligado ao pleno e uma grelha na parte inferior (consulte a tabela de seleção na página seguinte).
A picagem estará sempre posicionada na largura.

CLASSIFICAÇÃO

- Classificação EN ISO 14644-1 e NF S 90-351.

SELEÇÃO

TABELAS DE SELEÇÃO

Instalação de 2 grelhas com alturas diferentes (2/3 e 1/3)

- Caudal: 2/3 do caudal na parte inferior. 1/3 do caudal na parte superior. Instalação com pleno, 2 picagens na parte superior e pleno 1 picagem na parte inferior.

Caudal total recomendado* nas 2 grelhas	Para 2 grelhas com pleno triangular		
	Grelha na parte inferior	Grelha na parte superior	Ø pleno triangular [mm]
510 m ³ /h	3,3	3,1	200
840 m ³ /h	4,4	4,1	250
960 m ³ /h	3,6	3,3	250
1230 m ³ /h	4,6	4,4	315
1620 m ³ /h	5,6	5,3	355
1950 m ³ /h	6,6	6,3	400
2340 m ³ /h	5,9	5,5	400
3030 m ³ /h	7,7	7,4	500

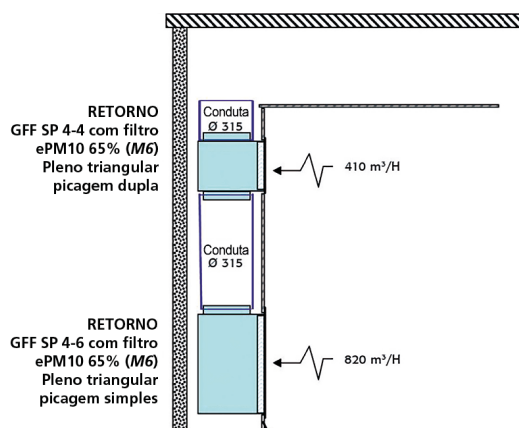
*Caudal de referência. Nota: o caudal total recomendado nas 2 grelhas foi definido em função do diâmetro das picagens do pleno.

Grelha com 100% do caudal

- Instalação com pleno, 1 picagem do tipo PFU 30, PFU 40 ou PFU 41.

Modelo	Caudal nominal [m ³ /h]
GFF SP 3.1	200
GFF SP 4.1	320
GFF SP 3.3	500
GFF SP 3.4	540
GFF SP 3.5	800
GFF SP 4.4	840
GFF SP 3.6	970
GFF SP 4.5	1000
GFF SP 4.6	1220
GFF SP 5.5	1220
GFF SP 5.6	1560
GFF SP 6.6	1950
GFF SP 5.9	2340
GFF SP 7.7	3030

Exemplo de instalação



NOTA

Substituição do filtro sem ferramentas.

ACESSÓRIOS

RFS 07 para GFF SP



Registo em alumínio zincado de alhetas opostas.

Regulável a partir da sala.

Construído em várias peças a partir da dimensão 5.5.

FR SPG



Filtro plissado gravimétrico 75% (G4).



+ INFO PRODUTO

Consulte **AQUI** a ficha de produto para mais informações.

FR MPC



Filtro mini-plissado compacto de alta eficiência: ePM10 65%, ePM1 60% (M6 / F7) ou 80% (F9).



+ INFO PRODUTO

Consulte **AQUI** a ficha de produto para mais informações.

Filtros G4 + F7

Possibilidade de entrega da grelha com filtros gravimétrico 75% + ePM1 60% (G4 + F7) incluídos de fábrica.

Air Proof PFU 41



Pleno de ligação lateral, 1 picagem.

2 picagens possíveis sob pedido.

Air Proof PFU 40



Pleno de ligação axial.

Air Proof PFU 30-2

Pleno triangular, 2 picagens, com as faces cortadas.

Air Proof PFU 30-1



Pleno triangular, 1 picagem, com as faces cortadas.

Anexo 8

O sistema SPIRO®system

SPIRO®system é composto por um vedante em borracha EPDM, resistente ao envelhecimento, encastrado na chapa e imune às variações de temperatura.

Cumprindo os requisitos exigidos pela classe C de estanquicidade, a gama estende-se desde o Diâmetro 80 mm até ao Diam. 1250 mm, não sendo necessário aplicar qualquer outro tipo de massa vedante.

Os tubos Spiro por nós produzidos possuem uma cravação patenteada que reforça o tubo mecanicamente, e estabiliza a costura helicoidal, assegurando assim a manutenção das tolerâncias, mesmo durante o manuseamento e transporte.

Essa cravação ajuda a manter os altos níveis de desempenho do sistema SPIRO®system. Os tubos têm também estampada a marca registada "SPIRO®system".

Vantagens do sistema SPIRO®system

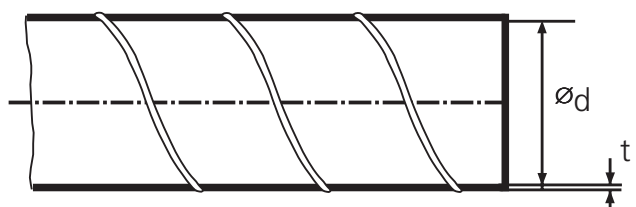
- Fácil e rápida instalação
- O vedante é fixo em fábrica, não existindo assim o risco de fugas
- Ajustável, não existindo assim o risco de fugas.
- Amigo do ambiente: o vedante é isento de solventes.
- Pode ser instalado com todo o tipo de tempo.
- Resiste a temperaturas entre os -30° e os +100° C.
- Pressões de trabalho até 3000 Pa.

Todos os tubos produzidos pela "Tubeformer" da Spiro International S.A. são fornecidos com a marca registada "SPIRO®system". A marca registada e o "entalhe" garantem a grande qualidade deste sistema.



Tolerâncias e especificações

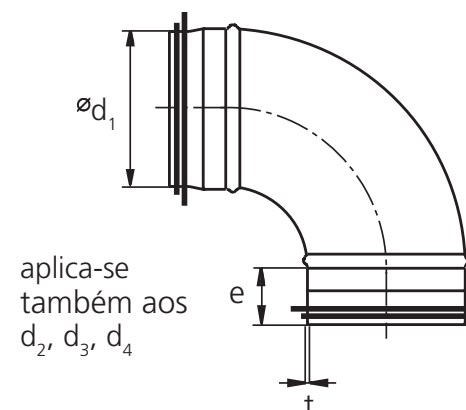
Tolerâncias de Tubos



$\varnothing d$ nom	$\varnothing d$ tol mm mín. - máx.
80	80,0 - 80,5
100	100,0 - 100,5
125	125,0 - 125,5
140	140,0 - 140,6
150	150,0 - 150,6
160	160,0 - 160,6
180	180,0 - 180,7
200	200,0 - 200,7
224	224,0 - 224,8
250	250,0 - 250,8
280	280,0 - 280,9
300	300,0 - 300,9
315	315,0 - 315,9
355	355,0 - 356,0
400	400,0 - 401,0
450	450,0 - 451,1
500	500,0 - 501,1
560	560,0 - 561,2
600	600,0 - 601,2
630	630,0 - 631,2
710	710,0 - 711,5
800	800,0 - 801,6
900	900,0 - 902,0
1000	1000,0 - 1002,0
1120	1120,0 - 1122,5
1250	1250,0 - 1252,5

O sistema SPIRO®system baseia-se nas tolerâncias acima referidas para manter a estanquicidade do sistema.

Tolerâncias de acessórios

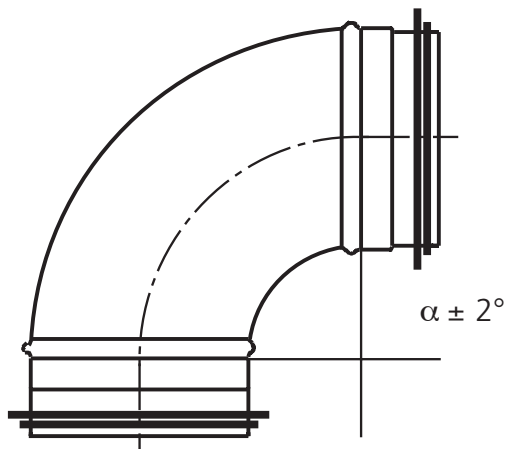


$\varnothing d_1$ nom	$\varnothing d_1$ tol mm mín. - máx.	t mm nom
80	78,8 - 79,3	0,6
100	98,8 - 99,3	0,6
125	123,8 - 124,3	0,6
140	138,7 - 139,3	0,6
150	148,7 - 149,3	0,6
160	158,7 - 159,3	0,6
180	178,6 - 179,3	0,6
200	198,6 - 199,3	0,6
224	222,5 - 223,3	0,6
250	248,5 - 249,3	0,6
280	278,4 - 279,3	0,6
300	298,4 - 299,3	0,6
315	313,4 - 314,3	0,6
355	353,3 - 354,3	0,6
400	398,3 - 399,3	0,6
450	448,2 - 449,3	0,7
500	498,2 - 499,3	0,7
560	558,1 - 559,3	0,7
600	598,2 - 599,3	0,7
630	628,1 - 629,3	0,9
710	708,0 - 709,3	0,9
800	798,0 - 799,3	0,9
900	897,9 - 899,3	0,9
1000	997,9 - 999,3	0,9
1120	1117,8 - 1119,3	0,9
1250	1247,8 - 1249,3	0,9

	e (mm)	
$\varnothing 80-224$	36	+0 -5
$\varnothing 250-355$	55	+0 -5
$\varnothing 400-630$	75	+0 -10
$\varnothing 710-900$	100	+0 -10
$\varnothing 1000-1250$	115	+0 -15

Tolerâncias

Tolerâncias de Ângulos



Especificação de materiais

Tubo e acessórios fabricados em chapa galvanizada Dx51D+Z275 EN 10142.

Outros materiais disponíveis:
Aço inox

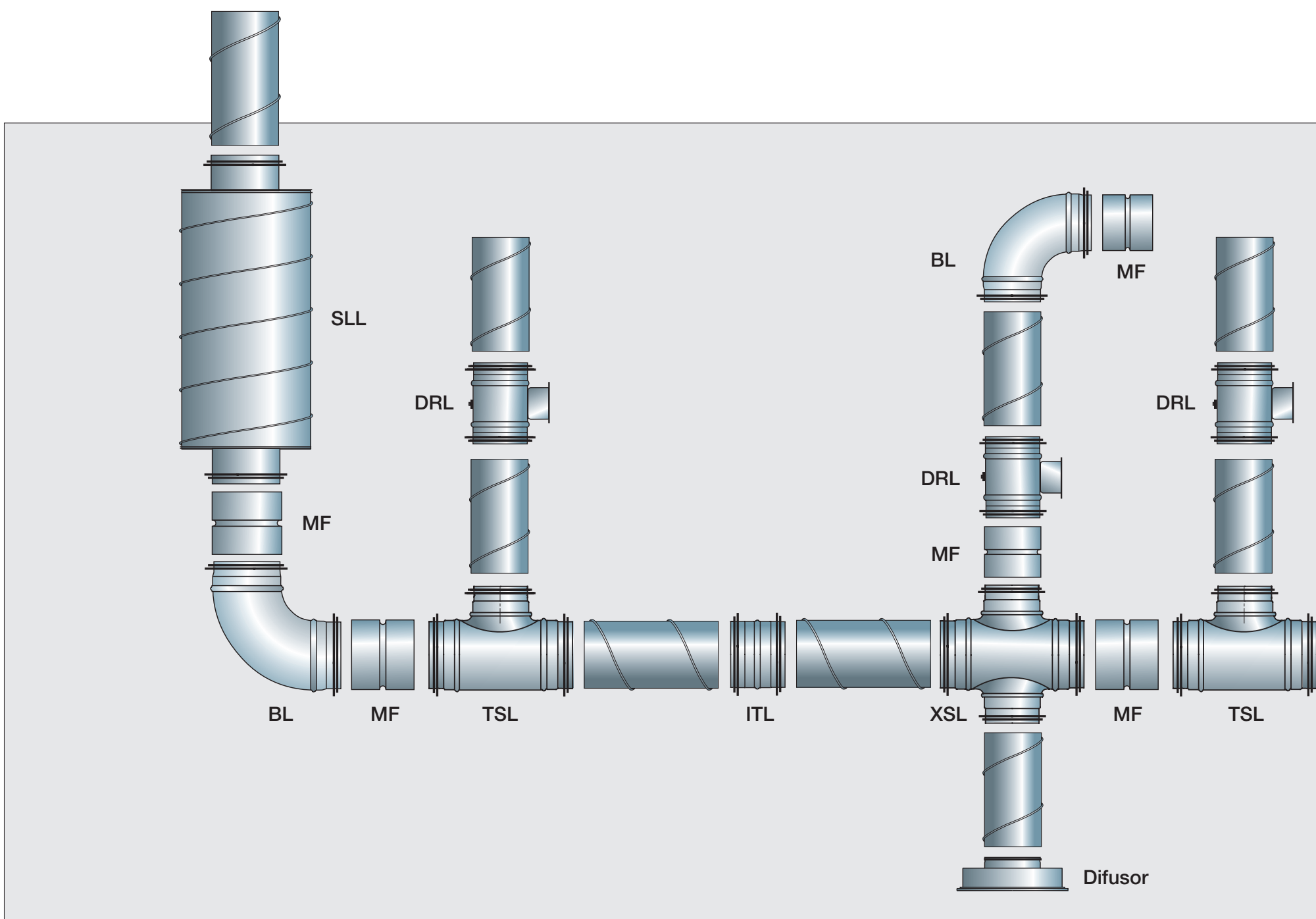
Tolerâncias de comprimentos

Comprimento L, r, r_m	Tolerâncias (mm)
0 - 15	± 3
(15) - 100	± 7
(100) -	+ 10 - 15
L (tubos)	$\pm 0,5\%$

Superfície

Os produtos SPIRO®system são fabricados em chapa galvanizada.

O tratamento de superfície é da classe Z275, isto é, a camada de zinco é de 275 g/m² (ambas as faces), o que corresponde a uma espessura de zinco média de 19 microns.



Ar condicionado mais económico

As solicitações feitas aos sistemas de ar condicionado são cada vez mais exigentes e o processamento do ar é caro. Assim torna-se imperioso que os sistemas de condutas usadas se tornem cada vez mais estanques por forma a manter os custos operacionais dentro de valores aceitáveis.

As fugas significam mais custos, problemas no balanço de caudais, unidades e condutas sobredimensionadas. Para ultrapassar estes problemas a SPIRO INTERNATIONAL SA desenvolveu a gama completa SPIRO®system.

SPIRO®system: - o sistema de condutas à prova de fugas

O SPIRO®system é um sistema de condutas aprovado, de ligação rápida e equipado com vedante EPDM montado em fábrica.

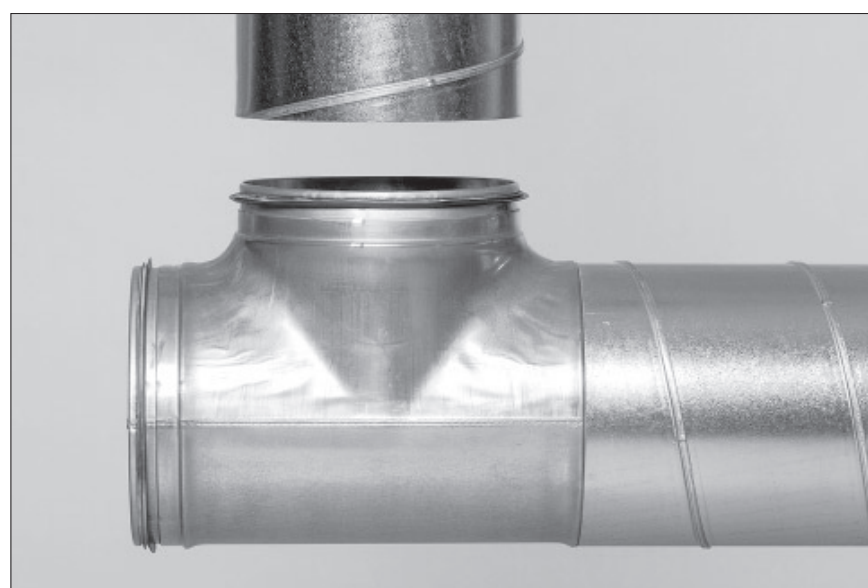
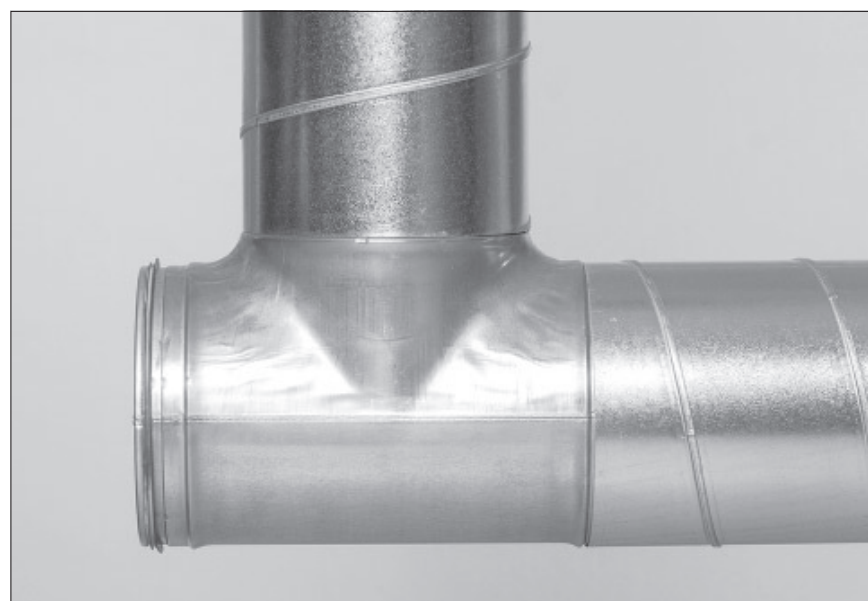
O vedante assegura uniões fiáveis e sem fugas.

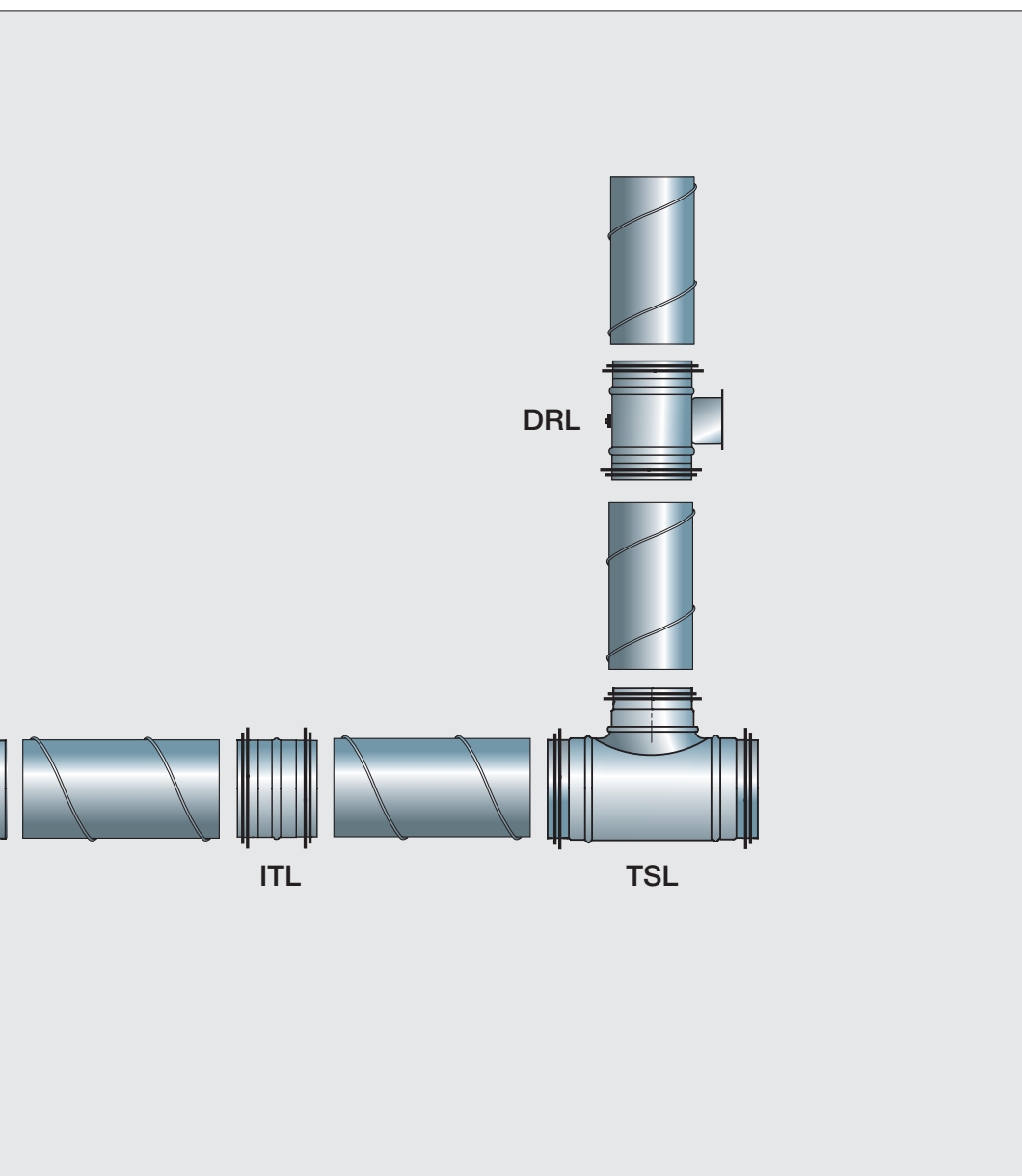
O SPIRO®system está disponível numa gama completa de $\varnothing 80$ até $\varnothing 1250$ mm.

O SPIRO®system está conforme as normas DW142 class C (Eurovent 2.2 = IV DIN 24194).

A alta qualidade e o facto do vedante vir montado de fábrica tornam estas condutas rápidas e fáceis de montar.

O SPIRO®system é estanque e não requer qualquer vedante, massa ou fita adicional.



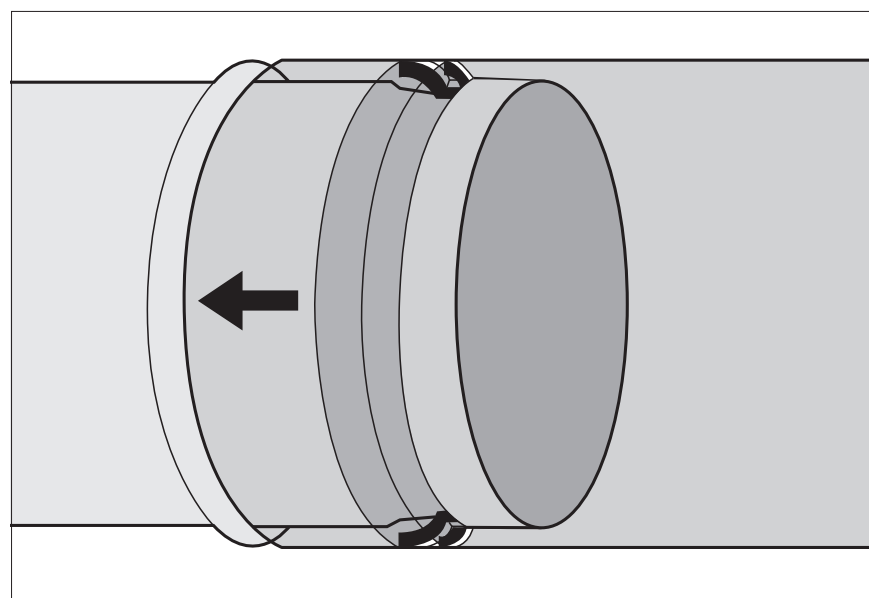
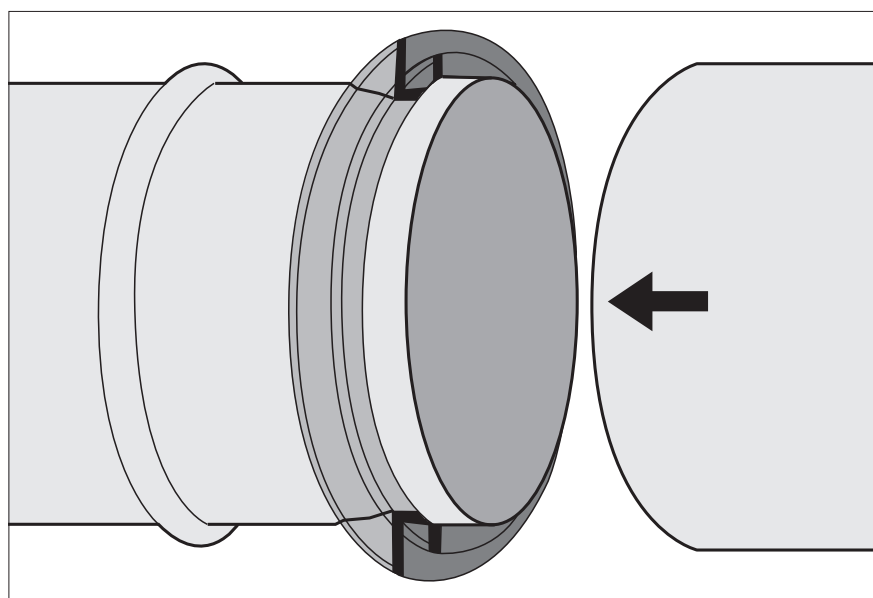


Vantagens do SPIRO®system

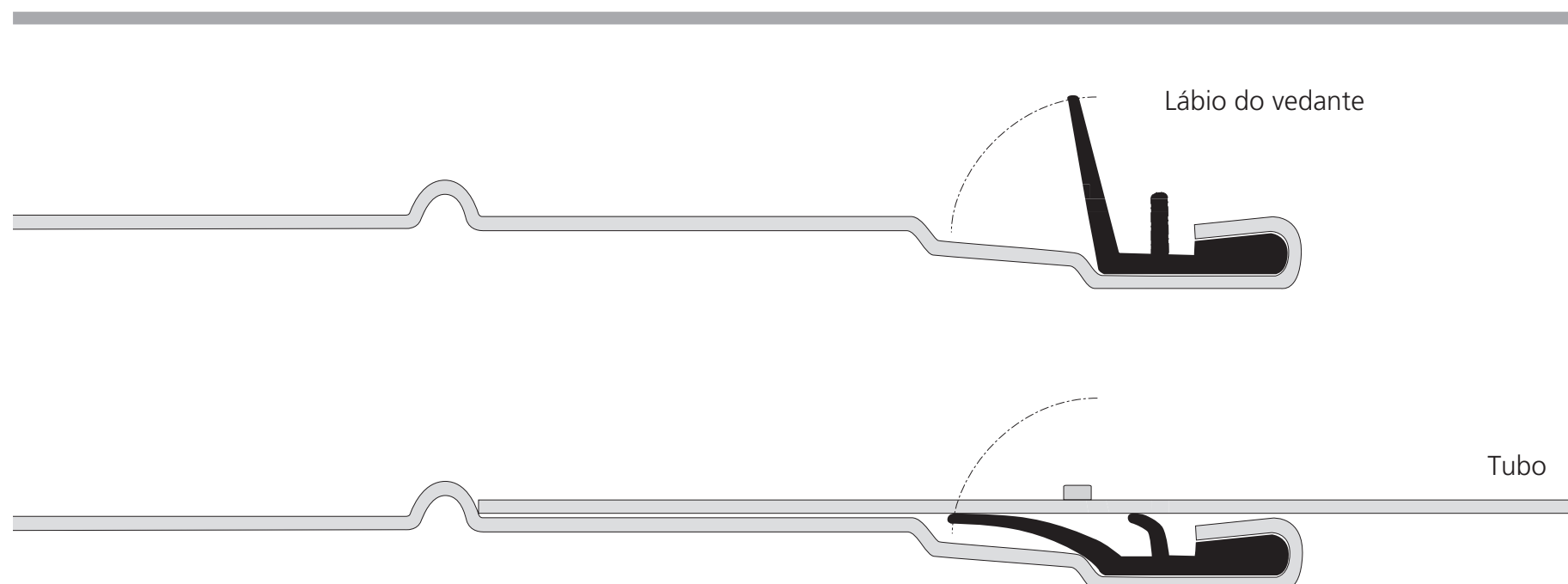
- Montagem rápida e fácil
- Vedante montado em fábrica. Não existem peças soltas.
- Ajuste flexível evita o aparecimento de fugas.
- Amigo do ambiente - o vedante é isento de solventes.
- Aplicável em todas as condições climáticas.
- Resistente entre -30°C e +100°C.
- Pressão de trabalho até 3.000 Pa.
- Pressão de trabalho negativa até 5000 Pa.
- Tolerâncias interiores e exteriores rigorosas.
- Design muito estético para instalações à vista.

O princípio do SPIRO®system

O vedante entra justo no tubo.



A junta de vedação



Descrição

O SPIRO®system é baseado num vedante em borracha EPDM. O vedante está firmemente alojado na extremidade do acessório, assegurando-se assim o seu correcto posicionamento.

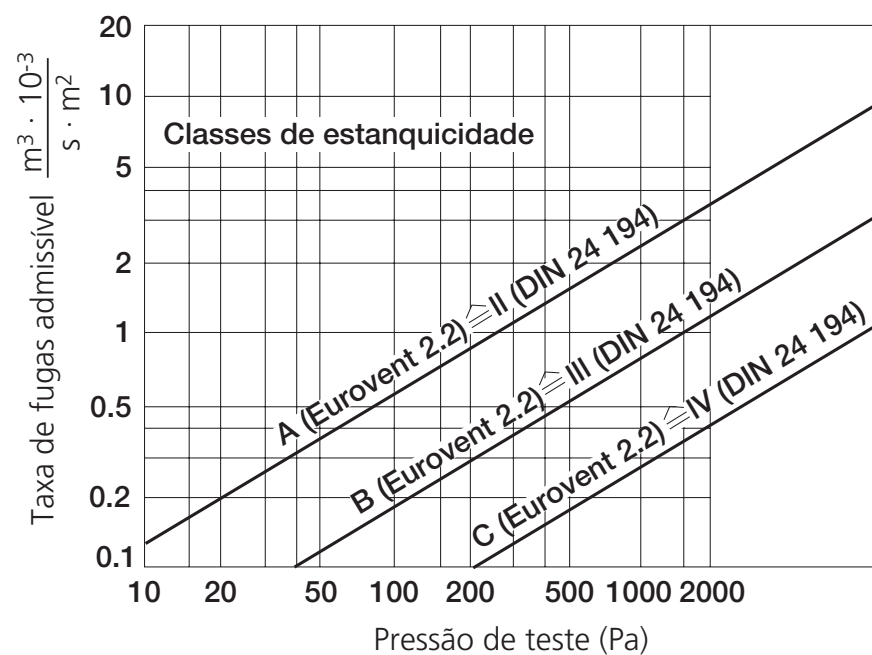
Para se conseguirem os mais altos níveis de qualidade, o vedante é feito numa borracha EPDM. Este material é muito resistente ao ozono e raios UV, não sendo afectado por variações de temperatura.

Resiste a temperaturas de -30°C a 100°C, assim como a vários produtos químicos especificados na pág.12.

Controle de qualidade dos produtos

Controle de fugas

Todos os produtos Spiro®system cumprem os requisitos da norma EUROVENT 2.2 classe C.

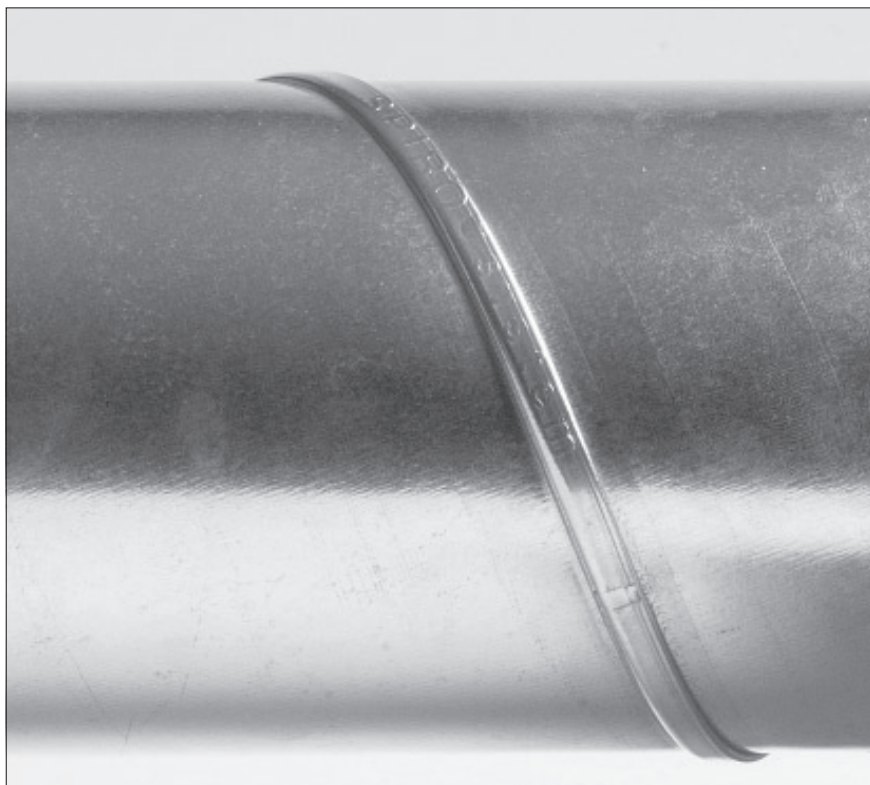


Verificação do vedante

Todos os vedantes aplicados nos produtos Spiro®system são inspeccionados de acordo com os seguintes pontos:

1. Inspeção visual do aspecto superficial.
2. Controle do diâmetro interno. Isto é particularmente importante quanto á resistência e ao envelhecimento da borracha. Quanto maior for a pressão a que o vedante está sujeito, mais rápido será o seu envelhecimento.
3. Controle do perfil do vedante e das suas dimensões.
4. Controle da deformação do vedante simulando uma situação real através de um dispositivo tensor.
O dispositivo é colocado num forno para acelerar o processo. Posteriormente é feito um controle de elasticidade do vedante, pois esta afecta directamente a sua capacidade de vedar.

Tubos



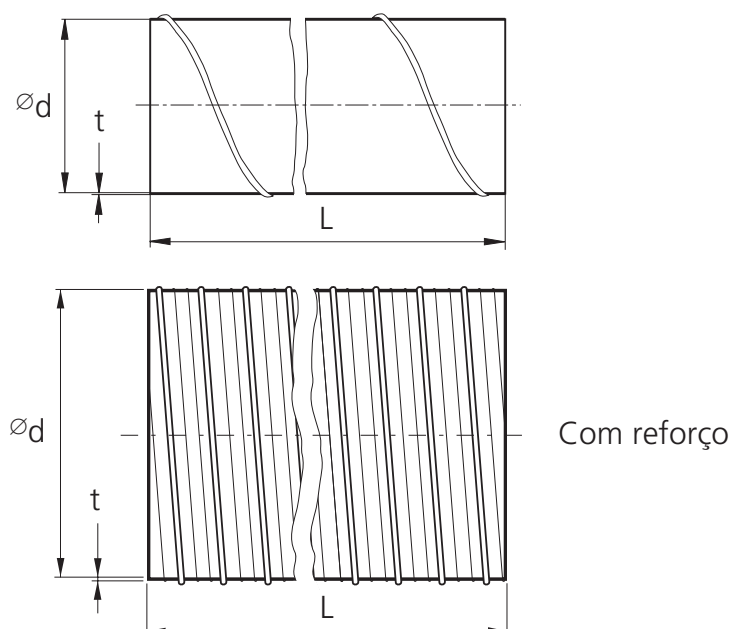
Descrição

Todos os tubos produzidos em máquinas da SPIRO INTERNACIONAL S.A. têm estampada a marca registrada SPIRO®SYSTEM. A marca registrada e o "entelhe" são garantia de qualidade.

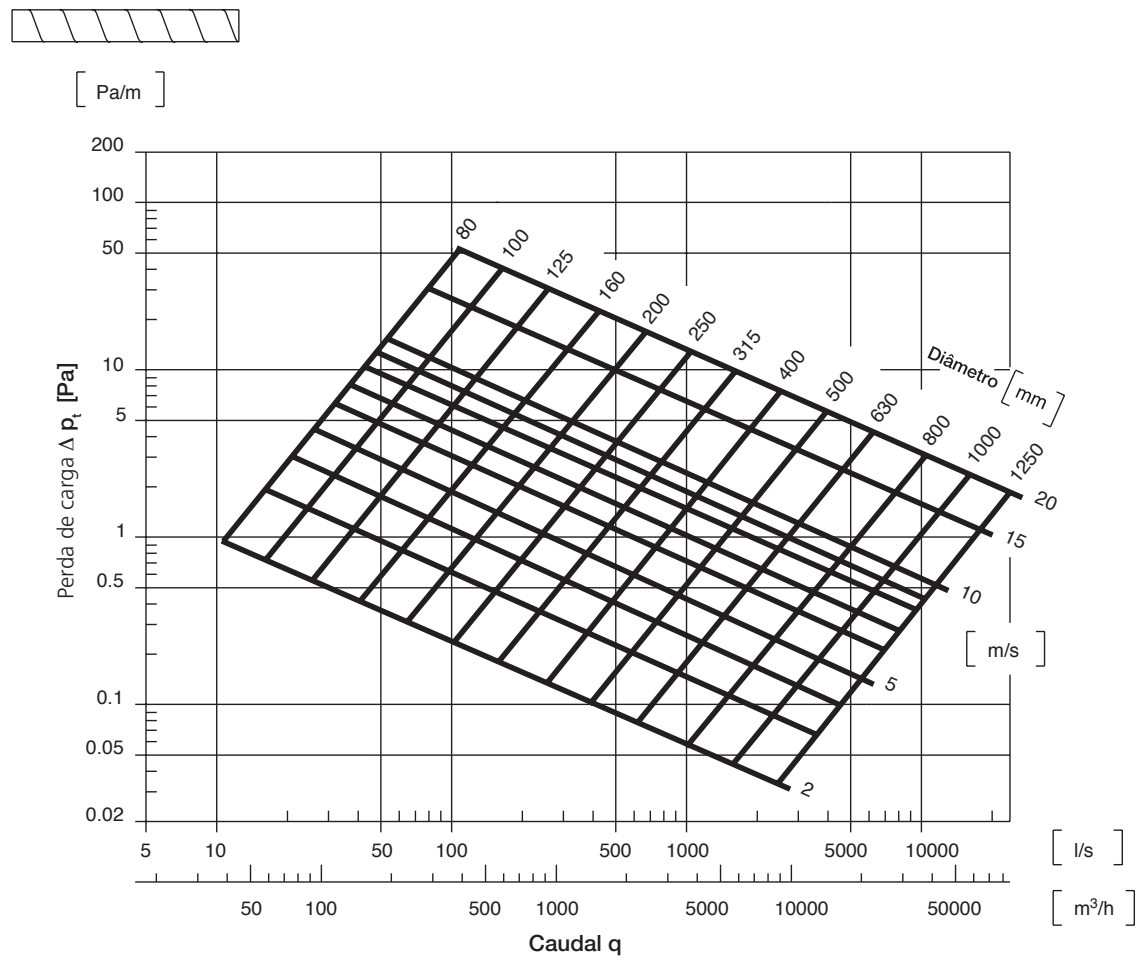
Dimensões

$\varnothing d$ nom mm	πd m	$\frac{\pi d^2}{4}$ m ²
80	0,251	0,005
100	0,314	0,008
125	0,393	0,012
140	0,440	0,015
150	0,471	0,018
160	0,502	0,020
180	0,565	0,025
200	0,628	0,031
224	0,703	0,039
250	0,785	0,049
280	0,879	0,062
300	0,942	0,071
315	0,989	0,078
355	1,115	0,099
400	1,256	0,126
450	1,413	0,159
500	1,570	0,196
560	1,758	0,246
600	1,884	0,283
630	1,978	0,312
710	2,229	0,396
800	2,512	0,503
900	2,826	0,636
1000	3,140	0,785
1120	3,517	0,985
1250	3,925	1,227

Dimensões



Informação técnica



Pressão negativa

Em sistemas com fortes pressões negativas pode haver o risco de colapso das condutas. O colapso inicia-se no ponto mais fraco de uma conduta que é normalmente uma amolgadela provocada no transporte, ou mau manuseamento.

É assim necessário que o tubo esteja em perfeitas condições se a pressão de trabalho se aproximar do nível crítico. A tabela anexa indica o nível máximo de pressão negativa (pa) permitido.

L m	∅d	t = 0,5 mm		t = 0,6 mm		t = 0,7 mm		t = 0,9 mm		t = 1,25 mm	
			reforçado		reforçado		reforçado		reforçado		reforçado
6	80	27000		46700							
	100	21000		36300		38000		42000			
	125	15000		25900		31000		35000			
	160	8300		18000		23000		27000			
	200	5000		14500		17500		20000	23500		
	250	2300	5000	7000	16000	10000	21000	15300	23000	17000	26000
	315			2000	10500	6000	14000	10200	21000	14000	24000
	400				4500		9000		12100		16000
	500				3000		5500		7200		10000
3	630					3900		6000		8500	
	800					1500		2600		5600	
	1000							1000		2200	
	1250							800		1200	

Curvas

BL 90°



Descrição

Estampada, soldadura longitudinal, calibrada.
 $r_m \approx 1 \times d_1$

Como encomendar

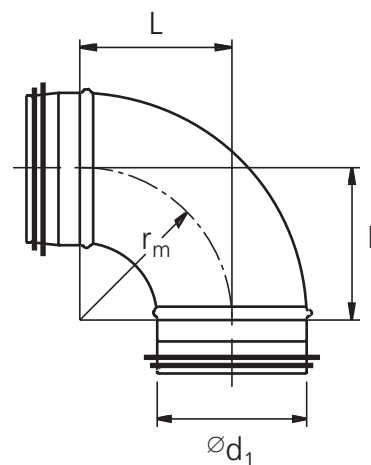
Código do produto: **BL aaa 90°**

Tipo _____

$\varnothing d_1$ _____

° _____

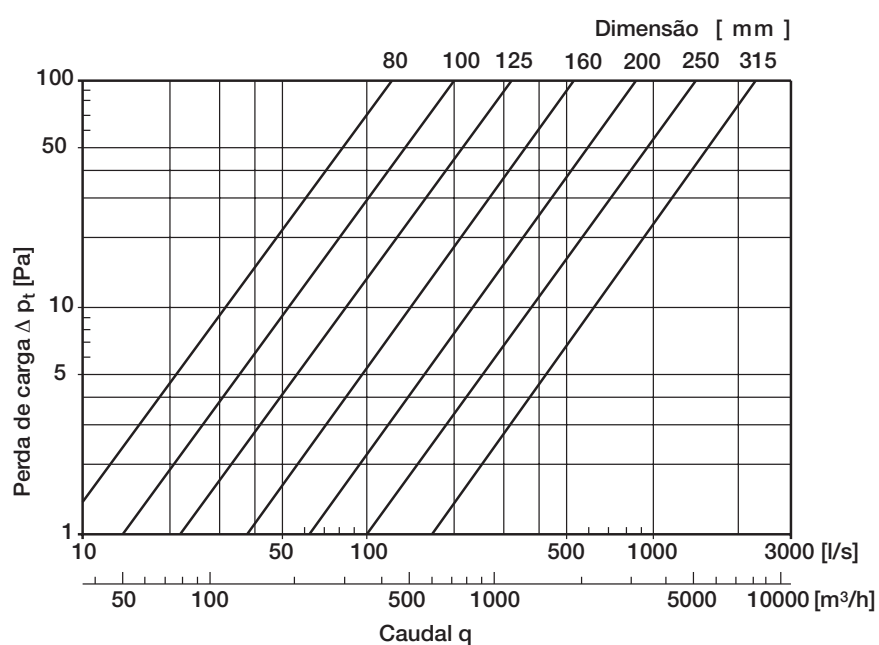
Dimensões



$$r_m \approx 1 \times d_1$$

$\varnothing d_1$ nom	L mm	kg
80	100	0,3
100	100	0,4
125	125	0,6
140	135	0,8
150	150	0,9
160	160	1,0
180	175	1,2
200	200	1,5
224	225	2,0
250	250	2,4
280	275	3,7
300	300	3,7
315	315	3,7

Informação técnica



Curvas

BFL 90°



Descrição

Fabrico por gomos.

$$r_m \approx 1 \times d_1$$

Como encomendar

Código do produto:

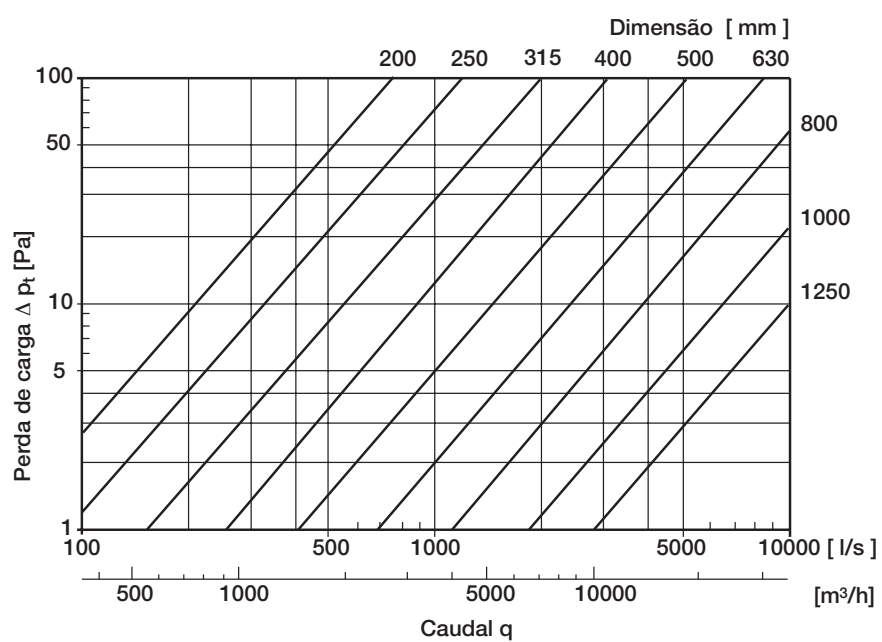
BFL **aaa** **90°**

Tipo _____

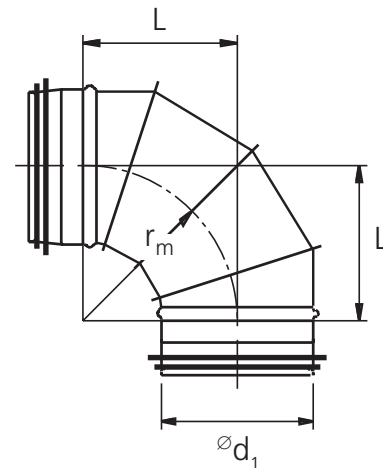
∅d₁ _____

° _____

Informação técnica



Dimensões



$$r_m \approx 1 \times d_1$$

∅d ₁ nom	L mm	kg
200	200	1,6
224	224	1,8
250	250	2,2
280	280	2,5
300	300	2,8
315	315	3,1
355	355	3,8
400	400	5,1
450	450	8,6
500	500	10,4
560	560	12,9
600	600	15,8
630	630	18,7
710	710	24,1
800	800	30,1
900	900	42,0
1000	1000	50,9
1120	1120	71,8
1250	1250	87,9

Reduções

RCLL/REL



Descrição

RCLL = Centrado
REL = Excentrico

Como encomendar

Código do produto: **RCLL** **aaa** **bbb**

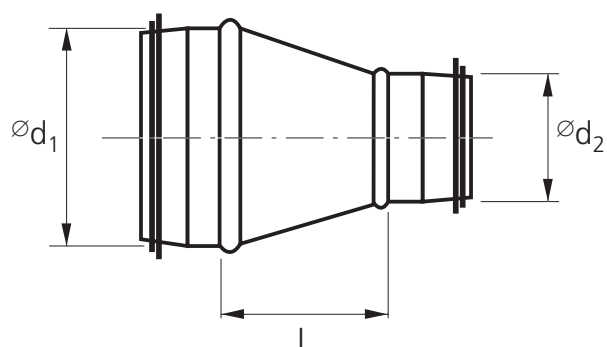
Tipo _____
 $\varnothing d_1$ _____
 $\varnothing d_2$ _____

Dimensões

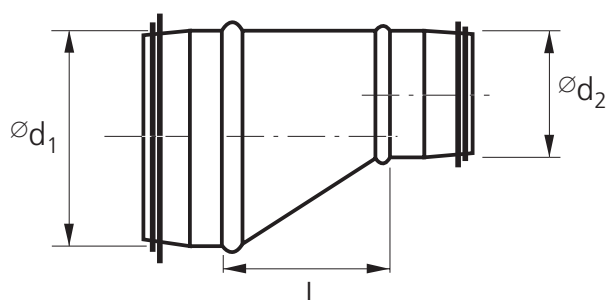
$\varnothing d_1$	$\varnothing d_2$ nom	L mm	kg
100	80	58	0,2
112	80	74	0,2
	100	47	0,2
125	80	92	0,3
	100	64	0,3
140	80	112	0,4
	100	85	0,3
	125	51	0,3
150	80	126	0,4
	100	99	0,4
	125	64	0,3
	140	44	0,3
160	80	140	0,5
	100	112	0,5
	125	78	0,4
	140	57	0,4
	150	44	0,3
180	80	167	0,5
	100	140	0,5
	125	106	0,5
	140	85	0,4
	150	71	0,4
	160	58	0,4
200	80	195	0,6
	100	167	0,6
	125	133	0,6
	140	112	0,5

Dimensões

RC



RE



Reduções

RCLL/REL

Dimensões

$\varnothing d_1$ nom	$\varnothing d_2$	L mm	kg
200	150	99	0,5
	160	85	0,5
	180	58	0,4
224	100	200	0,7
	125	166	0,7
	140	145	0,7
	150	132	0,7
	160	118	0,6
	180	90	0,6
	200	63	0,5
250	100	236	1,0
	125	202	0,9
	140	181	0,9
	150	167	0,9
	160	154	0,9
	180	126	0,8
	200	99	0,8
	224	66	0,7
280	125	243	1,1
	140	222	1,1
	150	209	1,1
	160	195	1,1
	180	167	1,0
	200	140	1,0
	224	107	0,9
	250	71	0,8
300	125	270	1,3
	140	250	1,3
	150	236	1,2
	160	222	1,2
	180	195	1,2
	200	167	1,1
	224	135	1,0
	250	99	1,0
	280	58	0,9
315	125	291	1,4
	140	270	1,4
	150	257	1,4
	160	243	1,3
	180	216	1,3
	200	188	1,2
	224	155	1,1
	250	119	1,1
	280	78	1,0

$\varnothing d_1$ nom	$\varnothing d_2$	L mm	kg
315	300	51	0,9
355	160	298	1,7
	180	270	1,6
	200	243	1,6
	224	210	1,5
	250	174	1,5
	280	133	1,3
	300	106	1,2
	315	85	1,1
400	160	365	2,3
	180	337	2,2
	200	310	2,2
	224	277	2,1
	250	241	2,1
	280	200	2,0
	300	172	1,9
	315	152	1,8
	355	97	1,6
450	200	378	2,8
	224	346	2,7
	250	310	2,6
	280	269	2,5
	300	241	2,4
	315	221	2,3
450	355	166	2,1
	400	109	2,0
500	200	447	3,4
	224	414	3,3
	250	378	3,2
	280	337	3,1
	300	310	3,0
	315	289	3,0
	355	234	2,7
	400	177	2,6
	450	109	2,3
560	250	461	4,0
	280	420	3,8
	300	392	3,8
	315	371	3,7
	355	317	3,5
	400	260	3,4
	450	191	3,1
	500	122	2,7
600	250	516	4,6

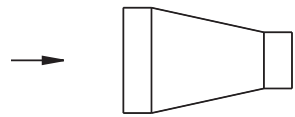
Dimensões

$\varnothing d_1$	$\varnothing d_2$	L mm	kg	
600	280	475	4,4	
	300	447	4,3	
	315	427	4,3	
	355	372	4,0	
	400	315	4,0	
	450	246	3,6	
	500	177	3,2	
	560	95	2,6	
	630	250	557	5,6
630	280	516	5,5	
	300	488	5,4	
	315	468	5,3	
	355	413	5,0	
	400	356	4,9	
	450	287	4,4	
	500	219	4,0	
	560	136	3,3	
	600	81	2,8	
710	355	528	6,7	
	400	471	6,6	
	450	402	6,2	
	500	333	5,7	
	560	251	5,1	
	600	196	4,6	
	630	155	4,2	
	800	400	594	9,0
		450	526	8,5
500		457	8,0	
560		375	7,4	
600		320	6,9	
630		279	6,5	
710		174	5,6	
900	450	663	13,2	
	500	594	12,6	
	560	512	11,7	
	600	457	11,0	
900	630	416	10,5	
	710	311	9,3	
	800	187	7,8	
1000	500	732	15,9	
	560	649	15,0	
	600	594	14,3	
	630	553	13,8	
	710	448	12,6	

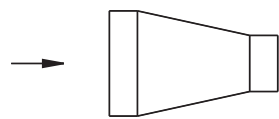
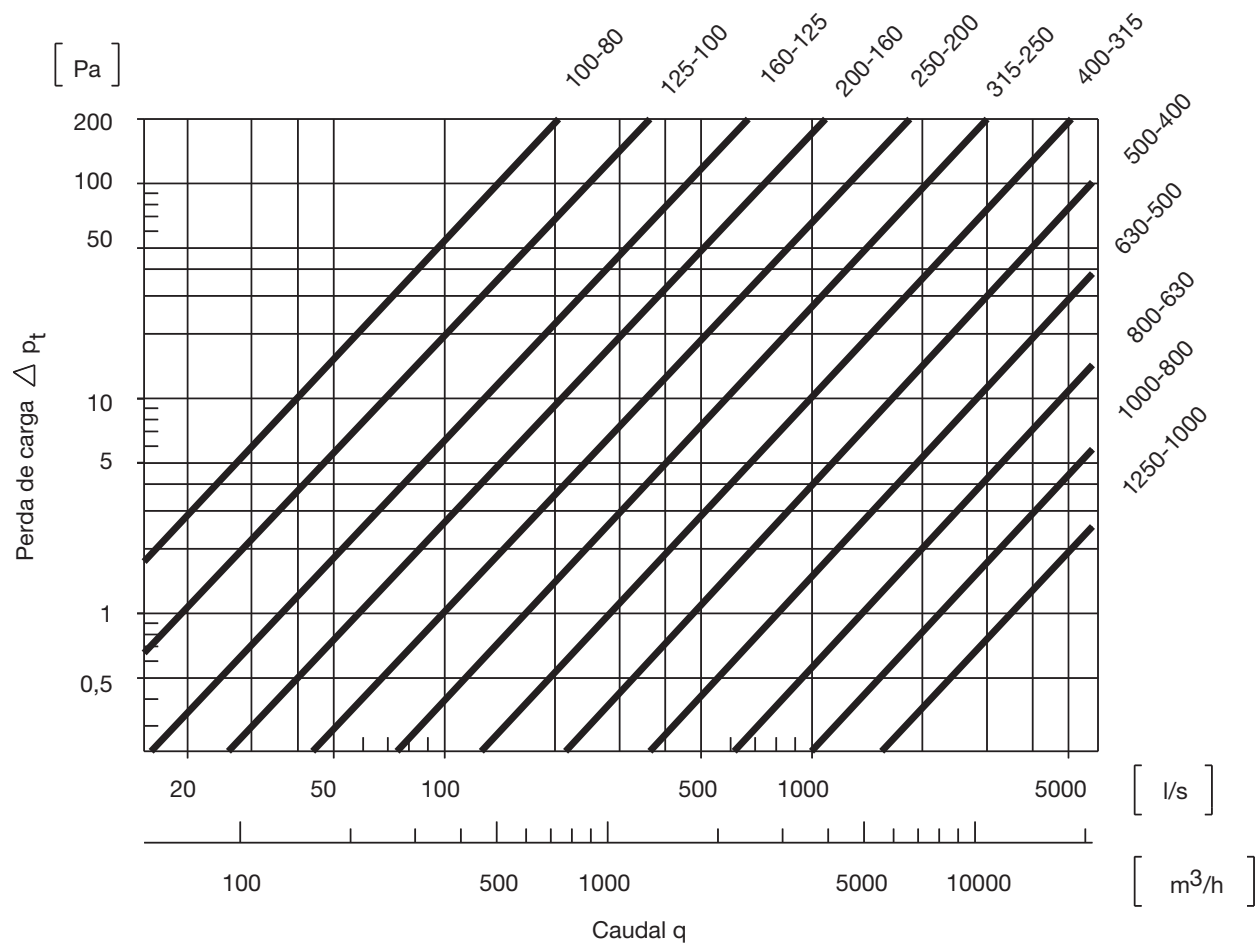
$\varnothing d_1$	$\varnothing d_2$	L mm	kg
1000	800	325	11,1
	900	187	8,7
1120	560	814	21,2
	600	759	20,6
	630	718	20,0
	710	613	18,8
	800	490	17,3
	900	352	16,9
1250	1000	215	12,2
	600	938	26,0
1250	630	897	25,5
	710	792	24,4
	800	668	22,8
	900	531	20,4
	1000	393	17,7
	1120	229	15,8

RCLL/REL

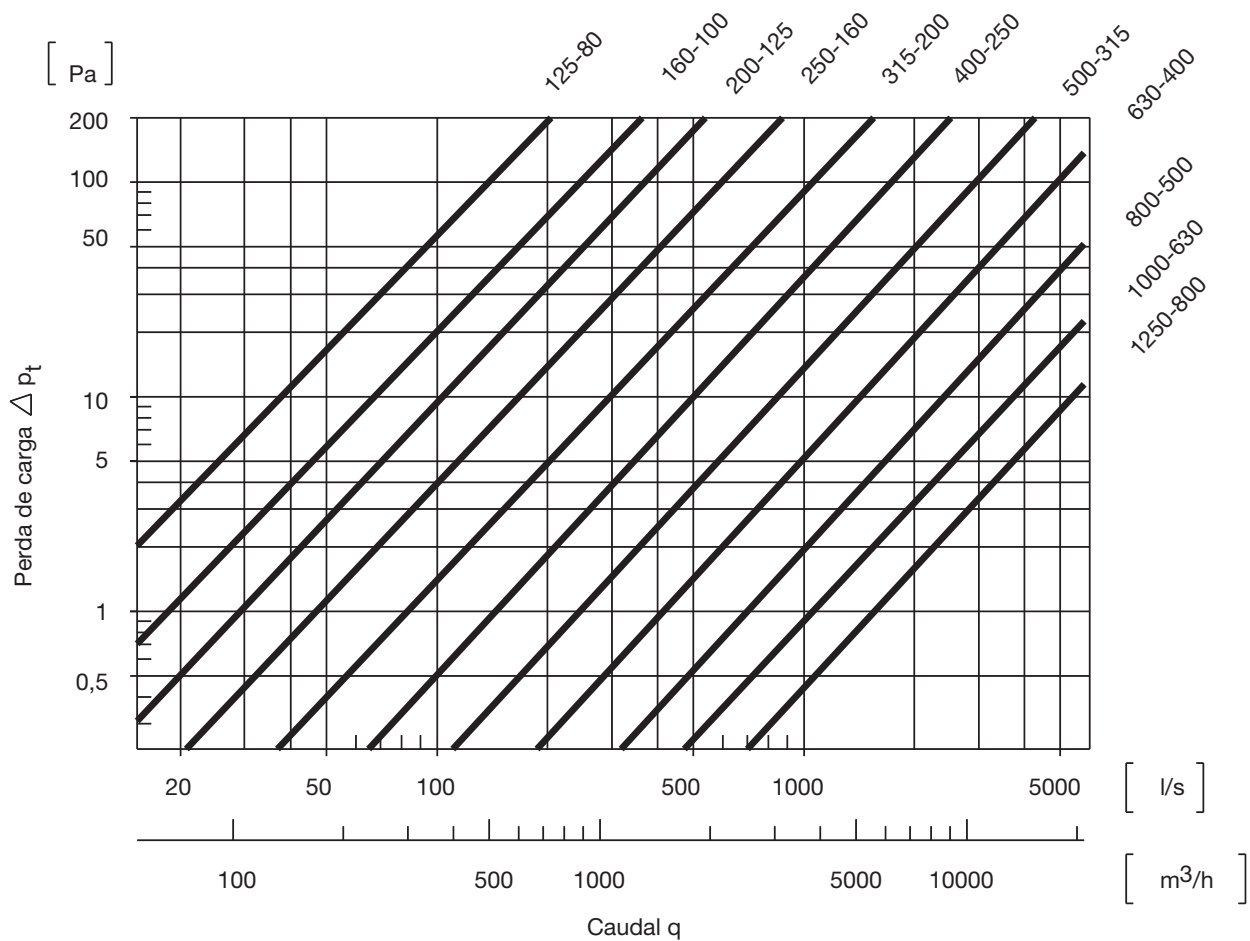
Informação técnica



RCLL 1 escalão

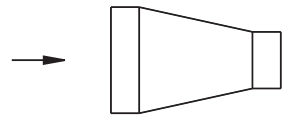


RCLL 2 escalões

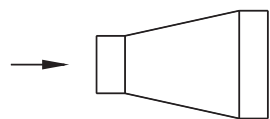
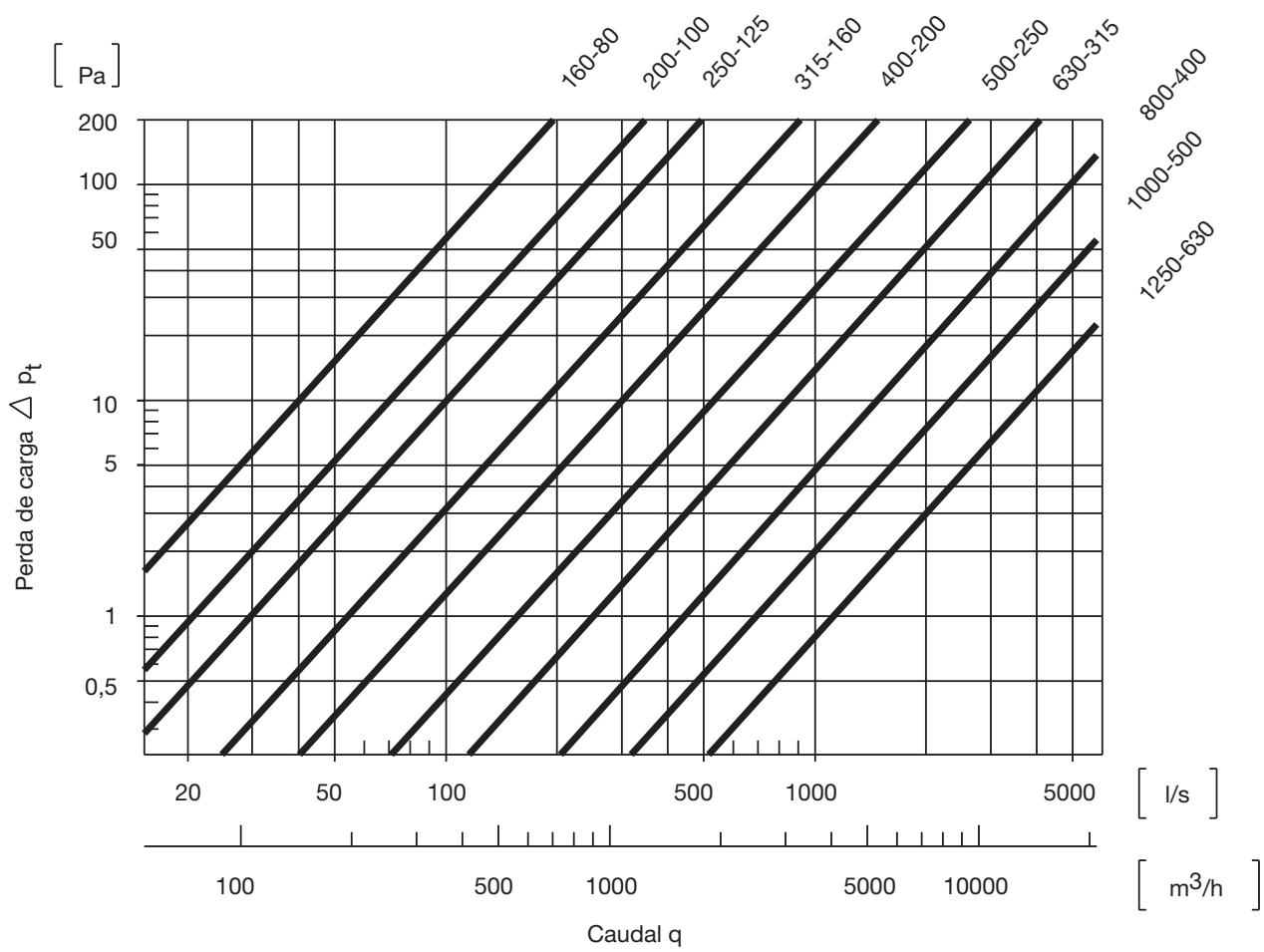


RCLL/REL

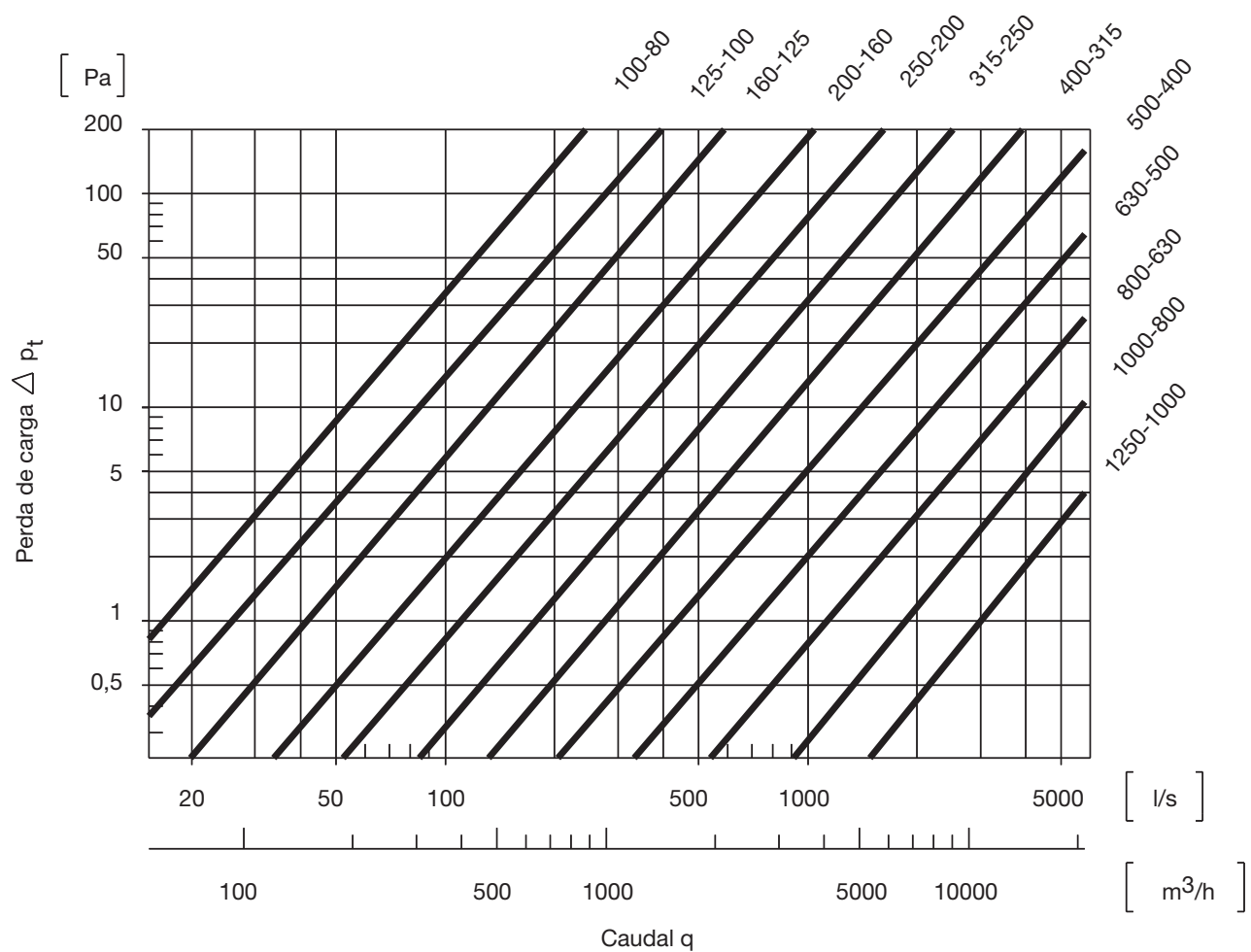
Informação técnica



RCLL 3 escalões

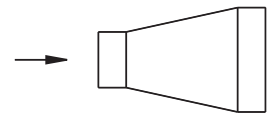


RCLL 1 escalão

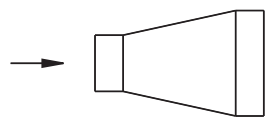
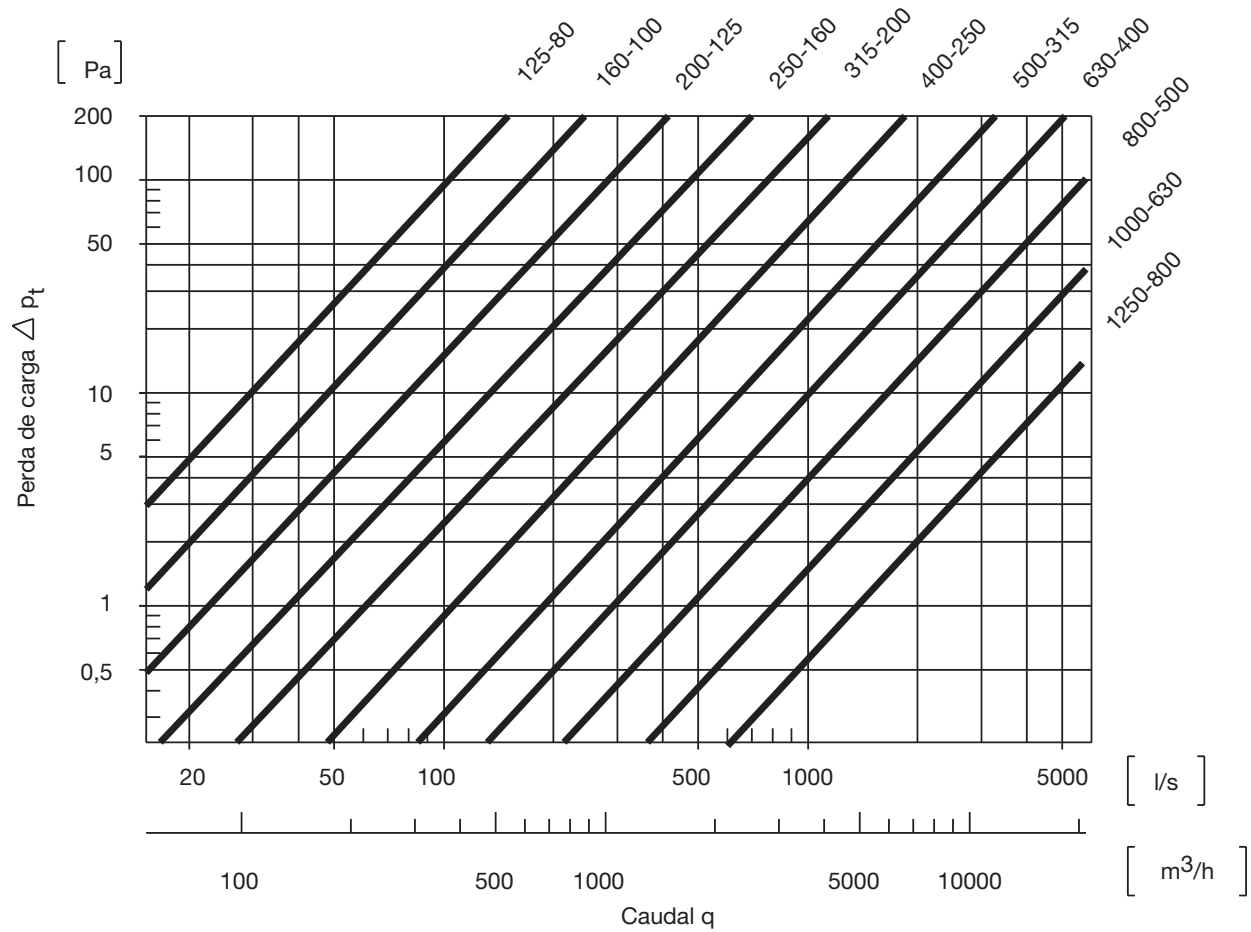


RCLL/REL

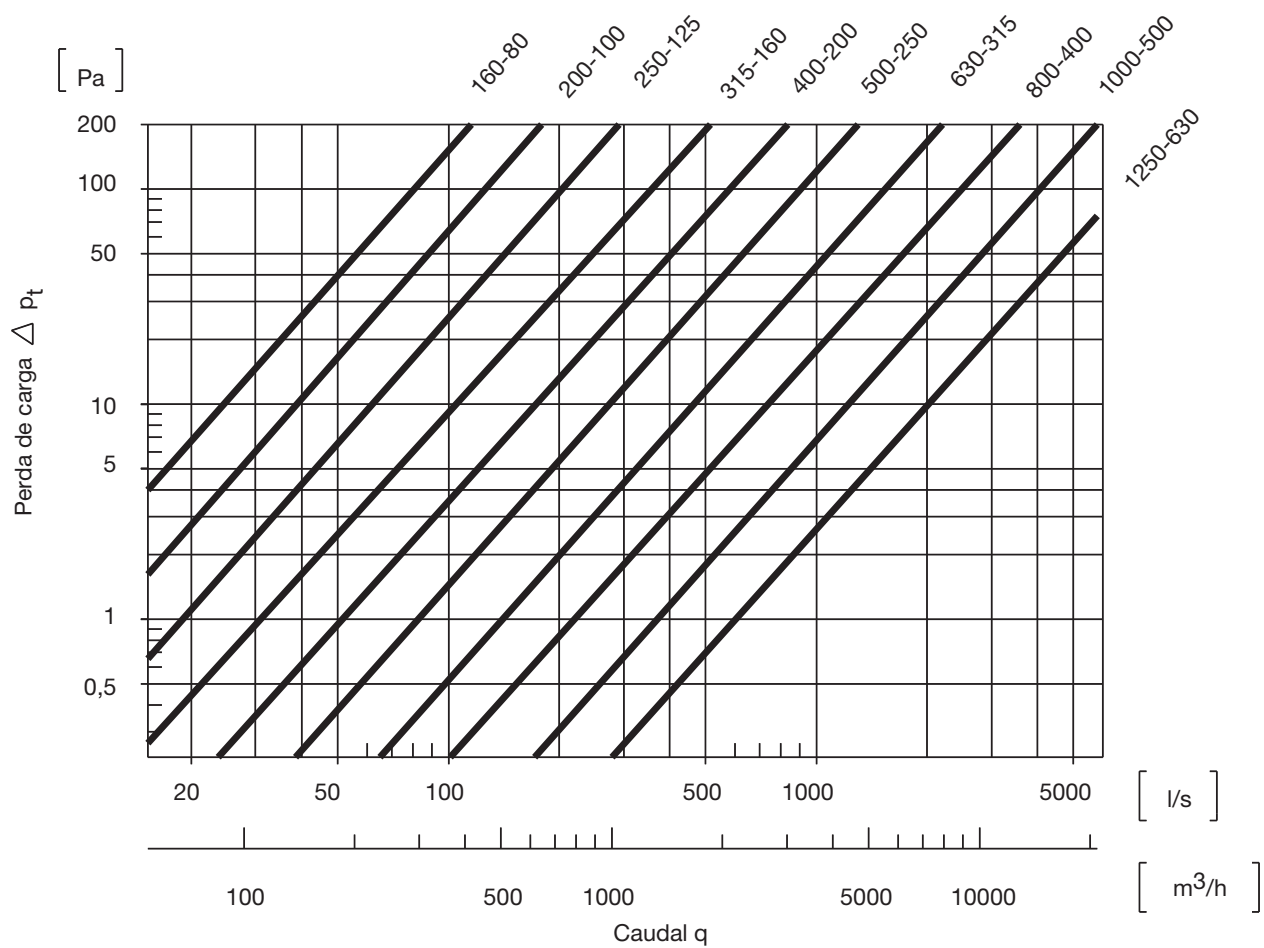
Informação técnica



RCLL 2 escalões



RCLL 3 escalão



Tês/Cruzetas

TCL/TL/XCL/XL



Descrição

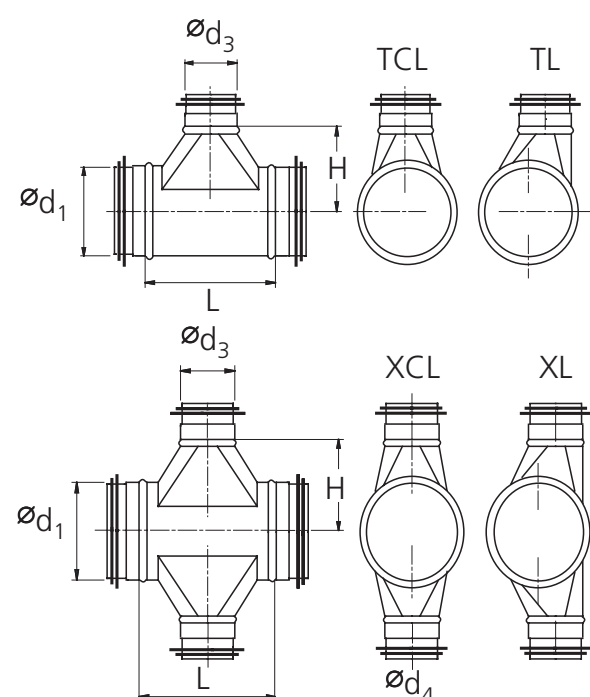
Construída com TSTC
 $\varnothing d_4$ pode ser diferente de $\varnothing d_3$

Como encomendar

Código do produto: **TCL** **aaa** **bbb**

Tipo _____
 $\varnothing d_1$ _____
 $\varnothing d_3$ _____

Dimensões



Tês/Cruzetas

TCL/TL/XCL/XL

Dimensões

$\varnothing d_1$	$\varnothing d_3/\varnothing d_4$ nom	L mm	H mm	kg TCL/TL	kg XCL/XL	
80	80	170	85	0,4	0,5	
	100	190	85	0,4	0,5	
	125	215	85	0,4	0,5	
100	80	170	95	0,5	0,6	
	100	190	95	0,5	0,6	
	125	215	95	0,6	0,8	
	140	240	100	0,6	0,8	
	150	250	100	0,6	0,8	
	160	260	100	0,6	0,8	
	125	80	170	110	0,6	0,7
125	100	190	110	0,6	0,7	
	125	215	110	0,7	0,8	
	140	240	115	0,7	0,8	
	150	250	115	0,7	0,8	
	160	260	115	0,8	1,0	
	180	280	115	0,8	1,0	
	200	330	130	1,0	1,3	
	140	80	170	115	0,6	0,7
	140	100	190	115	0,6	0,7
		125	215	115	0,7	0,9
140		240	120	0,7	0,9	
150		250	120	0,9	1,1	
160		260	120	0,9	1,1	
180		280	120	0,9	1,1	
200		330	135	1,0	1,3	
224		355	135	0,5	0,6	
150		80	170	120	0,7	0,8
150		100	190	120	0,7	0,7
		125	215	120	0,8	0,9
	140	240	125	0,8	0,9	
	150	250	125	0,9	1,1	
	160	260	125	0,9	1,1	
	180	280	125	0,9	1,1	
	200	330	140	1,1	1,3	
	224	355	140	1,3	1,7	
	250	380	140	1,5	2,1	
	160	80	170	125	0,7	0,8
160	100	190	125	0,7	0,8	
	125	215	125	0,8	1,0	
	140	240	130	0,8	0,9	
	150	250	130	0,9	1,1	
	160	260	130	0,9	1,1	
	180	280	130	1,0	1,1	
	200	330	145	1,1	1,3	

$\varnothing d_1$	$\varnothing d_3/\varnothing d_4$ nom	L mm	H mm	kg TCL/TL	kg XCL/XL
160	224	355	145	1,3	1,7
	250	380	145	1,6	2,1
180	80	170	135	0,7	0,9
	100	190	135	0,8	1,0
	125	215	135	0,9	1,0
	140	240	140	0,9	1,0
	150	250	140	1,0	1,2
	160	260	140	1,0	1,2
	180	280	140	1,1	1,3
200	200	330	155	1,3	1,5
	224	355	155	1,4	1,7
	250	380	155	1,7	2,2
	280	430	165	1,9	2,6
	80	170	145	0,9	1,0
	100	190	145	0,9	1,0
	125	215	145	1,1	1,2
	140	240	150	1,1	1,2
	150	250	150	1,2	1,4
	160	260	150	1,2	1,4
224	180	280	150	1,3	1,5
	200	330	165	1,5	1,7
	224	355	165	1,7	2,1
	250	380	165	1,8	2,3
	280	430	175	2,1	2,7
	300	450	175	2,2	2,9
	315	465	175	2,3	2,9
	80	170	160	1,0	1,1
	100	190	160	1,0	1,1
	125	215	160	1,2	1,3
	140	240	165	1,2	1,3
250	150	250	165	1,3	1,3
	160	260	165	1,3	1,4
	180	280	165	1,4	1,6
	200	330	180	1,6	1,8
	224	355	180	1,8	2,1
	250	380	180	2,1	2,5
	280	430	190	2,3	2,9
	300	450	190	2,3	2,9
	315	465	190	2,5	3,1
	355	525	200	2,8	3,5
80	170	170	1,2	1,3	
250	100	190	170	1,3	1,3
	125	215	170	1,4	1,5
	140	240	175	1,5	1,5

Tês/Cruzetas

TCL/TL/XCL/XL

Dimensões

$\varnothing d_1$	$\varnothing d_3/\varnothing d_4$ nom	L mm	H mm	kg TCL/TL	kg XCL/XL	
250	150	250	175	1,6	1,7	
	160	260	175	1,6	1,7	
	180	280	175	1,7	1,9	
	200	330	190	1,8	2,0	
	224	355	190	2,0	2,3	
	250	380	190	2,3	2,7	
	280	430	200	2,6	3,1	
	300	450	200	2,7	3,3	
	315	465	200	2,8	3,5	
	355	525	210	3,1	3,9	
	400	570	210	3,5	4,5	
	280	80	170	185	1,5	1,6
		100	190	185	1,5	1,6
		125	215	185	1,7	1,8
140		240	190	1,8	2,0	
150		250	190	1,8	2,0	
160		260	190	1,8	2,0	
180		280	190	2,0	2,2	
200		330	205	2,1	2,4	
224		355	205	2,3	2,6	
250		380	205	2,6	3,0	
280		430	215	2,9	3,6	
300		450	215	3,1	3,7	
315		465	215	3,1	3,7	
355		525	225	3,5	4,3	
400	570	225	3,9	4,9		
450	620	225	4,3	5,5		
300	80	170	195	1,5	1,6	
	100	190	195	1,6	1,7	
	125	215	195	1,8	1,9	
	140	240	200	1,9	2,1	
	150	250	200	1,9	2,1	
	160	260	200	1,9	2,1	
	180	280	200	2,1	2,2	
	200	330	215	2,2	2,4	
	224	355	215	2,5	2,7	
	250	380	215	2,8	3,3	
	280	430	225	3,1	3,6	
	300	450	225	3,2	3,7	
	315	465	225	3,3	3,9	
	355	525	235	3,6	4,3	
400	570	235	4,1	5,2		
450	620	235	4,4	5,6		
315	80	170	205	1,6	1,7	

$\varnothing d_1$	$\varnothing d_3/\varnothing d_4$ nom	L mm	H mm	kg TCL/TL	kg XCL/XL
315	100	190	205	1,7	1,7
	125	215	205	1,8	1,9
	140	240	210	2,0	2,1
	150	250	210	2,0	2,1
	160	260	210	2,0	2,1
	180	280	210	2,2	2,3
	200	330	225	2,3	2,5
	224	355	225	2,6	2,8
	250	380	225	2,9	3,4
	280	430	235	3,1	3,7
	300	450	235	3,3	3,8
	315	465	235	3,5	4,0
	355	525	245	3,8	4,6
	400	570	245	4,2	5,2
450	620	245	4,6	5,8	
500	680	250	5,1	6,4	
355	100	190	225	1,8	1,9
	125	215	225	2,0	2,1
	140	240	230	2,2	2,3
	150	250	230	2,2	2,3
	160	260	230	2,2	2,3
	180	280	230	2,4	2,5
	200	330	245	2,6	2,7
	224	355	245	2,9	3,3
	250	380	245	3,1	3,6
	280	430	245	3,4	3,9
	300	450	255	3,5	4,1
	315	465	255	3,7	4,2
	355	525	265	4,1	4,9
	400	570	265	4,5	5,5
450	620	265	5,0	6,1	
500	680	270	5,3	6,7	
560	740	270	6,0	7,5	
400	100	190	245	2,4	2,5
	125	215	245	2,6	2,7
	140	240	250	2,7	2,9
	150	250	250	2,8	2,9
	160	260	250	2,8	2,9
	180	280	250	3,0	3,1
	200	330	265	3,2	3,3
	224	355	265	3,5	3,9
	250	380	265	3,8	4,2
	280	430	275	4,1	4,6
	300	450	275	4,2	4,7

Dimensões

$\varnothing d_1$	$\varnothing d_3/\varnothing d_4$ nom	L mm	H mm	kg TCL/TL	kg XCL/XL	
400	315	465	275	4,3	4,8	
	355	525	285	4,8	5,3	
	400	570	285	5,3	6,3	
	450	620	285	5,7	6,7	
	500	680	290	6,2	7,3	
	560	740	290	6,8	8,1	
	600	780	290	7,1	8,6	
	630	810	290	7,4	9,0	
	450	125	215	270	3,3	3,4
		140	240	275	3,4	3,5
150		250	275	3,6	3,7	
160		260	275	3,6	3,7	
180		280	275	3,8	3,8	
200		330	290	4,0	4,1	
224		355	290	4,4	4,6	
250		380	290	4,7	5,0	
280		430	300	5,0	5,4	
300		450	300	5,3	5,7	
500	315	465	300	5,4	5,8	
	355	525	310	5,8	6,3	
	400	570	310	6,0	7,1	
	450	620	310	6,9	7,6	
	500	680	315	7,4	8,2	
	560	740	315	8,0	9,0	
	600	780	315	8,4	9,4	
	630	810	315	8,7	9,8	
	710	890	315	9,8	11,4	
	500	125	215	295	3,8	3,9
140		240	300	3,9	3,9	
150		250	300	4,0	4,1	
160		260	300	4,1	4,2	
180		280	300	4,2	4,3	
200		330	315	4,5	4,6	
224		355	315	4,9	5,2	
250		380	315	5,2	5,4	
280		430	325	5,6	5,9	
300		450	325	5,8	6,2	
500	315	465	325	6,0	6,4	
	355	525	335	6,4	6,8	
	400	570	335	7,0	7,6	
	450	620	335	7,5	8,0	
	500	680	340	8,1	8,9	
	560	740	340	8,8	9,7	
	600	780	340	9,0	9,8	

$\varnothing d_1$	$\varnothing d_3/\varnothing d_4$ nom	L mm	H mm	kg TCL/TL	kg XCL/XL	
500	630	810	340	9,5	10,5	
	710	890	340	10,7	12,1	
	800	980	340	11,7	13,4	
	560	200	330	345	5,1	5,1
		224	355	345	5,5	5,7
		250	380	345	5,8	6,1
		280	430	355	6,3	6,7
		300	450	355	6,5	6,9
		315	465	355	6,7	7,0
		355	525	365	7,3	7,7
400		570	365	7,8	8,3	
450		620	365	8,3	8,9	
500		680	370	8,9	9,6	
560	560	740	370	9,6	10,4	
	600	780	370	10,1	11,0	
	630	810	370	12,1	13,8	
	710	890	370	13,1	15,8	
	800	980	370	14,3	17,5	
	900	1080	370	16,0	19,7	
	600	200	330	365	5,5	5,5
		224	355	365	5,9	6,1
		250	380	365	6,2	6,4
		280	430	375	6,7	7,0
300		450	375	6,9	7,2	
315		465	375	7,0	7,4	
355		525	385	7,7	8,1	
400		570	385	8,2	8,7	
450		620	385	8,8	9,3	
500		680	390	9,5	10,2	
560	560	740	390	10,1	10,8	
	600	780	390	10,6	11,3	
	630	810	390	12,3	14,3	
	710	890	390	13,7	16,4	
	800	980	390	15,1	18,0	
	900	1080	390	16,6	20,2	
	630	200	330	380	5,8	5,9
		224	355	380	6,1	6,3
		250	380	380	6,5	6,8
		280	430	390	7,1	7,4
300		450	390	7,3	7,6	
315		465	390	7,4	7,8	
355		525	400	8,1	8,5	
400		570	400	8,8	9,3	
450		620	400	9,3	9,9	

Dimensões

$\varnothing d_1$	$\varnothing d_3/\varnothing d_4$ nom	L mm	H mm	kg TCL/TL	kg XCL/XL
630	500	680	405	10,0	10,7
	560	740	405	10,0	11,1
	600	780	405	11,0	14,3
	630	810	405	14,6	15,6
	710	890	405	16,2	17,6
	800	980	405	17,7	19,4
	900	1080	405	19,6	21,5
	1000	1180	405	21,3	23,7
710	250	380	420	7,7	8,0
	280	430	420	8,3	8,6
	300	450	430	8,5	8,8
	315	465	430	8,7	9,0
	355	525	440	9,4	9,8
	400	570	440	10,1	10,8
	450	620	440	10,8	11,3
	500	680	445	11,5	12,1
	560	740	445	12,3	12,9
	600	780	445	12,8	13,4
	630	810	445	16,8	17,5
	710	890	445	18,4	19,6
	800	980	445	20,0	21,4
	900	1080	445	21,9	23,4
	1000	1180	445	23,8	25,7
	1120	1300	445	26,8	29,7
800	250	380	465	8,7	9,0
	280	430	475	9,3	9,7
	300	450	475	9,6	9,8
	315	465	475	9,7	10,0
	355	525	485	10,5	10,9
	400	570	485	11,3	11,8
	450	620	485	12,0	12,4
	500	680	490	12,8	13,3
	560	740	490	13,7	14,1
	600	780	490	14,2	14,7
	630	810	490	18,6	19,2
800	710	890	490	20,4	21,4
	800	980	490	22,1	23,2
	900	1080	490	23,2	25,4
	1000	1180	490	26,1	27,6
	1120	1300	490	29,2	31,5
	1250	1430	490	32,0	34,9
900	315	465	525	13,7	13,6
	355	525	535	14,6	14,4
	400	570	535	15,6	15,4

$\varnothing d_1$	$\varnothing d_3/\varnothing d_4$ nom	L mm	H mm	kg TCL/TL	kg XCL/XL
900	450	620	535	16,4	16,1
	500	680	540	17,5	17,1
	560	740	540	18,4	17,8
	600	780	540	19,2	18,5
	630	810	540	21,2	21,6
	710	890	540	23,0	23,9
	800	980	540	24,8	25,7
	900	1080	540	26,9	27,7
	1000	1180	540	29,0	29,9
	1120	1300	540	32,1	33,8
	1250	1430	540	35,3	37,4
1000	315	465	575	15,4	15,4
	355	525	585	16,4	16,3
	400	570	585	17,4	17,2
	450	620	585	18,4	18,1
	500	680	590	19,5	19,0
	560	740	590	20,6	19,9
	600	780	590	21,3	20,5
	630	810	590	23,3	23,7
1120	710	890	590	25,4	26,1
	800	980	590	27,3	28,0
	900	1080	590	29,6	30,1
	1000	1180	590	31,8	32,5
	1120	1300	590	35,1	36,3
	1250	1430	590	38,3	39,7
	500	680	650	22,7	22,1
	560	740	650	24,0	23,2
	600	780	650	24,8	23,8
	630	810	650	26,9	27,2
	710	890	650	29,1	29,6
	800	980	650	31,3	31,7
	900	1080	650	33,7	34,0
	1000	1180	650	36,1	36,4
1120	1120	1300	650	39,7	40,4
	1250	1430	650	43,0	43,9
1250	500	680	715	25,5	24,9
	560	740	715	26,8	25,8
	600	780	715	27,8	26,7
	630	810	715	29,8	30,0
	710	890	715	32,3	32,6
	800	980	715	34,7	34,9
	900	1080	715	37,4	37,4
	1000	1180	715	40,0	39,9
	1120	1300	715	43,8	44,1

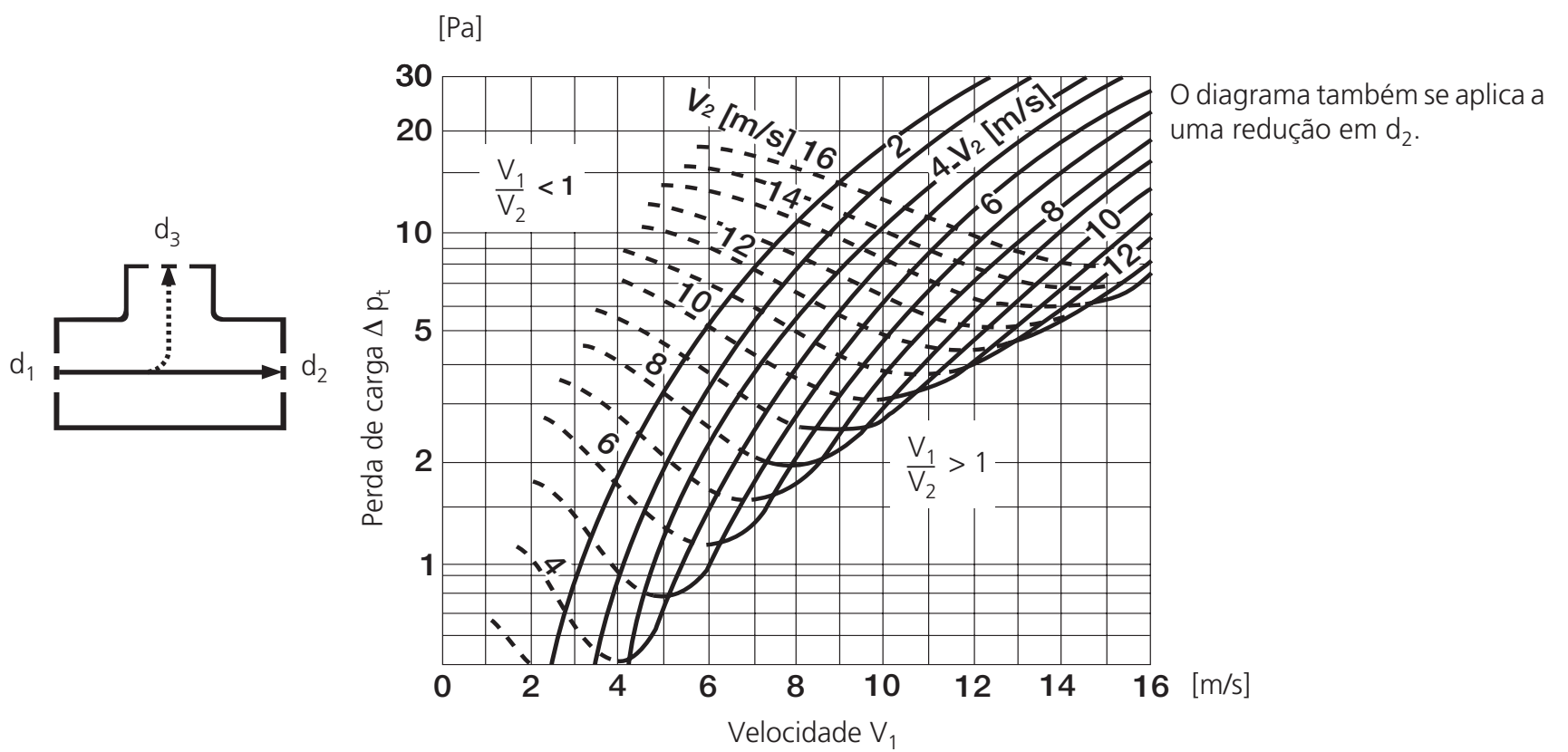
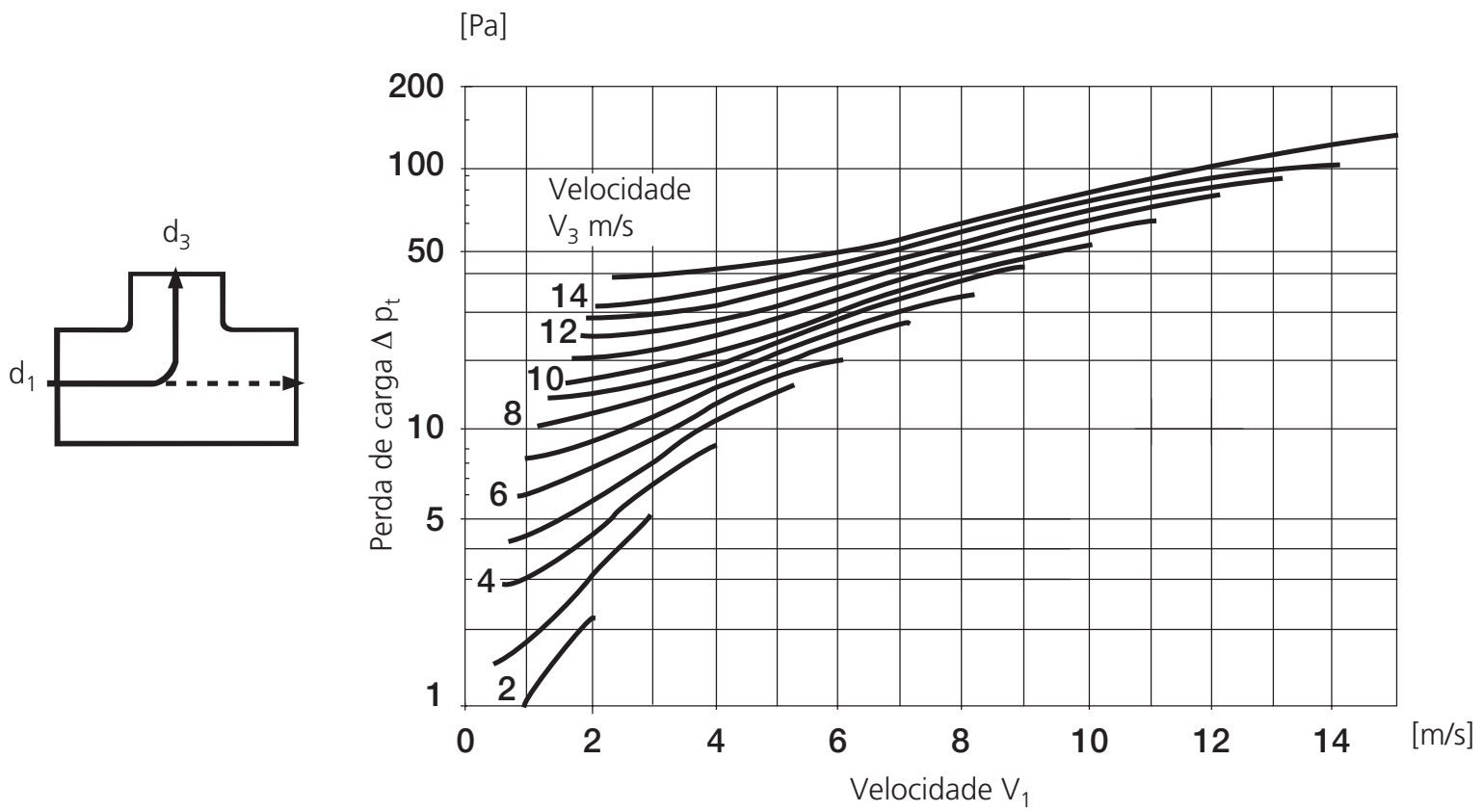
Tês/Cruzetas

TCL/TL/XCL/XL

Dimensões

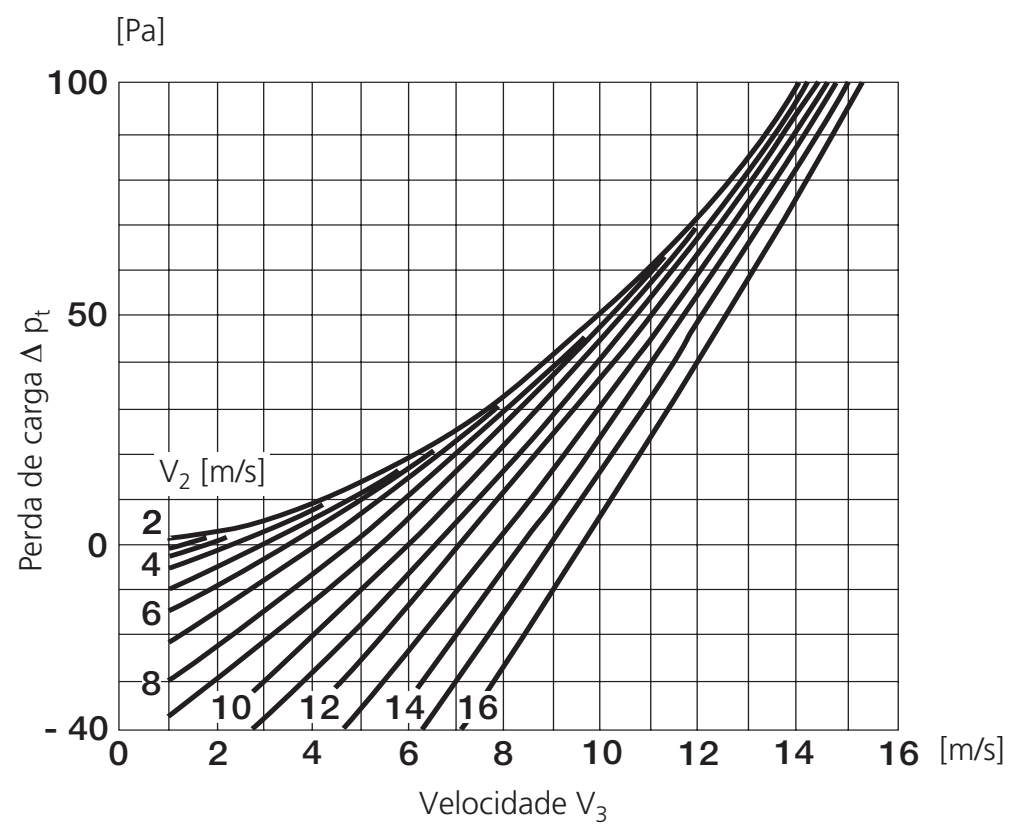
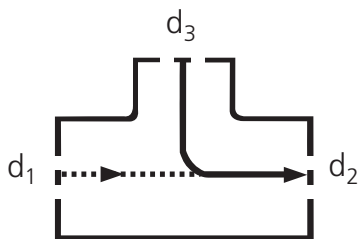
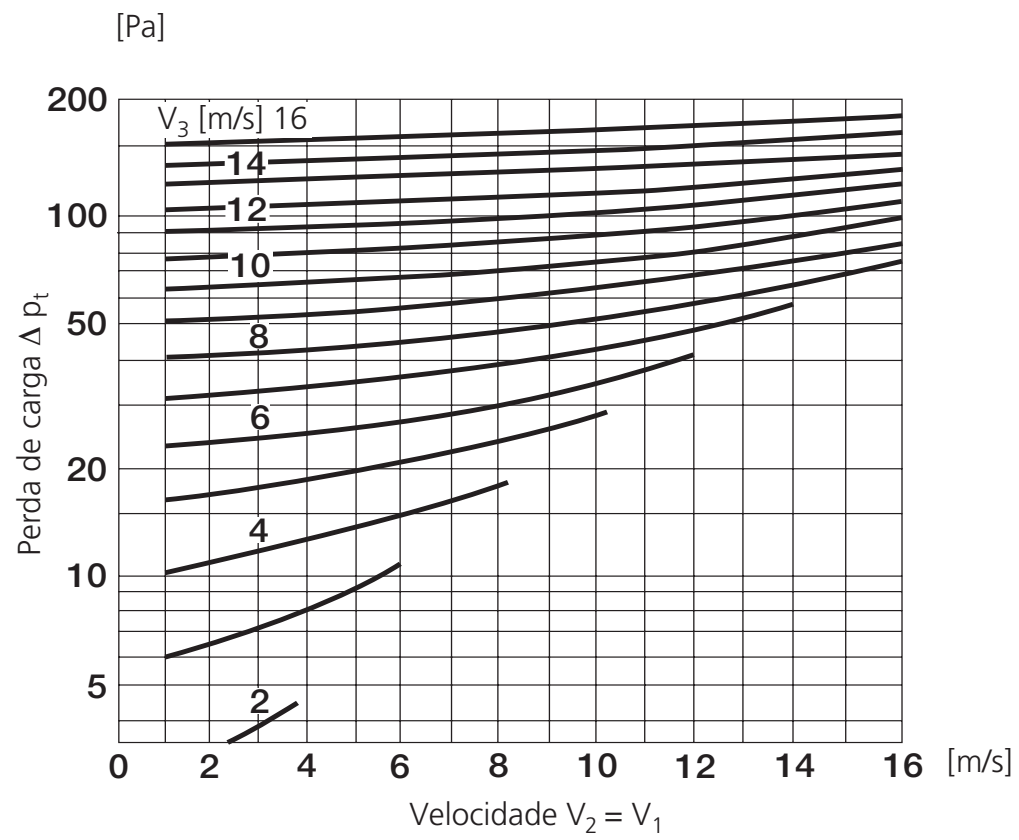
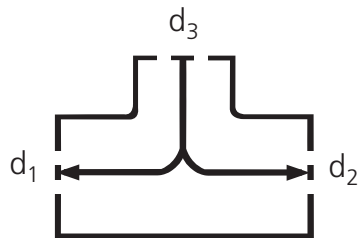
$\varnothing d_1$	$\varnothing d_3/\varnothing d_4$ nom	L mm	H mm	kg TCL/TL	kg XCL/XL
1250	1250	1430	715	47,4	47,6

Informação técnica



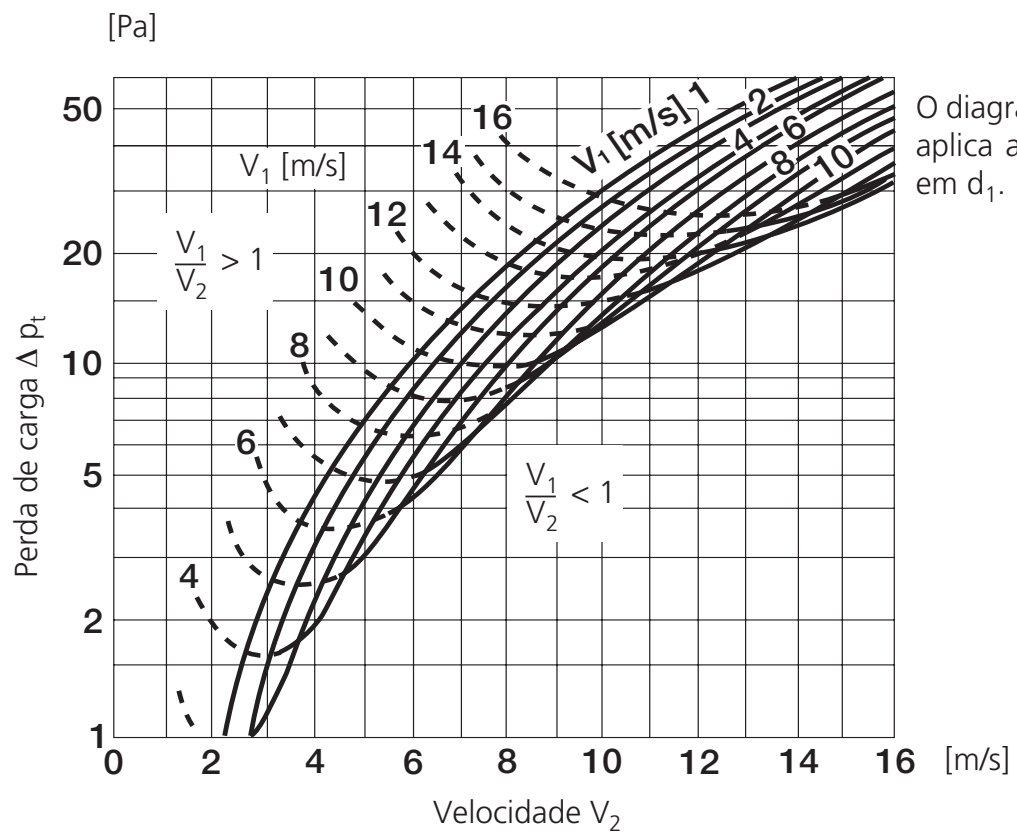
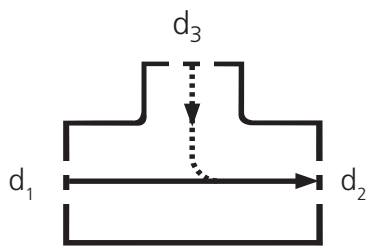
V_1 = velocidade média em d_1
 V_2 = velocidade média em d_2
 V_3 = velocidade média em d_3

Informação técnica

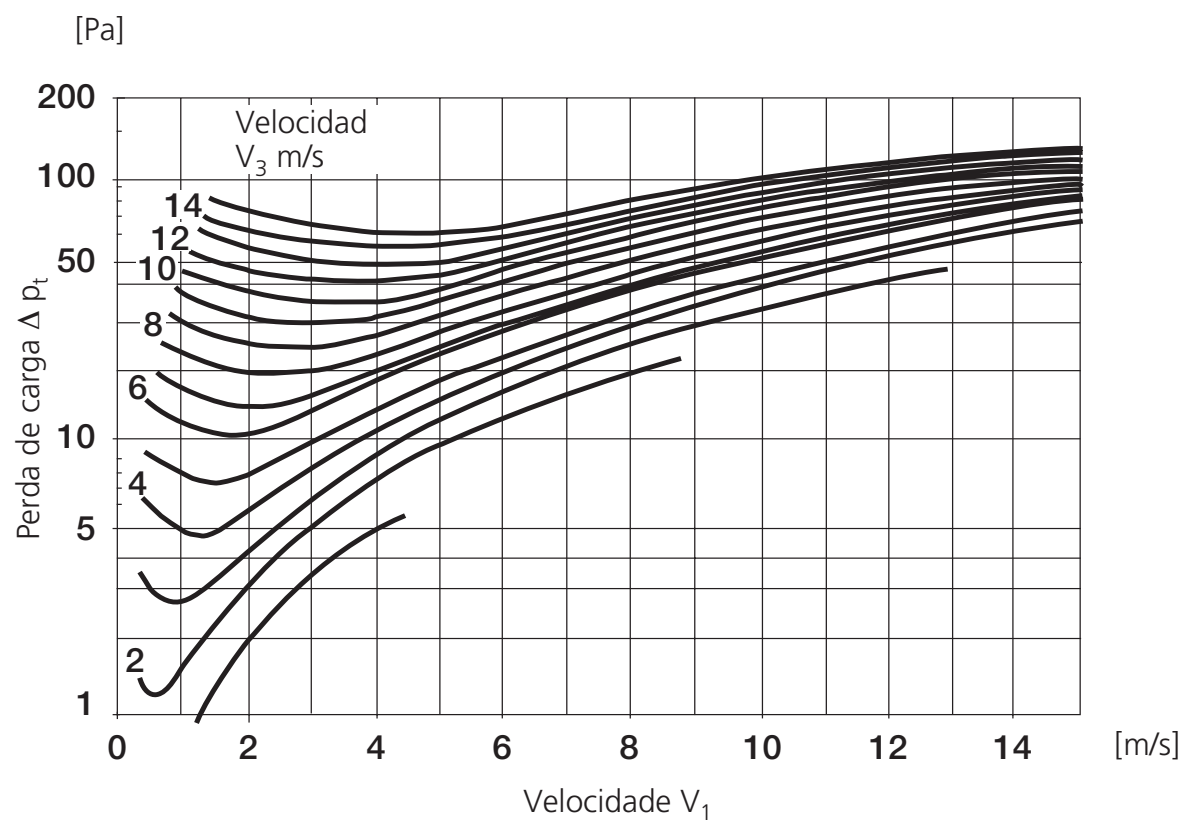
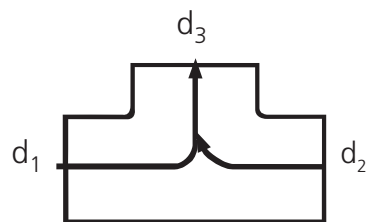


V_1 = velocidade média em d_1
 V_2 = velocidade média em d_2
 V_3 = velocidade média em d_3

Informação técnica



O diagrama também se aplica a uma redução em d_1 .



V_1 = velocidade média em d_1
 V_2 = velocidade média em d_2
 V_3 = velocidade média em d_3

CONDUTAS E ACESSÓRIOS :: CONDUTAS RÍGIDAS RECTANGULARES E ACESSÓRIOS :: TRANSFORMAÇÃO RECTANGULAR/CIRCULAR

Descrição

- ▶ Condutas em chapa galvanizada Z200 ou Z275 segundo EN 10142.
- ▶ As espessuras de chapa, dimensão e espaçamento de ligações ou reforços, salvo indicação em contrário na data da encomenda, obedecem no mínimo às indicações da tabela 2 -3 M da Norma AINSI/SMACNA 006-2006 para 500 Pa de pressão estática "positiva ou negativa".
- ▶ Outras Normas e pressões de serviço podem ser seguidas desde que previamente indicado. 0,63 mm é a espessura mínima utilizada.



Aplicação

- ▶ Transformação de secção quadrada ou rectangular para circular em instalações de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado.

Acabamentos

- ▶ Condutas fornecidas no estado em que saem da linha de produção, com mastic nos cantos e perfil com vedante interno de origem, se aplicável. As costuras longitudinais serão com Pittsburgh ou outro fecho aceite pelas normas em execução.
- ▶ Outros acabamentos e espessuras mediante consulta.

Gama de Tamanhos

- ▶ Construção de acordo com os desenhos de projecto com indicação das excentricidades e cotas necessárias à sua execução

Gama Complementar

- ▶ Construção em chapa de alumínio ou Inox mediante consulta.
- ▶ Construção de peças soldadas mediante orçamento.

Acessórios

- ▶ Todos os necessários para a montagem e suspensão de redes de condutas.
- ▶ Suportes, Curvas, Tampos, Registos, portas de visita ... (Ver catálogo).

Sistemas de Fixação

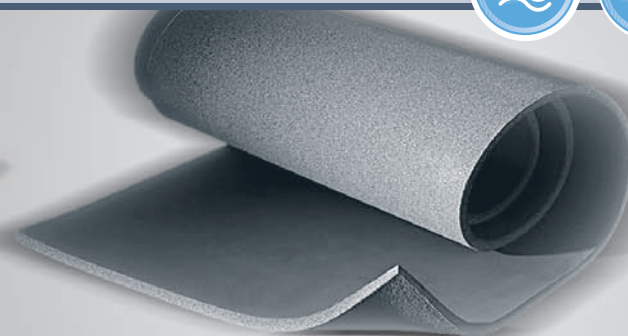


Armaduct®

▶ **Armaduct®**

ISOLAMENTO ELASTOMÉRICO PARA CLIMATIZAÇÃO

ARMADUCT® – o sistema inteligente, em isolamento elastomérico, para condutas metálicas de climatização



O isolamento conveniente para condutas metálicas

► Vantagens:

Novo revestimento de folha de alumínio para instalações interiores

redução acústica



não contribui para a formação de fungos ou bactérias

- é de fácil instalação
- não necessita de revestimento adicional, porque proporciona excelente acabamento
- é fácil de limpar e não solta partículas
- assegura uma notável redução acústica
- é um isolamento que garante um grande ciclo de vida da instalação, com o mínimo de manutenção
- conserva as suas propriedades. Não se deteriora, nem contribui para a formação de fungos ou bactérias.
- pode ser instalado no interior ou no exterior, das condutas.
- ocupa menos volume que os isolamentos tradicionalmente utilizados nas condutas
- pouca resistência à circulação do ar no interior das condutas e melhor absorção acústica.
- muito indicado para instalar em espaços reduzidos (entre conduta e a parede)

Como instalar o Armaduct?



Dados Técnicos

Breve descrição:	Isolamento térmico flexível de estrutura celular fechada. Superfície exterior: película lisa Superfície do corte: porosa Cor: cinza
Material:	Espuma elastomérica à base de borracha sintética
Campo de aplicação:	Isolamento térmico e acústico de condutas de climatização.
Gama disponível:	Prancha em rolo, standard e auto-adesiva, com e sem revestimento de alumínio em espessuras de 5mm. até 30 mm. Cinta auto-adesiva Metum. Complementa-se com os Acessórios AF/Armaflex.
Particularidades:	Cumprir a norma DIN 1988, parte 2 e 7. Isento de gás CFC.

Propriedades	Valores / Valoração	Observações especiais
Campo de aplicação: Temperatura interior máxima Temperatura interior mínima	+ 60° C + 10° C	O Armaduct é um isolamento especialmente estudado para condutas. O factor de resistência à difusão do vapor de água é suficiente para este tipo de aplicação.
Condutibilidade térmica λ	a 10° C de temperatura média 0,037 W/(m·K)	D 3580*1 Ensaio conforme DIN 52 612
Comportamento ao fogo: 1. Classe de material 2. Comportamento em caso de incêndio	M-1 Auto-extinguível, não goteja e não propaga a chama	
Aspectos de salubridade: 1. Odor 2. Composição	Neutro Não contém amianto	
Comportamento biológico e químico: 1. Resistência ao envelhecimento 2. Deterioração 3. Resistência à putrefacção 4. Resistência a outros materiais	Muito boa Não se deteriora Muito boa Muito boa	
Atenuação acústica:	28 dB(a)	
Armazenamento Prazo de validade	Pranchas auto-adesivas: 1 ano	

Observações:

O Armaduct, exposto à intempérie, deve proteger-se imediatamente depois de passadas 36 horas, e antes de 4 dias, com um revestimento resistente à radiação solar. Para o efeito, recomendamos a nossa Tinta Armafinish.

• Para instalações em aço inoxidável, recomendamos a consulta a nosso Departamento Técnico

*1 Pedido prévio

Todos os dados e informações técnicas, estão baseados em resultados obtidos abaixo das condições normais de uso. É da responsabilidade de quem recebe estes dados e informações, para seu próprio interesse, consultar a Armacell no momento de elaborar o projecto, a fim de confirmar que os dados e informações fornecidos, podem ser aplicados sem alteração nas áreas de uso concebidas.