



**ISEL**

**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**



## **Estágio Curricular em Gabinete de Engenharia, na componente de Climatização e Mecânica dos Fluidos**

**TERESA MANUEL NEVES MARTINS DA PONTE E SOUSA**  
(Licenciada em Engenharia Mecânica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre  
em Engenharia Mecânica

Orientador:

Mestre Especialista João Antero Nascimento dos Santos Cardoso

Júri:

Presidente: Doutor João Manuel Ferreira Calado

Vogais:

Mestre Especialista João Antero Nascimento dos Santos Cardoso  
Doutor Miguel José Pereira Sales Cavique Santos

**Dezembro 2016**

**(Página deixada propositadamente em branco)**



**ISEL**

**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**

## **Estágio Curricular em Gabinete de Engenharia, na componente de Climatização e Mecânica dos Fluidos**

**TERESA MANUEL NEVES MARTINS DA PONTE E SOUSA**  
(Licenciada em Engenharia Mecânica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre  
em Engenharia Mecânica

Orientador:

Mestre Especialista João Antero Nascimento dos Santos Cardoso

Júri:

Presidente: Doutor João Manuel Ferreira Calado

Vogais:

Mestre Especialista João Antero Nascimento dos Santos Cardoso

Doutor Miguel José Pereira Sales Cavique Santos

**Dezembro. 2016**

**Notas:**

- O presente documento não se encontra em conformidade com o novo acordo ortográfico ratificado desde 2008;
- Para manter a coerência relativamente às referências, todas as imagens, tabelas e diagramas encontram-se no idioma das mesmas.



## **Agradecimentos**

Ao finalizar este grande capítulo da minha vida académica, apercebo-me que consegui alcançar todos os meus objectivos como estudante e futura engenheira. No entanto, tal teria sido extremamente difícil de conseguir sem a ajuda, apoio e dedicação de várias pessoas que fazem parte da minha vida.

Quero por isso agradecer especialmente aos meus pais, Paula e Carlos, por me terem sempre motivado e incentivado a seguir os meus sonhos; por todas as oportunidades e experiências que me proporcionaram e que me fizeram crescer tanto a nível emocional como intelectual; por terem estado sempre presentes nos bons e nos maus momentos; pela paciência e calma que tiveram nos meus momentos de crises e indecisões; pelos sorrisos com orgulho que me fizeram ver que estava no caminho certo; por me ajudarem nesta jornada a tornar o meu primeiro sonho realidade. Todos os “obrigados” não caberiam em livro algum, por isso de forma muito resumida agradeço por me terem tornado naquilo que hoje sou. Obrigada por tudo!

Quero também agradecer ao meu maninho Jorge por me fazer ver a vida dum modo diferente todos os dias. Com essa perspectiva e com a sua influência em mim, consegui aprender muito cedo que a felicidade se encontra realmente nas coisas mais simples do dia-a-dia.

Agradeço às minhas avós, Rosa e Adelina, e ao meu tio Miguel por estarem sempre interessados e entusiasmados com o meu percurso, fazendo-me olhar para o futuro como sendo algo que me trará muitas alegrias e aventuras.

Ao meu namorado e melhor amigo, Rúben, quero agradecer por estar sempre ao meu lado e por ter partilhado comigo todos os momentos tanto de sucesso como de frustração, mostrando sempre compreensão e entendimento em relação aos meus sentimentos; por toda a motivação, carinho, paciência, confiança e por me conhecer como a palma da sua mão, sabendo como me deixar com o sorriso na cara, a qualquer hora do dia e em qualquer situação.

Aos meus amigos, que considero a minha segunda família, agradeço todo o apoio e compreensão que me deram nos momentos de stress e cansaço; as gargalhadas, brincadeiras e conversas sem nexos (ou não) que funcionam melhor para desanuviar e clarificar a mente do que qualquer outra coisa; e a força de vontade que sempre me transmitiram fazendo-me acreditar que seria possível chegar ao fim deste percurso com sucesso. Apesar de serem muitas as pessoas que tiveram influência nesta fase da minha vida, quero agradecer em especial às seguintes:

Ana Balixa, Francisco Zdanowski, Frederico Benito, José Simões, Mariana Martins, Raquel Porteira, Sara Domingos e Miguel Dias.

Finalmente quero também agradecer ao meu professor e orientador João Cardoso pela excelente oportunidade que me deu de realizar o estágio na sua empresa, ACet, que me fez ter uma perspectiva diferente relativamente ao dia-a-dia de um trabalhador num gabinete de engenharia. Agradeço também a toda a equipa da ACet, por se mostrarem sempre disponíveis a ajudar e a transmitir novos conhecimentos.

## **Resumo**

Como corolário do estágio curricular realizado durante 10 meses no gabinete de projectos da empresa ACet, surge a realização deste documento, cujo objectivo é o de dar a conhecer os temas e as áreas do estágio, assim como as actividades desenvolvidas. Como tal, optou-se por dividir o documento em quatro grandes temas: fundamentos teóricos, conceitos de projecto, dimensionamento de equipamentos e projectos elaborados.

Na elaboração de qualquer projecto, desde os mais simples aos mais complexos, tem de existir sempre uma boa base teórica para que o mesmo seja bem concretizado. Tendo em conta que a área que envolve esses conceitos teóricos essenciais é muito vasta, foram escolhidos e subdivididos os temas de maior relevância considerando os projectos realizados da seguinte forma: legislação aplicada, psicrometria, transmissão de calor, cargas térmicas, conforto térmico e simulação dinâmica.

Para que um projecto seja coerente e organizado existem certos aspectos e procedimentos a ter em conta. No capítulo de conceitos de projecto encontram-se discriminados os documentos necessários para a realização das várias fases de projecto, bem como as peças escritas e desenhadas utilizadas no gabinete de projectos da ACet.

No capítulo de dimensionamento de equipamentos são descritos os vários equipamentos que ao longo do estágio tiveram de ser dimensionados, como também os factores mais preponderantes na sua selecção.

Finalmente, no último capítulo são enumerados e explicados todos os projectos realizados durante o estágio. Os mesmos encontram-se divididos nos seguintes subtemas: descrição do projecto, objectivos e requisitos, soluções adoptadas e actividades desenvolvidas.

Palavras Chave:

Conforto térmico, Sistemas de AVAC, Qualidade do ar, Projecto de climatização.

**(Página deixada propositadamente em branco)**

## **Abstract**

As a result of choosing a curricular internship and its execution for 10 months at ACET engineering projects office, the creation of this document was required. The aim of this document is to inform about the subject and the internship area, as well as the developed activities. As such, it was decided to split the document between four major themes: theoretical basis, project concepts, equipment sizing and developed projects.

In the execution of any project, from the simplest to the most complex, it must always exist a good theoretical basis for it to be well accomplished. Given that the area of these essential theoretical concepts is very wide, the most relevant topics were chosen and divided considering the developed projects as follows: applied legislation, psychometrics, heat transfer, thermal loads, thermal comfort and dynamic simulation.

For a project to be consistent and organized there are certain aspects and procedures to be taken into account. In the chapter on project concepts the required documents are described according to the various phases of projects, as well as the writings specifications and drawings used in the engineering projects office of ACet.

The equipment sizing section describes the various equipment throughout the internship that had to be dimensioned, as well as the most important factors in their selection.

Finally, in the last chapter are listed and explained all the projects carried out during the internship. They are divided into the following topics: project description, objectives and requirements, adopted solutions and developed activities.

Key Words:

Thermal comfort, HVAC systems, Air quality, HVAC Project.

**(Página deixada propositadamente em branco)**

# Índice

Agradecimentos .....	I
Resumo.....	III
Abstract .....	V
Índice de figuras .....	XI
Índice de tabelas .....	XIII
Abreviaturas e simbologia.....	XV
1 Introdução.....	1
1.1 Apresentação da empresa.....	1
1.2 Objectivos do estágio.....	1
1.3 Importância do estágio.....	2
1.4 Importância de um projecto de AVAC .....	2
1.5 Estrutura do trabalho.....	2
2 Fundamentos teóricos e legislativos .....	3
2.1 Legislação aplicada.....	3
2.2 Psicometria.....	9
2.3 Transmissão de calor .....	15
2.4 Cargas Térmicas .....	16
2.5 Conforto Térmico .....	17
2.6 Simulação dinâmica – <i>Hourly Analysis Program</i> .....	18
3 Conceitos de projecto.....	23
3.1 Definição e fases de projecto .....	23
3.2 Peças escritas.....	26
3.2.1 Geral.....	26
3.2.2 Especialidades .....	35
3.3 Peças desenhadas.....	36
4 Dimensionamento de equipamentos .....	39

4.1	Unidades de tratamento de ar .....	39
4.2	Unidade produtora de água arrefecida/aquecida .....	40
4.3	Conjuntos de climatização - Splits .....	40
4.4	Ventiloconvectores .....	41
4.5	Ventiladores .....	41
4.6	Permutadores de calor.....	42
4.7	Baterias de arrefecimento/aquecimento terminais.....	42
4.8	Caixas de filtração BiBo .....	43
4.9	Depósitos de inércia.....	43
4.10	Vasos de expansão.....	44
4.11	Fluxo unidireccional de ar.....	44
4.12	Difusores e grelhas .....	45
4.13	Conduatas.....	46
4.14	Registos de caudal de ar.....	52
4.15	Tubagens para água .....	52
4.16	Bombas circuladoras.....	54
5	Projectos elaborados durante o estágio .....	55
5.1	Projecto das novas instalações da empresa <i>Axone Portugal</i> .....	56
5.2	Projecto de ampliação da empresa <i>Generis</i> .....	59
5.3	Projecto da zona HQ623 do edifício 7 da empresa <i>Hovione</i> .....	62
5.4	Projecto do piso 3 do novo edifício B22 da empresa <i>Hovione</i> .....	63
5.5	Projecto de remodelação dos cinemas VIP do centro comercial Amoreiras da empresa <i>NOS Lusomundo Cinemas</i> .....	65
5.6	Projecto de optimização da sala V28 da empresa <i>Hikma</i> .....	68
5.7	Projecto dos pisos 1&2 do novo edifício B22 da empresa <i>Hovione</i> .....	73
5.8	Projecto de remodelação dos cinemas do centro comercial Vasco da Gama da empresa <i>NOS Lusomundo Cinemas</i> .....	86
6	Conclusões/Observações finais .....	91



7	Referências Bibliográficas .....	93
8	Anexos .....	99
8.1	Anexo 1 – Lista de salas <i>Hovione B22</i> .....	101
8.2	Anexo 2 – Lista de documentos <i>Hovione B22</i> .....	105
8.3	Anexo 3 – Ficha de equipamento (máquina misturadora) <i>Hovione B22</i> .....	109
8.4	Anexo 4 – Ficha técnica (ventiladores) <i>Hovione B22</i> .....	113
8.5	Anexo 5 –Zonamento <i>Hovione B22</i> .....	117
8.6	Anexo 6 – Classificação, pressões e fluxos de ar <i>Hovione B22</i> .....	121
8.7	Anexo 7 – Diagrama P&ID <i>Hovione B22</i> .....	125
8.8	Anexo 8 – Desenho armário ventilado <i>Hovione B22</i> .....	129
8.9	Anexo 9 – Diagrama de água arrefecida <i>Hovione B22</i> .....	133
8.10	Anexo 10 – Implantação de semáforos de interbloqueamento, LCD e botoneiras <i>Hovione B22</i> .....	137
8.11	Anexo 11 – Tabela de ar novo NOS Lusomundo Vasco da Gama .....	141
8.12	Anexo 12 – Lista de salas NOS Lusomundo Vasco da Gama .....	145
8.13	Anexo 13 – Ficha técnica (difusores) NOS Lusomundo Vasco da Gama .....	149
8.14	Anexo 14 –Mapa de quantidades NOS Lusomundo Vasco da Gama .....	153
8.15	Anexo 15 – Estimativa orçamental NOS Lusomundo Vasco da Gama .....	157
8.16	Anexo 16 –Diagrama P&ID NOS Lusomundo Vasco da Gama .....	161

**(Página deixada propositadamente em branco)**

## Índice de figuras

Figura 1 - Alguns exemplos de simbologia para representação de válvulas, segundo a norma ANSI/ISA-5.1-2009 [12].....	8
Figura 2 – Representação das variáveis mais comuns existentes num diagrama psicrométrico [22].....	11
Figura 3 – Representação dos processos básicos de psicrometria. [22] .....	12
Figura 4 – Representação dos processos de arrefecimento com desumidificação (2-1) e de aquecimento com humidificação (1-2) [22] .....	13
Figura 5 – Representação do processo de arrefecimento evaporativo de A para B [40].....	14
Figura 6 - Exemplo de utilização do software “CBE Thermal Comfort Tool”. [38] .....	18
Figura 7 - Configurações das antecâmaras. [26] .....	31
Figura 8 – Esquema representativo dos vários tipos de ar segundo a norma EN 13779:2007. [15].....	32
Figura 9 – Estratificação do ar consoante o tipo de método utilizado. [23].....	45
Figura 10 - Gráfico para cálculo da velocidade, para o método da recuperação estática. [20]	50
Figura 11 - Relação entre o comprimento equivalente da conduta e o caudal. [20] .....	50
Figura 12 – Ábaco para calculo de diâmetros para condutas em aço galvanizado com rugosidade 0.09mm [18] .....	51
Figura 13 - Ábaco para calculo de diâmetros para tubagens em aço. [18] .....	54
Figura 14 - Carta psicrométrica com o ponto 1 (condições de insuflação) e o ponto 2 (condições na sala). [40] .....	71
Figura 15 - Dados do ponto 1 – condições de insuflação. [40] .....	71
Figura 16 - Dados do ponto 2 – condições da sala. [40].....	72
Figura 17 - Exemplo dos fluxos de pessoas (setas pretas), materiais (setas vermelhas) e ar (setas azuis). .....	74
Figura 18 - Procedimento de lavagem e secagem da direita para a esquerda. ....	74

**(Página deixada propositadamente em branco)**

## Índice de tabelas

Tabela 1 - Classe das salas limpas de acordo com a concentração de partículas no ar [10].....	5
Tabela 2 - Classificação dos filtros segundo a norma EN 779:2012. [34].....	5
Tabela 3 - Classificação filtros segundo a norma EN 1822. [34].....	6
Tabela 4 – Caudal de ar novo mínimo por pessoa em função da percentagem de insatisfeitos. [5].....	26
Tabela 5 – Caudal de ar novo mínimo por m <sup>2</sup> em função da quantidade de emissões do edifício. [5] .....	26
Tabela 6 – Valores de eficácia de ventilação em função da configuração da distribuição de ar na zona e do tipo de fluxo de ar. [16] .....	27
Tabela 7 – Caudal mínimo de ar novo em função da carga poluente devida à ocupação. [16]28	
Tabela 8 – Caudal mínimo de ar novo em função da carga poluente devida ao edifício. [16] 28	
Tabela 9 – Valores mínimos de extracção para compartimento indiferenciados segundo a ACSS. [17] .....	29
Tabela 10 – Valores mínimos de extracção para zonas técnicas segundo a ACSS. [17] .....	29
Tabela 11 – Tipos de ar, abreviaturas e as suas definições. [15].....	33
Tabela 12 - Perda de carga de alguns componentes utilizados num sistema de condutas. [15] .....	47
Tabela 13 – Velocidades máximas recomendadas nos vários troços consoante a aplicação. [20].....	48
Tabela 14 - Velocidade recomendável para os vários tipos de utilização. [20] .....	53

**(Página deixada propositadamente em branco)**

## Abreviaturas e simbologia

$A$  – Área [ $m^2$ ]

ACI – Ar comprimido industrial

ACL – Ar comprimido limpo

AFS – Água fria sanitária

ANSI – *American National Standards Institute* (Instituto nacional Americano da normalização)

AQS – Água quente sanitária

AVAC – Aquecimento, ventilação e ar condicionado

AVC – Aquecimento, ventilação e climatização

$b$  – Factor caracterizador da rugosidade do material da tubagem [adimensional]

BiBo – *Bag in/Bag out*

CAV – *Constant air volume* (volume de ar constante)

CO<sub>2</sub> – Dióxido de carbono

$C_p$  – Calor específico [ $kJ/kg.K$ ]

$d$  – Desnível [ $m$ ]

$D_h$  - Diâmetro hidráulico [ $mm$ ]

DIW – *Deionized water* (água desionizada/desmineralizada)

DML – Demolições e desmontagem

DX – Expansão directa

$e$  – Coeficiente de expansão da água [adimensional]

EAM – Electricidade associada às instalações mecânicas

EHA – *Exhaust air* (ar de exaustão)

EN – *European normalization* (Normalização europeia)

ETA – *Extract air* (ar extraído)

$f$  – Factor de atrito [adimensional]

FCU – Fan Coil Unit (ventiloconvectores hidráulicos)

FFU – *Fan filter unit* (unidade de filtragem)

$g$  – Aceleração da gravidade [ $\text{m/s}^2$ ]

GMP – *Good Manufacturing Practice* (boas práticas de fabrico)

$h$  – Entalpia específica

H<sub>2</sub>O - Água

HAP – *Hourly analysis program*

HEPA – *High efficiency particulate arrestance* (Filtro de partículas de alta eficiência)

HR – Humidade relativa

IAS – Instalação de águas sanitárias

IFI – Instalação de fluidos industriais

ISA – *International Society of Automation* (Sociedade internacional de automação)

ISO – *International Organization for Standardization* (Organização internacional para a normalização)

$J$  – Perda de carga [m/m]

K – Ar respirável

$L$  – Comprimento [m]



LCD – *Liquid crystal display* (display de cristal líquido)

m – Massa [kg]

N - Azoto

NP – Norma Portuguesa

ODA – *Outdoor air* (ar exterior)

P – Potência [kW]

$P_a$  – Pressão absoluta inicial [bar]

PCW – *Process cooling water* (água para arrefecimento de processo)

$P_e$  – Pressão absoluta final [bar]

$P_m$  – Perímetro [mm]

PMV – *Predicted mean vote* (voto médio previsto)

PPD – *Predicted percentage of dissatisfied* (percentagem prevista de insatisfeitos)

P&ID – *Piping and instrumentation diagram/drawing* (diagrama/desenho de tubagem e instrumentação)

Q – Caudal [ $m^3/h$ ]

$Q_{AN}$  – Caudal de ar novo

RAQS – Retorno de água quente sanitária

RCA – *Recirculation air* (ar de recirculação)

SUP – *Supply air* (ar de insuflação)

t – Tempo [s]

$T_{BH}$  – Temperatura de bolbo húmido

$T_{BS}$  – Temperatura de bolbo seco

$T_{PO}$  – Temperatura de ponto de orvalho

TRA – *Transferred air* (ar transferido)

ULPA – *Ultra low particulate air* (Filtro de partículas ultra pequenas)

UTA – Unidade de tratamento de ar

$v$  – Velocidade [m/s]

$V$  – Volume [ $m^3$ ]

$v$  – Volume específico

VAC – Vácuo

VAV – Volume de ar variável

VRV – Volume de refrigerante variável

W – Humidade específica

$\phi$  – Humidade relativa [%]

$\alpha$  – Coeficiente de descarga [adimensional]

$\Delta P$  – Diferencial de pressão [Pa]

$\Delta T$  – Diferencial de temperatura [°C]

# 1 Introdução

O presente relatório surge na sequência da realização de um estágio, no âmbito da unidade curricular de Dissertação, Trabalho de Projecto ou Estágio de Natureza Profissional, referente ao Mestrado de Engenharia Mecânica em Energia, Climatização e Refrigeração.

## 1.1 Apresentação da empresa

O estágio em questão teve a duração de aproximadamente 10 meses, desde o dia 28 de Setembro de 2015 ao dia 15 de Julho de 2016 e realizou-se na empresa ACet – Antero Cardoso, Engenharia Termodinâmica, Lda. – localizada em Mem Martins, Sintra. A ACet é uma empresa que presta serviços de engenharia, executando projectos e consultoria de instalações especiais. Os principais campos de actividade e especializações são a “climatização e ventilação, aquecimento central, vapor limpo e industrial, ar comprimido e vácuo, água para injeção, desmineralizada e purificada, águas e esgotos, combate a incêndios, gases industriais e medicinais, fluido térmico, electricidade, comunicações e dados, protecção contra incêndios, segurança passiva e activa e controlo e gestão técnica centralizada” [31]. A área da indústria farmacêutica tem vindo a ser uma das grandes especialidades desta empresa, que realiza projectos para clientes farmacêuticos como a *Generis*, *Hikma*, *Hovione*, entre outras. No gabinete existem três grupos bem definidos de pessoas: engenheiros mecânicos, engenheiros electrotécnicos e desenhadores. Apesar de serem áreas distintas, todos têm de estar interligados, para que os projectos estejam bem consolidados e não haja incompatibilidades.

## 1.2 Objectivos do estágio

O estágio em questão teve como objectivo principal o contacto com as diversas vertentes da engenharia mecânica de climatização presentes no gabinete de engenharia da ACet, mais especificamente:

- Consultoria;
- Cálculos de Engenharia;
- Análise de Soluções e Conceitos de Projecto;
- Elaboração de Projectos e a sua Implicação na Gestão de um Gabinete de Engenharia;
- Acompanhamento de Montagens de Instalações e Ensaios de Desempenho.

### **1.3 Importância do estágio**

A escolha da realização de um estágio curricular teve como base a sua importância, tanto na vertente académica como profissional. Um estágio torna possível a aplicação prática dos conhecimentos teóricos adquiridos ao longo do percurso académico, num contexto realista no dia-a-dia de trabalho, contribuindo assim para uma melhor compreensão e consolidação dos mesmos. É também uma forma de enfrentar novos obstáculos, aprender com erros que sejam cometidos e lidar com situações inesperadas. A nível profissional existe a oportunidade de aprender novos conhecimentos e competências essenciais, que em conjunto contribuem para uma maior experiência e aperfeiçoamento da carreira profissional.

### **1.4 Importância de um projecto de AVAC**

Hoje em dia a climatização é uma actividade de grande importância e a sua presença torna-se cada vez mais indispensável em qualquer espaço cujo objectivo seja garantir o conforto humano e/ou a segurança de pessoas e bens. A realização de um projecto de AVAC – Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado – é fundamental para que sejam atingidos os necessários níveis de conforto ambiental interior da forma mais correcta e eficiente, assim como uma boa qualidade do ar interior, seguindo as normas e regulamentos existentes. As aplicações para os sistemas de AVAC são muito diversificadas, desde habitações pequenas e simples, até grandes indústrias farmacêuticas e hospitais. Desta forma, é possível compreender que a inexistência ou o mau dimensionamento de um sistema de AVAC num determinado edifício, pode afectar não só o bem-estar das pessoas como também pôr em risco a sua saúde.

### **1.5 Estrutura do trabalho**

Este relatório tem como finalidade descrever o trabalho realizado durante o estágio, apresentando também os conhecimentos utilizados e adquiridos ao longo da sua duração. Como tal, optou-se por dividir o documento em quatro grandes temas: fundamentos teóricos, conceitos de projecto, dimensionamento de equipamentos e projectos elaborados.

## 2 Fundamentos teóricos e legislativos

### 2.1 Legislação aplicada

No desenvolvimento de projectos existem requisitos mínimos em vários parâmetros que têm de ser cumpridos. Esses critérios encontram-se estabelecidos no nosso ordenamento jurídico, em leis, decretos leis e portarias. Em outros ordenamentos jurídicos, nas fontes normativas correspondentes. Seguidamente serão apresentados (por ordem cronológica de conhecimento ao longo do estágio) de forma resumida alguns dos documentos mais relevantes, relativos ao dimensionamento de sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado.

#### ISO 7730 – Ergonomia do ambiente térmico

Esta norma “apresenta métodos para prever a sensação térmica geral e o grau de desconforto (insatisfação térmica) das pessoas expostas a ambientes térmicos moderados. Permite também a determinação analítica e interpretação do conforto térmico utilizando cálculos de PMV (*predicted mean vote* – voto médio previsto), de PPD (*predicted percentage of dissatisfied* – percentagem prevista de insatisfeitos) e do conforto térmico local, tendo em conta as condições ambientais consideradas aceitáveis para o conforto térmico geral, bem como as que representam desconforto local.” [11]

#### ASHRAE Standard 55 – Condições térmicas ambientais para ocupação humana

A ASHRAE 55 especifica “as combinações entre a condições térmicas interiores e os factores pessoais que irão gerar condições térmicas aceitáveis para pelo menos 80% dos ocupantes”. [1]

#### Portaria 701-H/2008

Esta portaria define “as instruções para o cálculo dos honorários referentes aos projectos de obras públicas, definindo, em particular, os métodos de cálculos de honorários a cobrar pelos autores de projectos de obras públicas, bem como as diversas fases em que o projecto se desenvolve e as informações que devem constar dos documentos elaborados em cada fase.” [14]

#### EN 15251:2008 [5]

Este documento indica os parâmetros do ambiente interior necessários para a realização de um projecto e a avaliação de desempenho energético dos edifícios, abordando a qualidade do ar interior, ambiente térmico, iluminação e acústica.

#### Decreto de lei SCE.DL 118/2013

O objectivo deste decreto lei é o de “assegurar e promover a melhoria do desempenho energético dos edifícios através do Sistema Certificação Energética dos Edifícios (SCE), que integra o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH), e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS).” [13]

#### ET 06/2008 ACSS – Especificações técnicas para instalações de AVAC

Este documento “estabelece as condições interiores a adoptar para cada tipo de compartimento; as condições de produção de água de aquecimento e refrigerada; o tipo e modos de instalação de tubagens e condutas a utilizar nas redes de distribuição das instalações de AVAC em edifícios hospitalares.” [17]

#### ISO 14644 – Salas limpas e ambientes controlados associados [10]

Esta norma especifica a classificação de salas limpas em termos de concentração de partículas no ar. É constituída por várias partes, que especificam os diferentes parâmetros necessários à classificação deste tipo de salas, assim como define os requisitos para a monitorização e testes periódicos necessários, de forma a garantir que continuam de acordo com a classificação e com a norma. Na tabela 1 é possível observar qual a classe da sala de acordo com a concentração de partículas no ar.

#### EN 13779:2007 – Ventilação para edifícios não residenciais [15]

Esta norma fornece orientação às várias pessoas especializadas na área de AVAC, para que consigam alcançar um ambiente interior confortável e saudável, durante todas as estações do ano, com custos de instalação e funcionamento aceitáveis. Este documento abrange os aspectos importantes para se alcançar e manter um bom desempenho energético nos sistemas, sem qualquer impacto negativo sobre a qualidade do ambiente no interior do espaço.

Tabela 1 - Classe das salas limpas de acordo com a concentração de partículas no ar [10]

ISO Class number (N)	Maximum allowable concentrations (particles/m <sup>3</sup> ) for particles equal to and greater than the considered sizes, shown below <sup>a</sup>					
	0,1 µm	0,2 µm	0,3 µm	0,5 µm	1 µm	5 µm
1	10 <sup>b</sup>	d	d	d	d	e
2	100	24 <sup>b</sup>	10 <sup>b</sup>	d	d	e
3	1 000	237	102	35 <sup>b</sup>	d	e
4	10 000	2 370	1 020	352	83 <sup>b</sup>	e
5	100 000	23 700	10 200	3 520	832	d, e, f
6	1 000 000	237 000	102 000	35 200	8 320	293
7	c	c	c	352 000	83 200	2 930
8	c	c	c	3 520 000	832 000	29 300
9g	c	c	c	35 200 000	8 320 000	293 000

### EN 779:2012 – Classificação de filtros para ventilação geral [8]

O propósito desta norma, intitulada de "Filtros de partículas de ar para ventilação geral" é classificar os filtros de ar com base na sua menor eficiência de filtração. Na tabela 2 podem-se observar as classes dos filtros, assim como a sua eficiência.

Tabela 2 - Classificação dos filtros segundo a norma EN 779:2012. [34]

Classification of air filters <sup>*1</sup>					
Group	Class	Final pressure drop test (Pa)	Average arrestance (A <sub>m</sub> ) of synthetic dust (%)	Average efficiency (E <sub>m</sub> ) for 0.4 µm particles (%)	Minimum efficiency <sup>*2</sup> for 0.4 µm particles (%)
Coarse	G1	250	50 ≤ A <sub>m</sub> < 65	-	-
	G2	250	65 ≤ A <sub>m</sub> < 80	-	-
	G3	250	80 ≤ A <sub>m</sub> < 90	-	-
	G4	250	90 ≤ A <sub>m</sub>	-	-
Medium	M5	450	-	40 ≤ A <sub>m</sub> < 60	-
	M6	450	-	60 ≤ A <sub>m</sub> < 80	-
Fine	F7	450	-	80 ≤ A <sub>m</sub> < 90	35
	F8	450	-	90 ≤ A <sub>m</sub> < 95	55
	F9	450	-	95 ≤ A <sub>m</sub>	70

#### NOTE

1) The characteristics of atmospheric dust vary widely in comparison with those of the synthetic loading dust used in the tests. Because of this, the test results do not provide basis for predicting either operational performance or service life. Loss of media charge or shedding of particles or fibres can also adversely affect efficiency

2) Minimum efficiency is the lowest of any of the following three values: initial efficiency, discharge efficiency or efficiency throughout the test's loading procedure.

## EN 1822 – Classificação de filtros de alta eficiência [6]

A norma anterior define a classificação para filtros até ao grupo “fino”. Para locais onde são necessários os mais altos níveis de pureza do ar (como em salas limpas), existem filtros com classes superiores: EPA, HEPA e ULPA, descritos na norma 1822. Na tabela 3 é possível observar os valores de retenção de partículas conforme a classe do filtro.

*Tabela 3 - Classificação filtros segundo a norma EN 1822. [34]*

Group	Filter Class	Integral Value		Local value	
		Filtration Efficiency	Penetration	Filtration Efficiency	Penetration
EPA	E10	85 %	15 %	–	–
	E11	95 %	5 %	–	–
	E12	99.5 %	0.5 %	–	–
HEPA	H13	99.95 %	0.05 %	99.75 %	0.25 %
	H14	99.995 %	0.005 %	99.975 %	0.025 %
ULPA	U15	99.9995 %	0.0005 %	99.9975 %	0.0025 %
	U16	99.99995 %	0.00005 %	99.99975 %	0.00025 %
	U17	99.999995 %	0.000005 %	99.9999 %	0.0001 %

## Regulamento N°1253/2014 - Requisitos de concepção ecológica das unidades de ventilação

Este regulamento “aplica-se às unidades de ventilação e estabelece requisitos de concepção ecológica para a sua colocação no mercado ou entrada em funcionamento.” [9]

## NP EN 1886 – Ventilação para edifícios: Desempenho mecânico

A EN 1886 é a norma Europeia que “especifica métodos de ensaio, requisitos de teste e classificações para unidades de tratamento de ar, que fornecem ou extraem ar através de uma rede de condutas de ventilação, duma parte ou de todo um edifício.” [7]

## EN 13053:2006 – Ventilação para edifícios: Avaliação e desempenho para unidades, componentes e secções

Esta norma europeia descreve os “requisitos e testes para avaliações e desempenho das unidades de tratamento de ar como um todo. Também especifica requisitos, recomendações, classificações e testes de componentes específicos e secções de unidades de tratamento de ar. É aplicável tanto aos modelos padronizados como também às unidades de design personalizado”. [2]



EN 14511-4 – Ar condicionado, bombas de calor e unidades de produção de água arrefecida compactos

Esta parte da norma europeia EN 14511 “especifica os requisitos mínimos que garantem que equipamentos de ar condicionado, bombas de calor e unidades de produção de água arrefecida (chillers) compactos, com compressores accionados electricamente estão aptos para o uso que o fabricante designa, quando usados para aquecimento e ou arrefecimento do espaço”. [4]

EN 1397 – Ventiloinvectores: procedimentos de teste de determinação do desempenho [3]

Esta norma europeia aplica-se a ventiloinvectores hidráulicos – Fan Coil Unit (FCU) – como conjuntos individuais feitos em fábrica que fornecem as funções de refrigeração e/ou aquecimento, mas não incluem a fonte de refrigeração ou aquecimento. É aplicável a todos os tipos de controlo de velocidade numa unidade FCU. Entre outras informações, esta norma fornece também o método de determinação do caudal de ar insuflado por uma FCU.

ANSI/ISA-5.1-2009 – Símbolos de instrumentação e identificação [12]

Esta norma estabelece uma forma uniforme de descrever, representar e identificar instrumentos ou dispositivos e as suas funções inerentes, sistemas de instrumentação e as suas funções, através de um sistema que inclui esquemas de identificação e símbolos gráficos adequados a cada componente. Desta forma é possível a criação de desenhos e gráficos, em que cada componente tem a sua identificação conforme especificado e que será interpretado da mesma forma em qualquer lugar em que esta norma se aplique. Para melhor compreensão da correcta utilização dos símbolos, existem vários exemplos de aplicação relacionados com diversas áreas ao longo desta norma. Na figura 1 encontram-se alguns exemplos de simbologia utilizados em diagramas de fluidos.

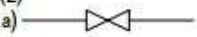



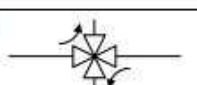
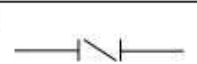
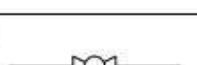
No	Symbol	Description
1	(1) (2) a)  b) 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generic two-way valve.</li> <li>• Straight globe valve.</li> <li>• Gate valve.</li> </ul>
2	(2) (3) 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generic two-way angle valve.</li> <li>• Angle globe valve.</li> <li>• Safety angle valve.</li> </ul>
3	(2) 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generic three-way valve.</li> <li>• Three-way globe valve.</li> <li>• Arrow indicates failure or unactuated flow path.</li> </ul>
4	(2) 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generic four-way valve.</li> <li>• Four-way four-ported plug or ball valve.</li> <li>• Arrows indicates failure or unactuated flow paths.</li> </ul>
5	(2) 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Butterfly valve.</li> </ul>
6	(2) 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ball valve.</li> </ul>

Figura 1 - Alguns exemplos de simbologia para representação de válvulas, segundo a norma ANSI/ISA-5.1-2009 [12]

### ISPE Guia de boas práticas – Aquecimento, ventilação e ar condicionado

A ISPE (International Society for Pharmaceutical Engineering) é uma associação cujos membros contribuem para o desenvolvimento de novas soluções relativas às GMP (Good Manufacturing Practice – Boas Práticas de Fabrico) na área da indústria farmacêutica. O documento em questão visa “clarificar questões relativamente às GMP na área de AVAC, que sejam críticas para a segurança, identificação, força, pureza, e qualidade de produtos farmacêuticos, biofarmacêuticos, e dispositivos médicos desde a matéria-prima até ao produto finalizado, incluindo requisitos para o controlo e monitorização de AVAC.” [26]

### Certificação EUROVENT

A EUROVENT é a associação da indústria europeia para a climatização interior (AVAC), processos de arrefecimento e tecnologias de frio na cadeia alimentar. “A certificação EUROVENT certifica as avaliações de desempenho de equipamentos de ar condicionado e de refrigeração de acordo com as normas europeias e internacionais.” [35]

## 2.2 Psicrometria

A psicrometria é conhecida como sendo um ramo da física que se dedica ao estudo das propriedades e processos do ar – mistura entre os vários gases que fazem parte da troposfera (oxigénio, azoto, etc. – ar seco) e o vapor de água [22]. Desta forma, torna-se necessária a compreensão dessas mesmas propriedades e processos já que são uma base essencial no que toca à área da climatização.

Existem mais de cinquenta propriedades relativas à psicrometria. Num diagrama psicrométrico é usual encontrar oito, que serão descritas seguidamente [22].

### **Temperatura de Bolbo Seco ( $T_{BS}$ )**

É a verdadeira temperatura do ar em repouso, medida através de um termómetro comum não sujeito a evaporação, condensação ou radiação, em graus Celsius ou Kelvin.

### **Temperatura de Bolbo Húmido ( $T_{BH}$ )**

É a temperatura mais baixa que o ar pode atingir, através do arrefecimento apenas devido à evaporação da água. Esta temperatura é tipicamente inferior à temperatura de bolbo seco, excepto na situação de 100% de humidade relativa, em que toma um valor igual à temperatura de bolbo seco devido à ausência de evaporação. É medida através de um termómetro, cujo bolbo precisa de estar coberto com uma malha porosa molhada, de modo permanente, de forma a que, quando o ar passe pela mesma, ocorra a evaporação da água. O seu valor é expresso em graus Celsius ou Kelvin.

### **Temperatura do Ponto de Orvalho ( $T_{PO}$ )**

É a temperatura à qual o vapor de água existente no ar condensa e passa ao estado líquido. Esta temperatura é também definida como sendo a temperatura para a qual a humidade relativa (da massa de ar) atinge 100% de saturação, ou seja, quando já não há capacidade para conter mais vapor de água e, como consequência, provém a sua condensação. O seu valor é expresso em graus Celsius ou Kelvin.

### **Humidade Relativa (HR ou $\phi$ )**

A humidade relativa é a razão (em percentagem) entre a massa de vapor de água presente num determinado volume e o valor máximo possível de vapor de água nesse mesmo volume, à mesma temperatura de bolbo seco.

### **Humidade Específica (W)**

A humidade específica é a razão entre a massa de vapor de água existente no ar e a massa total de ar, no mesmo volume. Esta humidade é dependente tanto da temperatura do ponto de orvalho como do volume específico e como tal apenas uma das três propriedades é necessária para se determinar o estado no diagrama psicrométrico. O seu valor é expresso em kg de vapor de água por kg de ar.

### **Entalpia Específica (h)**

A entalpia é a propriedade que quantifica a energia num sistema termodinâmico. Esta propriedade deriva da soma entre a energia interna de um sistema e o produto entre a pressão e o volume desse mesmo sistema. Para a unidade de massa utiliza-se a entalpia específica, que também se pode definir como sendo a soma da entalpia do ar seco com a entalpia do vapor de água. O seu valor é expresso em kJ por kg de ar seco.

### **Volume Específico (v)**

O volume específico em psicrometria define-se pelo volume de ar por unidade de massa de ar seco ( $m^3/kg_{AS}$ ).

### **Pressão Barométrica ou Atmosférica (Pa)**

A pressão barométrica é a força ou peso exercido pela atmosfera num determinado local por unidade de área. Esta pressão é uma das três propriedades necessárias para determinar o estado psicrométrico. Geralmente a segunda propriedade escolhida é a temperatura de bolbo seco, vindo em terceiro uma propriedade referente à humidade como por exemplo a temperatura do ponto de orvalho, a humidade relativa ou a temperatura de bolbo húmido.

Na figura 2 é possível observar as variáveis acima descritas representadas num diagrama psicrométrico.

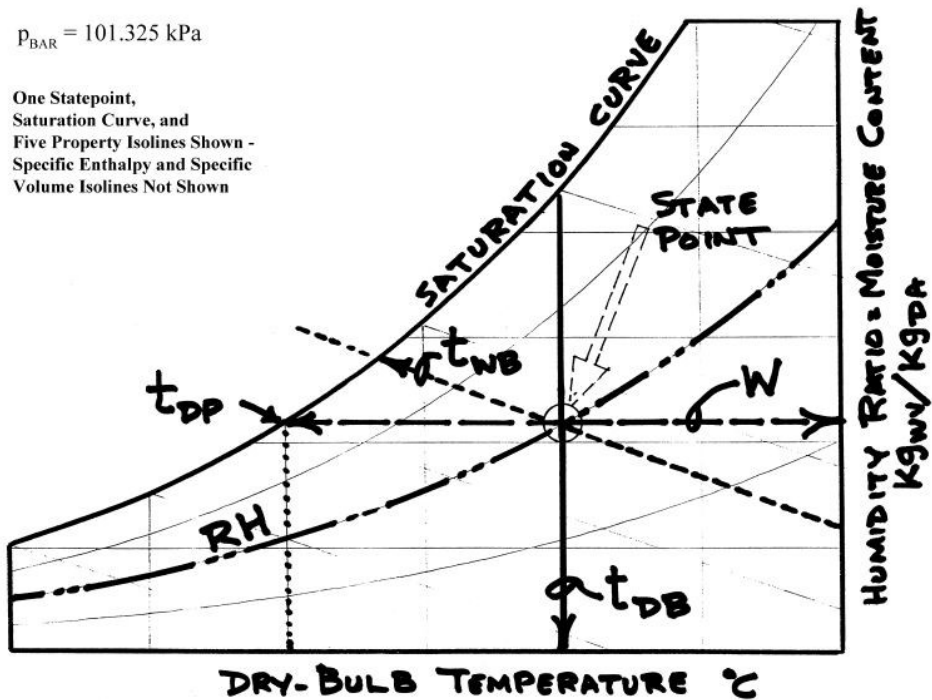


Figura 2 – Representação das variáveis mais comuns existentes num diagrama psicrométrico [22]

Tendo as principais propriedades definidas, torna-se necessária a compreensão de alguns processos psicrométricos mais relevantes.

### Processos psicrométricos

Um processo psicrométrico ocorre quando o ar no seu estado inicial sofre uma transformação que o leva para um estado final, ou seja, tem um ponto inicial e um ponto final. O processo em si ocorre entre estes dois pontos. Esta transformação envolve a transferência de calor ou trabalho e/ou de massa. Existem quatro processos psicrométricos básicos (figura 3) [22]:

- Aquecimento simples ou sensível – transferência de calor para o ar sem variação da humidade específica e conseqüentemente da temperatura do ponto de orvalho e da pressão do vapor de água;

- Arrefecimento simples ou sensível – transferência de calor proveniente do ar sem variação da humidade específica e consequentemente da temperatura do ponto de orvalho e da pressão do vapor de água;
- Humidificação apenas – Adição de calor latente sem transferência de calor sensível e consequentemente com temperatura de bolbo seco constante;
- Desumidificação apenas – Remoção de calor latente sem transferência de calor sensível e consequentemente com temperatura de bolbo seco constante.

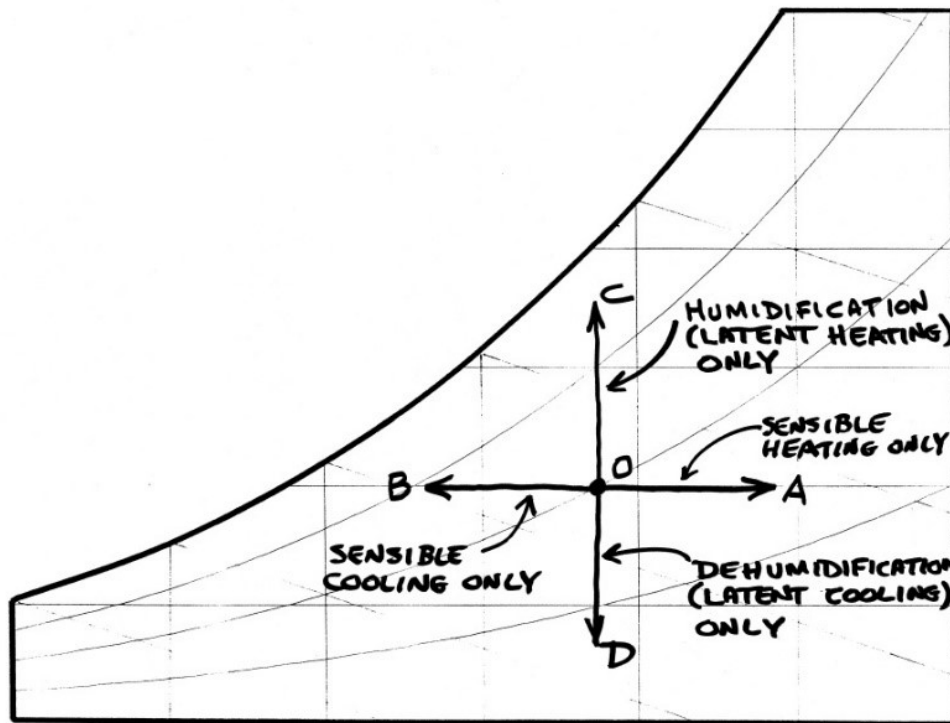


Figura 3 – Representação dos processos básicos de psicrometria. [22]

Alguns processos que envolvem tanto a transformação de calor como de vapor de água [22]:

- Arrefecimento com desumidificação (figura 4) – Este processo geralmente começa por um processo básico de arrefecimento sensível até ser atingido um valor de humidade relativa de aproximadamente 85%. A partir desse ponto é feita a condensação da humidade presente no fluxo de ar, que também provoca a diminuição da sua temperatura de bolbo seco, até que as condições requeridas sejam alcançadas;
- Aquecimento com humidificação (figura 4) – Processo inverso ao de arrefecimento com desumidificação. Nesta situação é necessária a adição tanto de calor como de vapor de água;

- Arrefecimento evaporativo ou adiabático (figura 5) – Saturação adiabática (entalpia constante) sem trocas de calor por condução ou radiação. Neste tipo de processo utiliza-se a injeção de água pulverizada que ao passar ao estado gasoso provoca a diminuição da temperatura de bolbo seco;
- Mistura de dois fluxos de ar – como o próprio nome indica, este processo envolve a mistura de um fluxo de ar num determinado estado A com outro fluxo de ar num determinado estado B. O resultado dessa mistura leva a que a mesma fique num terceiro estado C. É este o processo que acontece quando se mistura ar vindo do exterior com ar de retorno numa câmara de mistura de uma unidade de tratamento de ar.

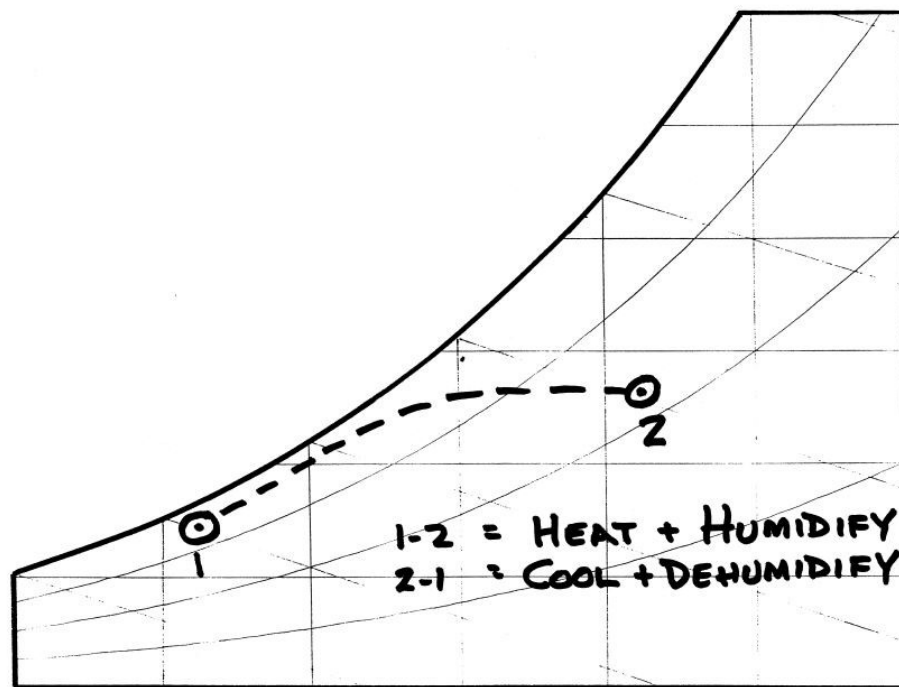


Figura 4 – Representação dos processos de arrefecimento com desumidificação (2-1) e de aquecimento com humidificação (1-2) [22]

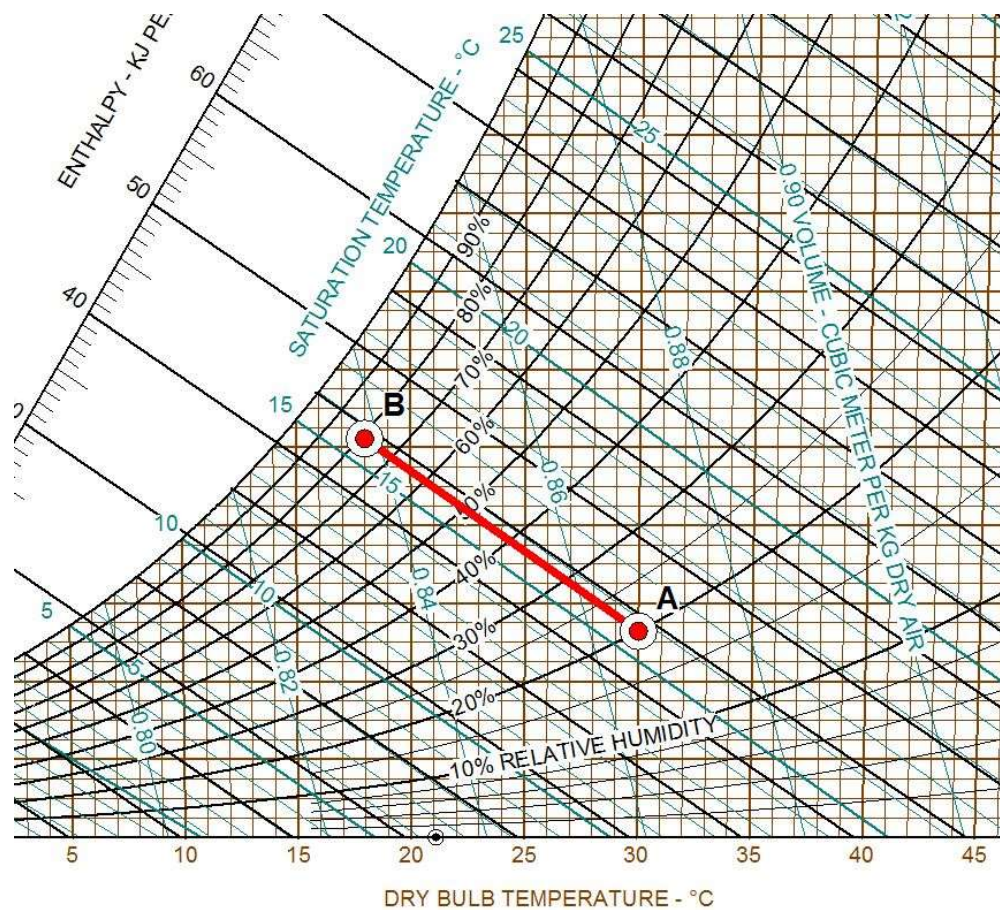


Figura 5 – Representação do processo de arrefecimento evaporativo de A para B [40]

Existem muitos mais processos e combinações dos mesmos que tornam possível a escolha da melhor maneira de contrariar as condições existentes que pretendemos mudar de forma a atingirem os resultados requeridos nos locais desejados.



## 2.3 Transmissão de calor

Define-se calor como sendo uma forma de energia que pode ser transferida de um sistema para outro devido a uma diferença de temperatura. Desta forma, a transmissão de calor é a ciência que lida com a determinação da quantidade de calor que é transmitida. A transferência de calor ocorre sempre do sistema com maior temperatura para o de menor temperatura e apenas termina quando ambos os sistemas atingem a mesma temperatura [18]. O calor pode ser transmitido de três formas diferentes: condução, convecção e radiação.

A condução acontece quando a transmissão de energia ocorre através da propagação, colisão e vibração entre as partículas mais energéticas (que se encontram em locais onde se regista uma maior temperatura) e as menos energéticas da mesma substância, seja ela um sólido, líquido ou gás [30].

A convecção é um modo de transmissão de calor entre a superfície de um sólido e a superfície adjacente ao mesmo, sendo ela um líquido ou gás. Esta transmissão varia conforme a velocidade dos fluidos em questão, ou seja, quanto maior for a movimentação do fluido, maior será a energia transferida por convecção. Tendo em conta este factor, existem dois tipos de convecção: convecção natural e convecção forçada. Como o próprio nome indica, a convecção forçada ocorre quando o fluido é forçado, através duma força externa, a fluir numa determinada direcção e velocidade. Por outro lado, a convecção é natural se a movimentação do fluido for causada apenas pelas forças devidas à diferença de densidade provocada pela variação de temperatura. No caso de o fluido não estar em movimento já não é considerado convecção, mas sim condução [30].

A radiação resulta da emissão e propagação de ondas electromagnéticas por alteração na configuração electrónica de átomos ou moléculas. Qualquer corpo com uma temperatura superior a zero Kelvin emite energia radiante. Esta transferência de calor pode ocorrer através de sólidos, líquidos e gases, com algumas excepções devido à opacidade dos mesmos [30].

## 2.4 Cargas Térmicas

Tendo em conta as definições mencionadas anteriormente, define-se carga térmica como sendo a quantidade de calor sensível e latente que deve ser retirada (arrefecimento) ou colocada (aquecimento) num determinado local, de forma a garantir as condições ambientes desejadas e adequadas no mesmo [28]. O conhecimento destas cargas é muito importante no que toca ao dimensionamento de instalações, selecção de equipamentos, ou mesmo na avaliação do funcionamento de equipamentos existentes. É também necessário ter em conta que, ao longo do dia, os factores que influenciam as cargas térmicas variam, o que exige uma avaliação das mesmas num perfil diário.

As cargas térmicas podem ser externas ou internas. As externas derivam da transferência de calor entre as instalações e o ambiente exterior, enquanto as internas resultam do calor gerado ou absorvido através das pessoas, iluminação e equipamentos [28].

Cargas térmicas externas:

- Radiação solar – ganho de calor solar devido à radiação directa ou indirecta (difusa), através de superfícies transparentes tais como vidros ou janelas;
- Condução – através de paredes externas, internas, telhados, divisórias, etc., cujas dimensões e composição influenciam a carga que é transmitida;
- Infiltração – as fugas de ar e de vapor de água que ocorrem tanto do exterior para o interior como o contrário, adicionam ou retiram carga térmica ao sistema ou instalação;
- Ventilação – o ar introduzido ou retirado intencionalmente numa instalação fornece as cargas térmicas necessárias à mesma.

Cargas térmicas internas:

- Ocupantes – emissão tanto de calor latente como sensível. Esta emissão de calor varia conforme a temperatura e o grau de actividade física praticada;
- Iluminação – a energia eléctrica consumida pelos equipamentos de iluminação é transformada em calor através de convecção e radiação

- Equipamentos – Tal como na iluminação, a energia libertada pelos equipamentos é geralmente toda transformada em carga térmica através dos enrolamentos dos motores, câmaras de combustão, superfícies em que existe muito atrito, etc. Este factor apenas é importante nos casos em que os equipamentos permanecem nos recintos climatizados.

## 2.5 Conforto Térmico

A sensação de conforto de um ser humano é influenciada por muitas variáveis, desde os parâmetros ambientais, como a temperatura, a velocidade do ar e a humidade, até ao tipo de actividade física praticada e roupa utilizada. Quando todos estes factores são conhecidos, a sensação de conforto do corpo humano pode ser estimada através de cálculos [11]. Tendo em conta que a insatisfação das pessoas provoca muitas vezes o não cumprimento em pleno das suas funções do dia-a-dia, torna-se necessário garantir que tal não acontece e é por esse motivo que este é um factor muito preponderante no que toca à climatização. Segundo a ASHRAE standard 55, existem vários métodos para avaliar o conforto térmico. Para facilitar esta avaliação estão disponíveis aplicações informáticas como o “*ASHRAE’s Thermal Comfort Tool*” ou o “*CBE Thermal Comfort Tool*”. Utilizando o último como referência, já que é uma ferramenta grátis e online, na figura 6 encontra-se um exemplo da sua utilização. Neste software é feita a selecção do método de cálculo e devem ser inseridos todos os valores requeridos a esse mesmo cálculo. Desta forma é possível verificar se, com as condições existentes e inseridas, o espaço se encontra em conformidade com a ASHRAE Standard 55 ou com a EN-15251.

No gabinete de engenharia ACet, as gamas de valores utilizadas e consideradas aceitáveis para o conforto humano numa situação geral são as seguintes:

- Temperatura – entre 20 e os 24°C
- Humidade – entre 30 e os 70%

É necessário também compreender que, em casos mais específicos, como por exemplo em indústrias farmacêuticas, os factores mais relevantes estão normalmente relacionados, não com o bem-estar do ser humano, mas sim com a garantia de que a integridade do produto/medicamento não é posta em causa, ou que não exista hipótese de contaminação para o exterior. Para estes casos os parâmetros de temperatura e humidade terão valores diferentes dos mencionados acima (caso geral).

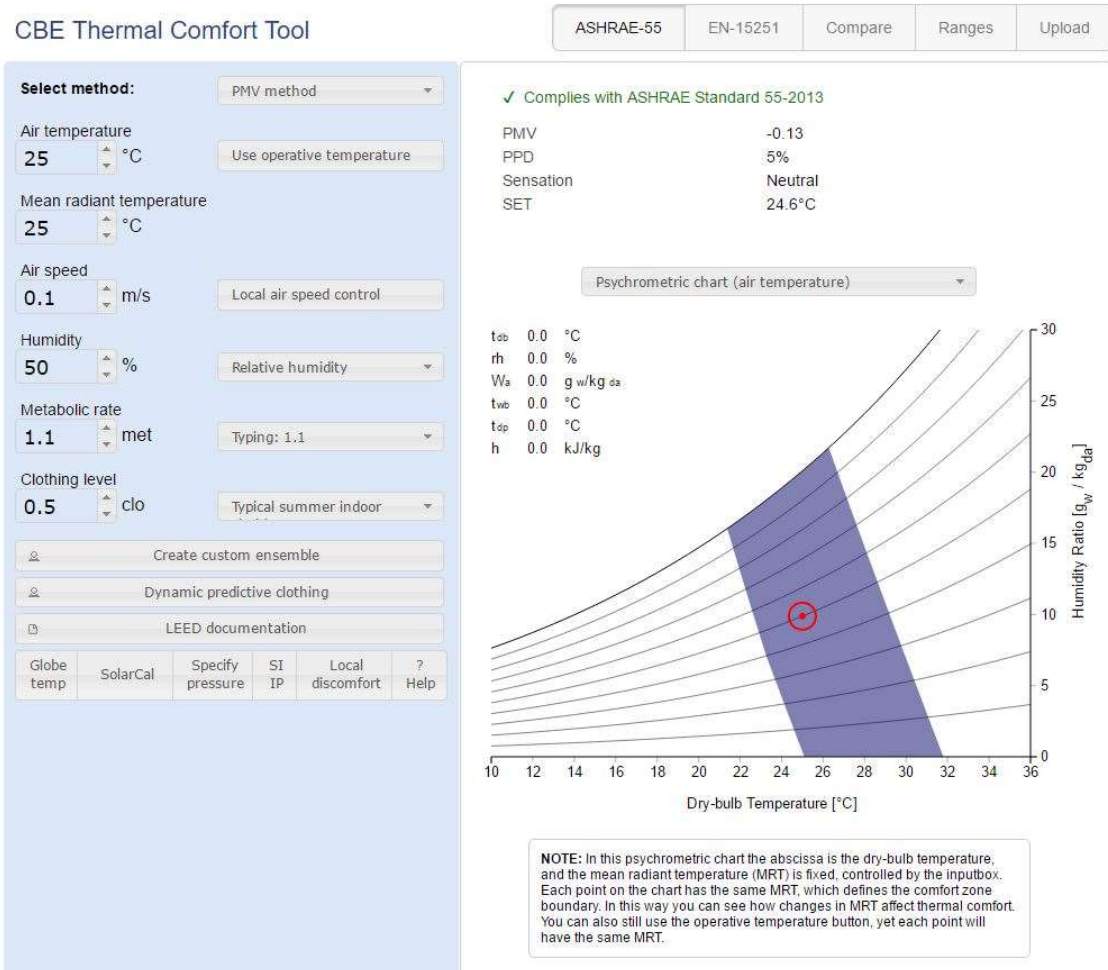


Figura 6 - Exemplo de utilização do software “CBE Thermal Comfort Tool”. [38]

## 2.6 Simulação dinâmica – Hourly Analysis Program

A simulação dinâmica é feita através de modelos computacionais que simulam as condições e o comportamento energético de um edifício. O programa de simulação dinâmica utilizado durante o estágio foi o HAP – Hourly Analysis Program e como tal serão explicados alguns factores de funcionamento do mesmo. Este programa ajuda na concepção de sistemas de AVAC e no dimensionamento dos seus componentes através de análises energéticas, cálculos de cargas, cálculo de caudais necessários, relatórios finais onde se podem observar todos os valores calculados, entre outros. Desta forma torna-se possível analisar várias opções e os seus resultados antes de se proceder a qualquer tipo de implementação. Existem vários menus de introdução de informação neste programa que serão descritos de uma forma sucinta seguidamente.

### **Condições meteorológicas**

Neste subcapítulo introduzem-se os dados de temperatura, humidade e radiação solar a que o edifício está sujeito ao longo do ano de um determinado local. Estes dados são importantes pois são usados para simular o comportamento das cargas térmicas do edifício e o desempenho dos sistemas de AVAC, anualmente. Existe também um calendário onde se define a sequência de dias e os feriados existentes. A determinação destes factores é importante uma vez que as cargas térmicas internas estão intimamente ligadas à actividade humana existente, sendo essa actividade variável conforme o dia da semana e a existência de feriados. Outra condição que evidencia esta importância é que o desempenho térmico num dia tem influência no desempenho térmico no dia ou dias seguintes, fenómeno este que é contemplado na simulação por esta ser dinâmica.

### **Condições dos espaços**

Neste programa considera-se um espaço como sendo uma região de um edifício composta por um ou mais elementos que transmitem calor e por um ou mais terminais de distribuição de ar. Geralmente um espaço representa apenas uma sala, mas é possível defini-lo como sendo um grupo de salas ou mesmo um edifício inteiro, dependendo da aplicação necessária. Todos os elementos que influenciam a transferência de calor têm de ser contabilizados de forma a definir cada espaço. Esses elementos são paredes, janelas, portas, telhados, clarabóias, pavimentos, ocupantes, iluminação, equipamento eléctrico, fontes de calor variadas, infiltração e divisórias. É também necessária a introdução de horários que definam os momentos em que existem cargas térmicas internas.

O próprio programa tem uma biblioteca com os seguintes parâmetros relacionados com os espaços: horários, paredes, telhados, janelas, portas e sombreamento. É nesta biblioteca que são introduzidos os valores de espessura, densidade, calor específico, coeficiente global de transmissão térmica, entre outros. Assim que estes parâmetros estejam preenchidos é possível, no painel de cada espaço, adicionar o número pretendido de cada componente, assim como a sua orientação no edifício [21].

## Condições dos sistemas

Um sistema de climatização é composto pelo controlo e equipamentos que fornecem aquecimento e/ou arrefecimento a uma ou várias zonas de um edifício. Essas zonas são grupos de espaços que possuem apenas um controlo termostático. Para se definir um sistema é necessário definir uma série de parâmetros que serão explicados seguidamente.

Os parâmetros gerais incluem o nome do sistema, a classificação do equipamento, o tipo de sistema e o número de zonas. Na classificação do equipamento existem várias hipóteses como por exemplo unidades de tratamento de ar a água gelada, bombas de calor, sistemas VRF (*variable refrigerant flow* – volume de refrigerante variável) ou unidades *rooftop*. O tipo de sistema varia conforme o equipamento escolhido e pode ser “single zone CAV” (*constant air volume*), “multizone CAV”, “4 pipe induction”, entre outros [33].

Nos componentes do sistema encontram-se todos os componentes possíveis de incluir no sistema escolhido. Após terem sido escolhidos todos os componentes necessários prossegue-se à colocação dos valores inerentes aos mesmos, tais como temperaturas, tipo de ventilador, eficiência do mesmo e humidade mínima e/ou máxima. Algumas opções disponíveis de seleccionamento podem ser: ventilação do ar, serpentina de pré-arrefecimento, humidificador, serpentina de arrefecimento, ventilador de insuflação, entre outros [33].

Nos componentes das zonas são seleccionados os espaços que fazem parte de cada zona, os parâmetros de temperatura, as características das unidades terminais e das unidades de aquecimento suplementares. Todos estes parâmetros podem ser escolhidos para cada zona de forma individual ou para todas as zonas em simultâneo. Nos termostatos definem-se as temperaturas para aquecimento e arrefecimento nos períodos ocupados e não ocupados. Estes valores são relevantes já que o sistema pode funcionar tanto para ventilar e condicionar o edifício (ocupado) como apenas para garantir as condições mínimas conforme necessário (desocupado) [33].

No cálculo de dimensionamento de equipamentos existe a opção “computer-generated”, na qual é o próprio programa que faz o dimensionamento, e a opção “user-defined”, que permite a introdução directa de valores pelo utilizador. É também necessária a introdução de valores de factores de segurança, bem como as diferenças de temperatura da água arrefecida e aquecida utilizada nas serpentinas de arrefecimento e aquecimento do sistema.

Neste programa existe também a opção de dimensionar centrais térmicas. Neste caso, uma central térmica é o conjunto do equipamento e do seu controlo que fornece água arrefecida às serpentinas de arrefecimento, água aquecida ou vapor às serpentinas de aquecimento, ou água arrefecida e aquecida em simultâneo, a um ou mais sistemas. É então preciso escolher o tipo de equipamento e quais os sistemas a que o mesmo está associado. Dependendo da escolha do utilizador, pode também ser necessária a introdução de outros dados relativos ao equipamento escolhido, como por exemplo a definição da distribuição hidráulica, ou a eficiência e controlo das bombas de água [33].

A partir do momento em que todos os campos estão seleccionados e preenchidos, torna-se possível fazer vários tipos de relatórios, que fornecem diferente informação conforme o pretendido. É através desta informação detalhada que, após uma análise da mesma, se seleccionam os equipamentos mais adequados a cada sistema. Torna-se assim possível a realização de vários estudos, tanto em relação a novos projectos como na investigação de problemas ou melhorias de projectos já existentes.

Existem ainda mais situações, escolhas e hipóteses possíveis de inserir neste programa. No entanto, tal como mencionado inicialmente neste capítulo, esta informação foi dada muito sucintamente, por forma a abranger a maior parte dos componentes deste programa. Desta forma, existem alguns parâmetros que não foram mencionados e/ou desenvolvidos dado a não utilização dos mesmos durante o estágio em questão.

**(Página deixada propositadamente em branco)**



## **3 Conceitos de projecto**

### **3.1 Definição e fases de projecto**

A definição legal de projecto diz que o mesmo é o conjunto de documentos escritos e desenhados que definem e caracterizam a concepção funcional, estética e construtiva de uma obra, compreendendo, designadamente, o projecto de arquitectura e os projectos de engenharia [14]. Por outras palavras, nas primeiras etapas da realização de um projecto realizam-se um conjunto de soluções e estratégias a seguir, por forma a garantir os objectivos iniciais propostos. Após serem definidas as soluções a adoptar, são realizados os cálculos necessários ao dimensionamento de todos os equipamentos e sistemas existentes. Por fim, são analisados e discutidos os resultados finais, garantindo que todos os objectivos iniciais foram atingidos e que a execução do projecto pode ser iniciada.

#### **Fases de Projecto**

Existem várias fases no que toca à elaboração de um projecto que contribuem para a organização do mesmo, garantindo que todos os objectivos são cumpridos de forma devida. Estas mesmas fases devem ser executadas conforme a portaria nº701-H/2008 [14], onde também é explicado quais as informações que cada fase deve ter.

Algumas definições iniciais relativas a esta portaria:

Dono da Obra – é o dono de uma obra pública ou entidade adjudicante ou o concessionário relativamente à obra executada com base em contracto relativamente à obra executada com base em contracto de concessão de obra pública.

Definem-se as fases de projecto da seguinte forma:

Programa preliminar – é o documento que o Dono da Obra fornece ao projectista para definição dos objectivos, características orgânicas e funcionais, condicionamentos financeiros da obra, bem como dos respectivos custos e prazos de execução a observar.

Programa base – consiste num documento elaborado pelo projectista a partir do programa preliminar, no qual se verifica a viabilidade da obra, e se realizam estudos de soluções alternativas. Após a aprovação deste documento pelo Dono da Obra, o mesmo serve de base ao desenvolvimento das fases posteriores do projecto. Os elementos a incluir nesta fase baseiam-

se em peças escritas e desenhadas, elementos informativos necessários para que o programa base seja perfeitamente esclarecido, como também uma estimativa geral do custo da obra.

Estudo prévio – após a aprovação do programa base, é efectuado um estudo prévio, com base na opção pela solução que melhor se ajuste ao programa, essencialmente no que respeita à concepção geral da obra. Os elementos requeridos nesta fase incluem o seguinte:

- “memória descritiva e justificativa;
- elementos gráficos (plantas, cortes, esquemas de princípio, etc.);
- dimensionamento aproximado e características principais dos elementos fundamentais da obra;
- definição geral dos processos de construção e da natureza dos materiais e equipamentos mais significativos;
- Estimativa do custo da obra e do seu prazo de execução.” [14]

Anteprojecto ou Projecto base – documento a elaborar pelo projectista, correspondente ao desenvolvimento do estudo prévio aprovado pelo dono da obra destinado a estabelecer em definitivo, as bases a que deve obedecer a continuação do estudo sob a forma de projecto de execução. Neste caso, os elementos requeridos são os seguintes:

- “memórias descritivas e justificativas da solução adoptada, incluindo capítulos especialmente destinados a cada um dos objectivos para o anteprojecto;
- avaliação das quantidades de trabalho a realizar por grandes itens e respectivos mapas;
- estimativa de custo actualizada;
- peças desenhadas a escalas convenientes e esquemas de principio detalhados para cada uma das instalações técnicas, garantindo a sua compatibilidade;
- identificação de locais técnicos, centrais interiores e exteriores, bem como mapa de espaços técnicos verticais e horizontais para instalação de equipamentos terminais e redes;
- elementos de estudo que serviram de base às opções tomadas, de preferência constituindo anexos ou volumes individualizados identificados nas memórias;
- programa geral dos trabalhos.” [14]

Projecto de execução – documento elaborado pelo projectista a partir do estudo prévio ou do anteprojecto aprovado pelo dono da obra, destinado a facultar todos os elementos necessários à definição rigorosa dos trabalhos a executar. Os elementos finais de entrega são os seguintes:

- “memória descritiva e justificativa, descrevendo genericamente a solução adoptada com vista à satisfação das disposições legais e regulamentares em vigor e indicação das características dos materiais, dos elementos da construção, dos sistemas, equipamentos e redes associadas às instalações técnicas;
- cálculos relativos às diferentes partes da obra apresentados de modo a definirem, pelo menos, os elementos referidos na regulamentação aplicável a cada tipo de obra e a justificarem as soluções adoptadas;
- medições e mapas de quantidade de trabalhos;
- orçamento baseado nas quantidades e qualidades de trabalho constantes das medições;
- peças desenhadas de acordo com o estabelecido para cada tipo de obra na regulamentação aplicável, devendo conter as indicações numéricas indispensáveis e a representação de todos os pormenores necessários à perfeita compreensão, implantação e execução da obra;
- condições técnicas, gerais e especiais, do caderno de encargos.” [14]

Assistência Técnica – consiste nas “prestações acessórias a realizar pelo projectista perante o dono da obra, sem prejuízo do cumprimento de outras obrigações legais ou contratuais que lhe incubam, que visam, designadamente, assegurar a correcta execução da obra, a conformidade da obra executada com o projecto e com o caderno de encargos e o cumprimento das normas legais e regulamentares aplicáveis.” [14]

## 3.2 Peças escritas

### 3.2.1 Geral

#### Lista de documentos

Nesta lista encontra-se toda a informação sobre os documentos previstos no projecto. Funciona como uma espécie de índice, em que cada separador é uma especialidade e em cada especialidade estão numerados e nomeados os documentos tanto escritos como desenhados.

#### Tabela de ar novo

Apesar de mencionada neste subcapítulo, a tabela de ar novo é uma tabela de cálculo complementar, que ajuda a definir os valores de caudal ar novo mínimo e extracção comparando a norma EN 15251:2008 e o regulamento SCE.DL118/2013. Na mesma têm de ser preenchidos nove campos: dois de arquitectura (área útil e pé direito), indicação se o espaço for climatizado, ocupação em cada espaço, tipo e valor da eficácia de ventilação segundo a norma EN 13779:2007, categoria e emissões poluentes do edifício segundo a norma EN 15251:2008 e o tipo de actividade e a situação do edifício segundo o regulamento SCE.DL118/2013. Após a introdução destes dados, o cálculo do caudal de ar novo é feito da seguinte maneira:

EN 15251:2008 – através da escolha da percentagem do número de ocupantes insatisfeitos, a norma propõe um valor de caudal de ar novo mínimo por pessoa como ilustrado na tabela 4:

*Tabela 4 – Caudal de ar novo mínimo por pessoa em função da percentagem de insatisfeitos. [5]*

Caudal de Ar Novo Mínimo por Pessoa		
Categoria	% de Insatisfeitos	l/s.ocup.
1	15	10
2	20	7
3	30	4
4	>30	<4

Através do nível de emissões poluentes do edifício, é proposto um valor de caudal de ar novo mínimo por metro quadrado como ilustrado na tabela 5:

*Tabela 5 – Caudal de ar novo mínimo por m<sup>2</sup> em função da quantidade de emissões do edifício. [5]*

Categoria	Caudal de Ar Novo Mínimo por m <sup>2</sup> (l/s.m <sup>2</sup> )		
	Emissões do Edifício		
	Very Low	Low	Non Low
1	0,5	1	2
2	0,35	0,7	1,4
3	0,3	0,4	0,8

Por fim define-se o tipo de eficácia de ventilação segundo a tabela 6:

Tabela 6 – Valores de eficácia de ventilação em função da configuração da distribuição de ar na zona e do tipo de fluxo de ar. [16]

Valores de Eficácia de Ventilação				
Configuração da distribuição de ar na zona			Tipo de Fluxo de Ar	Eficácia de Ventilação
Tipo	Insuflação	Extracção/Retorno		
1	Pelo tecto	-	-	1
2	Pelo tecto	Junto ao pavimento	-	1
3	Junto ao tecto de ar quente pelo menos 8°C acima da temperatura do local	Junto ao tecto	-	0,8
4	Junto ao tecto de ar quente pelo menos 8°C acima da temperatura do local com velocidade superior a 0,8 m/s e alcance até 1,4 m	Junto ao tecto	-	1
5	Junto ao pavimento de ar frio com velocidade de 0,8 m/s e alcance de 1,4m ou mais	Junto ao tecto	-	1
6	Junto ao pavimento de ar frio com baixa velocidade	Junto ao tecto	Ventilação tipo deslocamento, com fluxo unidireccional e estratificação térmica	1,2
7	Junto ao pavimento	Junto ao pavimento	Insuflação e extracção em lados opostos	1
8	Junto ao pavimento	Junto ao tecto	-	0,7
9	Admissão natural junto ao tecto ou junto ao pavimento	Extracção mecânica junto ao tecto ou junto ao pavimento	Insuflação e extracção em lados opostos	0,8
10	Admissão natural junto ao tecto ou junto ao pavimento	Extracção mecânica junto ao tecto ou junto ao pavimento	Insuflação e extracção no mesmo lado	0,5
11	Junto ao pavimento de ar quente	Junto ao tecto	Insuflação e extracção no mesmo lado ou em localização próxima	0,5
12	Junto ao tecto de ar frio	Junto ao pavimento	Insuflação e extracção no mesmo lado ou em localização próxima	0,5

Com estes três valores definidos, calcula-se então o caudal de ar novo da seguinte forma:

$$Q_{AN1} = \frac{(Q_{AN\ POR\ PESSOA} \cdot Ocupação + Q_{AN\ POR\ ÁREA} \cdot Área)}{Eficácia\ de\ Ventilação} \quad (1)$$

SCE.DL118/2013 – neste caso determina-se o caudal consoante a carga poluente devida à ocupação e devida ao edifício, segundo as tabelas 7 e 8:

Tabela 7 – Caudal mínimo de ar novo em função da carga poluente devida à ocupação. [16]

Caudal mínimo de ar novo em função da carga poluente devida à ocupação (m <sup>3</sup> /hora/pessoa)				
Tipo de Actividade		Taxa de metabolismo dos ocupantes - M (met)	Exemplos de tipos de espaços	Caudal de ar novo (m <sup>3</sup> /hora/pessoa)
1	Sono	0,8	Quartos, dormitórios e similares.	16
2	Descanso	1	Salas de repouso, salas de espera, salas de conferência, auditórios e bibliotecas.	20
3	Sedentário Baixo	1,2	Escritórios, gabinetes, secretarias, salas de aula, cinemas, salas de espetáculo, salas de refeições, lojas, museus, galerias, salas de convívio.	24
4	Sedentário Alto		Salas de jardim de infância, e pré-escolar e salas de creches.	28
5	Moderado	1,4 a 2,0	Laboratórios, ateliers, salas de desenho, salas de trabalhos oficinais, cafés, bares e salas de jogos.	35
6	Ligeiramente Alta	2,0 a 3,0	Pistas de dança e salas de ballet.	49
7	Alta	3,0 a 9,0	Ginásio, salas de musculação, pavilhões desportivos.	98

Tabela 8 – Caudal mínimo de ar novo em função da carga poluente devida ao edifício. [16]

Caudal mínimo de ar novo em função da carga poluente devida ao edifício (m <sup>3</sup> /hora/m <sup>2</sup> )			
Tipo	Situação do edifício	Exemplos de tipos de espaços	Caudal de ar novo (m <sup>3</sup> /hora/m <sup>2</sup> )
1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	-	2
2	Sem actividade de emissão de poluentes específicos	-	3
3	Com actividade de emissão de poluentes específicos	Lavandarias, perfumarias, farmácias, salões de beleza, lojas de animais, salas de artes, laboratórios e estabelecimentos comerciais de mobiliário e de madeiras.	5
4	Piscinas	A área de referência para este caso é a área do plano de água	20

Com estes dois valores, torna-se então possível calcular o caudal para cada uma das opções:

$$Q_{AN2} = Q_{AN\ OCUPAÇÃO} \cdot OCUPAÇÃO \quad (2)$$

$$Q_{AN3} = Q_{AN\ EDIFÍCIO} \cdot \text{ÁREA} \quad (3)$$

O valor mais elevado entre os dois será então o valor de caudal de ar novo mínimo, segundo esta norma.

Finalizando a tabela, basta comparar os três resultados  $Q_{AN1}$ ,  $Q_{AN2}$  e  $Q_{AN3}$  e o que for maior será o caudal mínimo de ar novo adoptado.

O valor mínimo da extracção é baseado em informações previamente requeridas de um projecto existente, ou através das especificações técnicas para instalações de AVAC – ET 06/2008 da ACSS, quando se tratam de edifícios de saúde, cujos valores se encontram nas seguintes tabelas 9 e 10.

Tabela 9 – Valores mínimos de extracção para compartimento indiferenciados segundo a ACSS. [17]

Compartimentos indiferenciados	
Armazém de produtos químicos	10 Ren/h
Despejos	10 Ren/h
Armazém de produtos sujos e lixos	10 Ren/h
Arquivos	2 Ren/h
Armazém de produtos limpos	2 Ren/h
Instalações sanitárias	10 Ren/h
Armazém de peças (Anatomia patológica)	10 Ren/h
Parqueamentos	300 m <sup>3</sup> /h.veículo

Tabela 10 – Valores mínimos de extracção para zonas técnicas segundo a ACSS. [17]

Zonas técnicas	
Oficinas	6 a 8 Ren/h
Lavandaria	15 Ren/h
Cozinhas <sup>1</sup>	12 Ren/h
Copas	10 Ren/h
Vestiários	10 m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup>
Posto de transformação <sup>2</sup>	5 Ren/h
Casas de máquinas de elevadores <sup>2</sup>	12 Ren/h
Central de emergência <sup>2</sup>	15 Ren/h
Centrais técnicas e similares	6 a 8 Ren/h

<sup>1</sup> Ventilação das zonas de confeção por "hottes" compensadas, ou outros sistemas de exaustão/ventilação eficientes.

<sup>2</sup> Em função do regime de funcionamento.

A norma ISO 14644 aplica-se a casos mais específicos, como sendo a área farmacêutica. Como já mencionado no capítulo da legislação, as salas são classificadas conforme a concentração de partículas no ar. Tendo em conta essa classificação, existem valores mínimos de temperatura, humidade, diferença de pressão e recirculações de ar por hora, que devem ser cumpridos de forma a garantir a classificação da sala. Estes valores mínimos são geralmente pré-definidos por cada dono de obra que, após a instalação, realizam testes por forma a verificar se com esses valores a classificação da sala se mantém. Relativamente ao assunto em questão neste subcapítulo, na ACet são utilizados os valores requeridos pelas próprias empresas, ou definem-se 20 recirculações por hora para classificação ISO 8 e 5 renovações por hora para qualquer classe abaixo de ISO 8 (durante o estágio não se realizaram projectos para salas com classe superior a ISO 8).

### **Lista de salas**

A lista de salas é um documento que, na sua forma mais simples, tem 3 separadores. O primeiro inclui dados sobre a arquitectura dos espaços (área, pé direito, volume e alguma nota específica necessária). Todos os espaços têm de estar numerados e designados de forma a que sejam perceptíveis a sua localização e o seu propósito. Desta forma, quando o cliente dá a oportunidade ao projectista de colocar a numeração, esta é feita contendo o número do piso e o número do espaço, por exemplo o espaço 2\_17 será o espaço 17 do piso 2. A numeração também é feita normalmente da esquerda para a direita e de cima para baixo ao longo da planta. Os restantes separadores são os “Dados para AVAC” e os “Cálculos de AVAC” que serão explicados seguidamente.

### Dados para AVAC

No segundo separador deste documento encontram-se dados pretendidos relativos à climatização de cada espaço, como sejam a temperatura, a humidade, a pressão, percentagem de ar novo, renovações por hora, extracções localizadas, e também a carga térmica libertada pelos equipamentos existentes em cada espaço. Como já mencionado, todos estes dados se relacionam com a classificação de cada sala, sendo assim determinados.

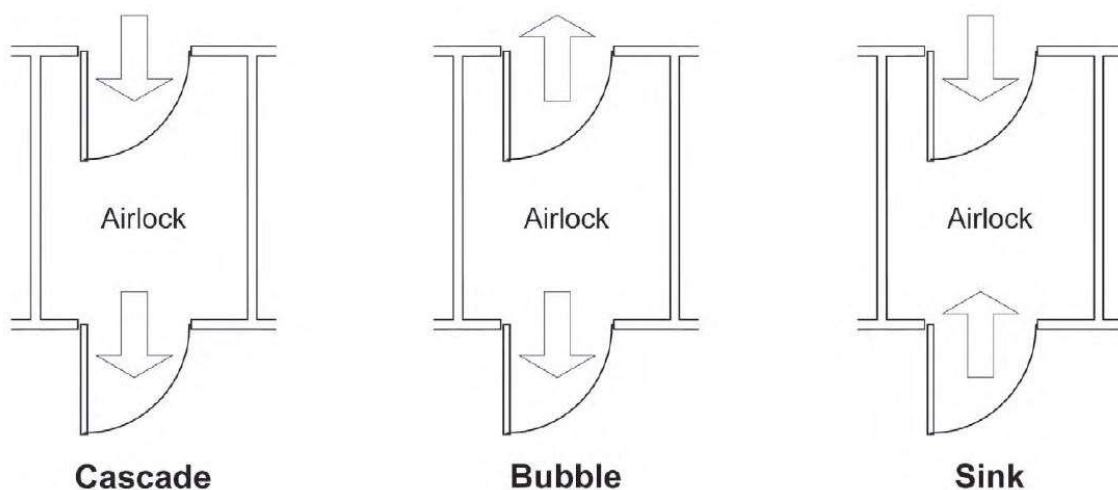
Relativamente à pressão em cada espaço e os diferenciais de pressão entre espaços, a regra base é fazer com que as infiltrações de ar se direccionem no sentido mais favorável ao funcionamento do edifício. Por exemplo, a razão para se impor uma pressão inferior em sanitários ou cozinhas, relativamente às suas salas adjacentes, é a de fazer com que o ar circule por diferença de pressão



(da pressão maior para a menor), sendo direccionado e extraído nessas mesmas divisões. Desta forma evita-se a propagação de maus cheiros para as zonas principais. Nos casos mais específicos, como em áreas farmacêuticas, estas diferenças de pressão são muito importantes pois minimizam o risco de contaminação entre salas. De forma a prevenir fluxos cruzados e contaminação entre pessoas/produto, existem uma série de antecâmaras antes e após das salas de produção.

No que toca à pressão, estas antecâmaras podem ter três configurações tal como se pode observar na figura 7. A configuração do tipo cascata (situação à esquerda na figura 7) deve ser usada em duas situações:

- cascata para fora da sala – quando existem requisitos de limpeza na sala, mas baixo risco de contaminação (por exemplo quando na sala ocorrem processos assépticos)
- cascata para dentro da sala – quando existe alto risco de contaminação, mas sem requisitos de limpeza na sala (por exemplo quando na sala se encontram produtos perigosos).



*Figura 7 - Configurações das antecâmaras. [26]*

No caso da configuração do tipo bolha (situação do meio na figura 7), a antecâmara encontra-se pressurizada, o que faz com que não exista troca de ar entre as salas adjacentes (funcionando como uma barreira de pressão), prevenindo a contaminação.

A última configuração (representada à direita na figura 7) é do tipo fosso e, ao contrário da anterior, esta antecâmara encontra-se despressurizada. Desta forma, toda a eventual contaminação é contida nesta antecâmara.

Em casos mais específicos em que o risco de contaminação é elevado e existem requisitos de limpeza da sala, é necessária a utilização de mais que uma antecâmara. Ou seja, conforme a utilização dada à sala, a sua classificação e requisitos, varia o número de antecâmaras necessárias para um bom funcionamento.

### Cálculos de AVAC

Os cálculos de AVAC estão inseridos no terceiro separador, no qual todos os espaços estão divididos por cada sistema existente. É aqui que se realizam os cálculos de balanço de caudais que determinam o valor de caudal de ar insuflado, de ar novo, de extracção e de extracção localizada. Estes caudais encontram-se definidos na norma EN 13779:2007 como representado na figura 8 e na tabela 11, que devem ser observadas em simultâneo.

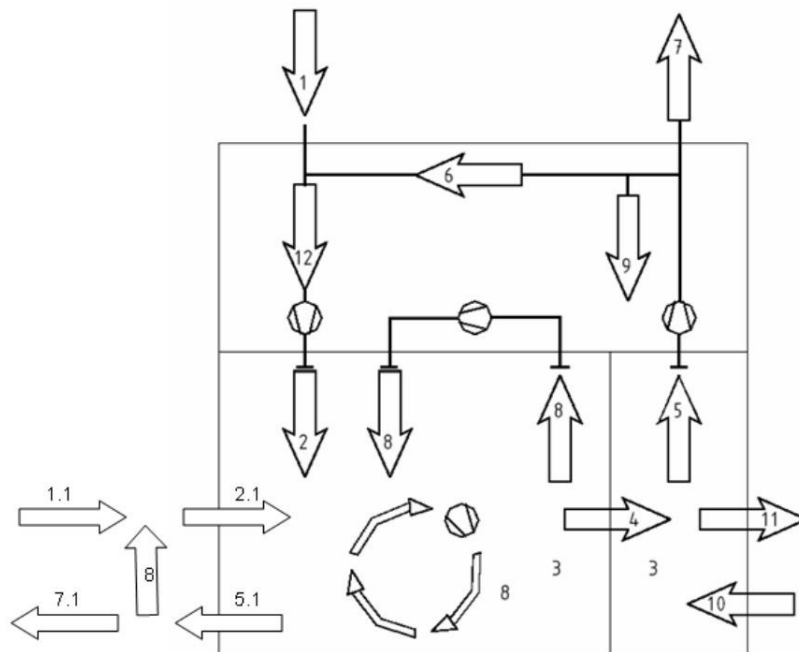


Figura 8 – Esquema representativo dos vários tipos de ar segundo a norma EN 13779:2007. [15]

Tabela 11 – Tipos de ar, abreviaturas e as suas definições. [15]

No. (in Figure 1)	Type of air	Abbreviation	Colour	Definition
1	Outdoor air	ODA	Green	Air entering the system or opening from outdoors before any air treatment
2	Supply air	SUP	Blue	Airflow entering the treated room, or air entering the system after any treatment
3	Indoor air	IDA	Grey	Air in the treated room or zone
4	Transferred air	TRA	Grey	Indoor air which passes from the treated room to another treated room
5	Extract air	ETA	Yellow	The airflow leaving the treated room
6	Recirculation air	RCA	Orange	Extract air that is returned to the air treatment system and reused as supply air
7	Exhaust air	EHA	Brown	Airflow discharged to the atmosphere.
8	Secondary air	SEC	Orange	Airflow taken from a room and returned to the same room after any treatment
9	Leakage	LEA	Grey	Unintended airflow through leakage paths in the system
10	Infiltration	INF	Green	Leakage of air into building through leakage paths in elements of structure separating it from the outdoor air
11	Exfiltration	EXF	Grey	Leakage of air out of building through leakage paths in elements of structure separating it from the outdoor air
12	Mixed air	MIA	Streams with separate colours	Air which contains two or more streams of air
1.1	Single room outdoor air	SRO	Green	Air entering the single room air handling unit or opening from outdoors before any air treatment
2.1	Single room supply air	SRS	Blue	Airflow entering the treated room

Os primeiros valores a serem introduzidos são os de caudal de ar mínimo calculados na tabela de ar novo mencionada no início deste mesmo subcapítulo. Estes mesmos valores são introduzidos no software HAP, que irá fazer os cálculos consoante as cargas existentes em cada

espaço, e que terão de ser introduzidos também neste separador. É efectuado um arredondamento em excesso em relação aos valores do cálculo e serão esses os valores de caudal de ar tratado adoptados, ou seja, o SUP – Supply Air.

O valor de ODA – Outdoor Air, é baseado na percentagem de ar novo existente no caudal adoptado (SUP), percentagem essa já inserida nos “dados para AVAC”. O restante será o caudal de retorno RCA – Recirculation Air. Ou seja, num sistema a 100% de ar novo significa que o caudal SUP será igual ao caudal ODA. Por outro lado, se o sistema tiver apenas 15% de ar novo, o caudal SUP será constituído por 15% de ODA e 85% de RCA.

Devido às diferenças de pressão entre salas, existem sempre fugas de ar através das portas ou janelas existentes. Estas fugas são contabilizadas como TRA – Transferred Air, in ou out conforme o sentido da fuga seja para o interior ou exterior da sala. O cálculo destes caudais é feito segundo a seguinte equação [27]:

$$Q = A\alpha\sqrt{2\Delta P v} \quad (4)$$

Em que:

- $Q$  – Caudal em  $m^3/s$ ;
- $A$  – Área de passagem da abertura ou orifício em  $m^2$ ;
- $\alpha$  – Coeficiente de descarga (0,85 para o caso de portas), adimensional;
- $\Delta P$  – Diferencial de pressão em Pa;
- $v$  – Volume específico do ar nas condições da sala em  $m^3/kg$  (aproximadamente 0,85 para 25°C).

O caudal de extracção total duma sala tem a designação de ETA – Extract Air, e é a soma do caudal de retorno RCA e o caudal de exaustão EHA – Exhaust Air, onde este último é todo lançado para a atmosfera. Como usualmente o caudal EHA é separado do caudal RCA à saída das salas por ventiladores diferentes, a coluna representativa na lista de salas ETA é na verdade o caudal que pode ser retornado ou utilizado como recuperação de calor na unidade de tratamento de ar. Ou seja, o seguinte balanço tem de ser feito para que haja equilíbrio:

$$\begin{aligned} ODA + TRA_{IN} &= ETA + TRA_{OUT} + EHA \\ (=) \quad ETA &= ODA + TRA_{IN} - TRA_{OUT} - EHA \end{aligned} \quad (5)$$

O valor de ETA tem de ser positivo ou nulo (extracção existente ou inexistente, respectivamente). Existe a hipótese deste valor ser negativo, o que significa que existe mais caudal a sair da sala do que aquele que entra. Torna-se então necessário aumentar a insuflação.

Existem mais separadores na lista de salas conforme o número de utilidades (fluidos industriais e parâmetros eléctricos) existentes em cada projecto. As utilidades mais comuns são a água arrefecida, água fria/quente doméstica, água de arrefecimento de processo, esgotos industriais, esgotos domésticos, ar comprimido, ar comprimido limpo, ar respirável, azoto, hidrogénio, entre outros.

Cada separador de cada utilidade refere as salas onde a mesma deve existir, assim como o número de pontos de uso, a pressão requerida, o caudal e um factor de simultaneidade.

Finalmente existe também um separador relativo à electricidade, com informação sobre os equipamentos, tomadas, controlo de acesso, entre outros, a prever em cada espaço.

### **3.2.2 Especialidades**

Das diversas especialidades desenvolvidas na ACet, as que tiveram maior relevo no estágio foram as de AVC (aquecimento, ventilação e climatização), EAM (Electricidade associada às instalações mecânicas), IAS (Instalação de águas sanitárias), DML (demolições e desmontagens) e IFI (instalação de fluidos industriais). Cada especialização tem os seus respectivos documentos, que serão descritos seguidamente.

#### **Memória descritiva**

Como já mencionado no capítulo 3.1, dependendo da fase de projecto, a memória descritiva e justificativa tem de ter informação diferenciada.

#### **Fichas técnicas**

Como o próprio nome indica, este documento inclui fichas técnicas de todos os equipamentos referentes a cada especialidade. Em cada ficha técnica encontram-se informações detalhadas sobre o equipamento em questão, de forma a que não exista qualquer dúvida em relação ao mesmo. Alguns tópicos essenciais que devem ser incluídos nestas fichas são o nome do equipamento, a quantidade, marcas e modelos de referência, normas que possam ser aplicadas,

características de funcionamento, características construtivas e de montagem, características dimensionais e algumas notas adicionais.

### **Mapa de quantidades**

Neste documento são incluídos todos os equipamentos mencionados nas fichas técnicas (mencionando o número da mesma), com a sua numeração específica e quantidade referente, bem como os materiais necessário para trabalhos complementares. É também incluído um separador para trabalhos complementares como ensaios, instrução do pessoal, desmontagens e desmantelamentos, etc.

### **Estimativa orçamental**

Este documento é semelhante ao do mapa de quantidades, visto que tem exactamente a mesma informação, mas são acrescentadas mais colunas no mesmo para que sejam inseridos os valores de custo de cada item e as horas de mão de obra estimadas para a sua execução, se aplicável. Após a colocação destes valores é efectuado o cálculo do custo, indicando o preço total de cada equipamento, assim como a soma de todos eles, que indicará o valor final estimado do projecto.

## **3.3 Peças desenhadas**

Tal como nas peças escritas, as desenhadas são divididas por especialidades. Existem peças desenhadas que fazem parte de algumas especialidades e não de outras. Desta forma serão referidos quais os documentos que fazem parte de cada especialidade que teve mais relevo, como mencionado acima.

### **Bases**

As bases são desenhos das plantas do edifício em projecto. Estas plantas contêm apenas informação geral sobre os espaços como o nome, a área e o pé direito, por forma a não sobrecarregar as mesmas, já que estas são utilizadas em todos os outros desenhos de especialidades como referência externa.

### **AVC (Aquecimento, Ventilação e Climatização)**

A especialização de AVC foi, sem dúvida, a mais relevante em todo o estágio. As peças desenhadas realizadas neste caso são: zonamento, classificação, pressões e fluxos de ar, diagramas hidráulicos, representação de equipamento e condutas e diagramas P&ID.

Nos desenhos de zonamento de sistemas de climatização, os vários espaços são sombreados dependendo do sistema em que estão inseridos, ou seja, se existirem dois sistemas diferentes, vão existir espaços com uma cor referente ao sistema 1 (por exemplo verde) e outros espaços com outra cor, referente ao sistema 2 (por exemplo vermelho).

Como o próprio nome indica, nas peças desenhadas de classificação, pressões e fluxos de ar, estão indicadas estas mesmas informações em cada espaço, assim como a direcção e valor dos fluxos de ar previstos entre salas.

Nos diagramas hidráulicos representam-se as tubagens de água referentes aos equipamentos de AVAC, ou seja, às unidades de tratamento de ar, chillers ou ventiloconvectores, assim como os próprios equipamentos, válvulas e afins.

São realizados também os desenhos de instalação de componentes de AVAC onde, por cima das bases, se encontram todas as condutas e equipamentos previstos, juntamente com as suas dimensões, medições, sentidos e direcções.

Os diagramas P&ID (piping and instrumentation diagram), são diagramas representativos das interligações entre as condutas e as salas, assim como do equipamento instalado e da instrumentação de controlo e monitorização utilizada. Estes diagramas têm elevada preponderância num projecto, pois mostram de forma simples e com símbolos específicos segundo a norma ANSI/ISA-5.1-2009, o princípio de funcionamento de qualquer sistema.

Apesar da área de controlo e instrumentação não ter sido muito aprofundada durante o estágio, foram adquiridos alguns conceitos e noções base. Assim, foi possível verificar que para que exista um controlo das variáveis existentes que influenciam um sistema de AVAC, é necessária a implementação de instrumentação associada a cada uma dessas variáveis. Daí existirem sensores e transdutores de temperatura, humidade e pressão que podem indicar os valores lidos localmente, ou enviam a informação medida para um controlador, que é um equipamento que comanda e monitoriza máquinas ou processos de climatização. Neste caso, regista os valores medidos pela instrumentação e, conforme a programação desenvolvida, controla o sistema.

## **EAM**

Esta especialização é relativa à electricidade associada aos componentes mecânicos previstos no projecto. Relativamente a peças desenhadas, existem desenhos de localização e alimentação dos quadros eléctricos aos componentes mecânicos (desenhos não realizados durante o estágio,

pois é da competência dos engenheiros electrotécnicos da ACet), desenhos do caminho dos cabos e desenhos de localização dos próprios componentes como por exemplo de LCD's, botoneiras e semáforos de entrada e saída de salas.

## **DML**

Nesta especialização são feitas várias peças desenhadas que incluem elementos amarelos e vermelhos, para cada especialização. Isto deve-se ao facto de que as demolições e desmantelamentos são sublinhados a amarelo, enquanto os equipamentos e elementos novos são sublinhados a vermelho. Por vezes também são sublinhados a verde os elementos existentes e a manter.

## **IFI**

Tal como em AVC, os diagramas P&ID neste caso representam tudo o que acima foi descrito só que com tubagens no lugar das condutas. Existe também um documento onde é representada a implantação das tubagens de forma unifilar (visto que geralmente os diâmetros da tubagem são pequenos), juntamente com os equipamentos associados.



## 4 Dimensionamento de equipamentos

Existem certos valores e informações que o projectista necessita de saber, por forma a seleccionar qualquer equipamento, apesar de muitas das vezes esses valores serem dados directamente aos fabricantes que, com o software indicado e o melhor conhecimento dos seus produtos, seleccionam a opção mais indicada numa vasta gama de equipamentos.

### 4.1 Unidades de tratamento de ar

As unidades de tratamento de ar (UTA) são equipamentos que fazem o condicionamento e a circulação do ar que será posteriormente fornecido aos edifícios através de condutas. Para tal, podem ser constituídas por ventilador/es, elementos de aquecimento e arrefecimento, filtros, humidificadores, módulos de mistura, módulos de recuperação de calor, sistema de controlo e isoladores de vibrações. Tendo em conta os vários elementos constituintes de uma unidade, na selecção da mesma são necessários os seguintes parâmetros:

- Localização da UTA e a sua configuração (em linha, duplo deck, etc.);
- Características gerais calculadas como o caudal de insuflação, de retorno e de ar novo;
- Valores de pressão estática disponível a prever;
- Valores relativos à bateria de arrefecimento, como a potência total e sensível, condições do ar à entrada e saída da mesma, e o tipo de bateria (a água ou fluido frigorigéneo);
- Valores relativos à bateria de aquecimento, como a potência de aquecimento, condições do ar à entrada e saída da mesma, e o tipo de bateria (a água, fluido frigorigéneo ou resistência eléctrica);
- Na necessidade de existir humidificador, apresentar valores de pressão de vapor e de capacidade de humificação;
- Tipo e quantidade de filtros, tendo em conta as normas EN 779 e EN 1822, que referem a classificação dos filtros e a sua capacidade de filtração;
- Se necessário ou exigido pelo regulamento N°1253/2014, mencionar o tipo de recuperação existente (roda térmica, fluxos cruzados, run-around-coil, etc.);
- Características como a estanquidade, resistência do painel, fuga nos filtros, transmissão térmica e factor de pontes térmicas, segundo as normas NP EN 1886 e EN 13053.

## **4.2 Unidade produtora de água arrefecida/aquecida**

Uma unidade produtora de água arrefecida é normalmente denominada por chiller, e também pode produzir água quente e fria simultaneamente. A unidade produtora de água aquecida é também conhecida por bomba de calor. Ambas as unidades transferem calor de um fluido para outro, através de um fluido frigorigéneo intermédio. Para o seu dimensionamento, os seguintes elementos têm de ser conhecidos:

- Localização das unidades (exterior ou interior);
- Temperatura da água à entrada e saída da unidade;
- Caudal de água necessário;
- Qual o tipo de produção de água necessário (água fria e quente em simultâneo, água fria e quente de forma intercalada, apenas água fria ou apenas água quente);
- Arrefecimento da água através de ar ou água;
- Potência de arrefecimento total e/ou potência de aquecimento total;
- Em conformidade com a certificação EUROVENT (classe de eficiência mínima B), ou outra aplicável;
- Níveis de ruído admissíveis.

## **4.3 Conjuntos de climatização - Splits**

Os sistemas splits são constituídos no mínimo por dois módulos, um condensador e um evaporador. Assim como os chillers, os splits funcionam transferindo de calor através de um fluido frigorigéneo. Neste caso, essa transferência de calor é feita através do ar a passar pelas serpentinas dos módulos. Nestes sistemas são necessários os seguintes dados para a sua selecção:

- Potência de arrefecimento e /ou de aquecimento;
- Tipo de sistema (multi-split ou individual);
- Tipo de unidade (cassete, mural, tecto, condutas, etc.);
- Em conformidade com a certificação EUROVENT (ou outra aplicável) e com a norma EN 14511-4.

## 4.4 Ventiloinvectores

Os ventiloinvectores são equipamentos semelhantes aos evaporadores dos splits, só que em vez de fluido frigorígeno, utilizam água como fluido de trabalho. Para o seu dimensionamento os seguintes elementos são essenciais:

- Capacidade de arrefecimento sensível;
- Condições à entrada e saída do ventiloinvector;
- Caudal de água;
- Tipo de ventiloinvector (cassete, mural, tecto, condutas, etc.);
- Nível de ruído;
- Em conformidade com a certificação EUROVENT (ou outra aplicável) e com as normas NP EN 1886, EN 13053 e EN 1397.

## 4.5 Ventiladores

Os ventiladores provocam a movimentação do ar e, na área de AVAC, são utilizados tanto para insuflar como para extrair ar dos recintos. No seu dimensionamento os parâmetros necessários são:

- Caudal de ar;
- Pressão estática disponível a prever;
- Tipo de ventilador (axial, centrífugo, em linha, de cobertura, etc.);
- Características como a estanquidade, resistência do painel, fuga nos filtros, transmissão térmica e factor de pontes térmicas, segundo as normas NP EN 1886 e EN 13053;
- Existência ou não de variador de frequência.

Na selecção de um ventilador é também necessário ter em conta a sua curva característica e a zona em que é recomendável o seu uso. Fora desta zona o rendimento é baixo, o ruído elevado e existe o perigo de bombeamento do ar.

## **4.6 Permutadores de calor**

Os permutadores de calor são equipamentos térmicos que promovem a transferência de calor entre dois fluidos. Para a sua selecção são requeridos os seguintes dados:

- Potência ou temperaturas dos fluidos no primário e no secundário;
- Tipo de permutador (placas ou tubular);
- Tipo de escoamento (equicorrente, contracorrente ou correntes cruzadas)
- Caudal do fluido no primário e no secundário.

## **4.7 Baterias de arrefecimento/aquecimento terminais**

As baterias de arrefecimento ou aquecimento terminais são permutadores de calor que, ao serem instalados em zonas terminais, reaquecem ou arrefecem o ar. Os seguintes elementos são necessários para a selecção de baterias de arrefecimento e aquecimento terminais:

- Tipo de bateria (eléctrica, a água, a ar);
- Caudal de ar a passar pela bateria;
- Condições de temperatura e humidade específica à entrada e saída da bateria;
- Potência de arrefecimento/aquecimento (sensível e total);
- Temperaturas da água ou ar;
- Caudal de ar ou água a passar pelas serpentinas;
- Potência eléctrica (no caso da bateria eléctrica);
- Em conformidade com a certificação EUROVENT (ou outra aplicável) e com as normas NP EN 1886 e EN 13053.

## 4.8 Caixas de filtração BiBo

As caixas de filtração bag in bag out são obrigatórias quando o operador ou o ambiente não podem estar em contacto com compostos químicos contaminantes que se encontrem nos filtros ou na caixa. Desta forma torna-se possível a mudança dos filtros sem riscos de contaminação [36]. Para se proceder ao seu seleccionamento é necessário saber a seguinte informação:

- Caudal de ar;
- Tipo de filtros;
- Perdas de pressão toleráveis;
- Em conformidade com as normas EN 779 e EN 1822.

## 4.9 Depósitos de inércia

Os depósitos de inércia servem para aumentar a inércia térmica da instalação, acumulando temporariamente o excesso de energia dos sistemas de aquecimento que não é necessária num determinado momento e que será reenviada aos mesmos conforme necessário, dando assim estabilidade ao funcionamento do chiller. Estes depósitos seleccionam-se apenas pelo seu volume [25]. Para o cálculo do seu volume são necessários os seguintes dados:

$$V_{deposito} = \frac{Q_{Pmin} - Q_{Smin}}{\frac{60}{t}} \quad (6)$$

$$Q_{Pmin} = \frac{P_{chiller} \times 0,86}{\Delta T} \quad (7)$$

$$Q_{Smin} = 0,1 \times Q_{Smax} \quad (8)$$

- $V_{deposito}$  – Volume do depósito de inércia ( $m^3$ );
- $Q_{Pmin}$  – Caudal mínimo do circuito primário ( $m^3/h$ );
- $Q_{Smin}$  – Caudal mínimo do circuito secundário ( $m^3/h$ ) (calculado ou estimado);
- $Q_{Smáx}$  – Caudal máximo do circuito secundário ( $m^3/h$ );
- $t$  – Tempo mínimo de funcionamento do chiller em minutos;
- $P_{chill}$  – Potência do chiller (kW);
- $\Delta T$  – Diferencial de temperatura entre a entrada e saída do chiller ( $^{\circ}C$ ).

O caudal máximo do circuito secundário tem ainda de ser calculado e será a soma dos caudais necessários de cada unidade existente. Relativamente ao tempo, este trata-se do tempo mínimo de funcionamento dos compressores e deverá ser entre os 5 a 10 minutos.

#### 4.10 Vasos de expansão

Um vaso de expansão serve para compensar o aumento do volume da água provocado pela subida da temperatura. Para se seleccionar este equipamento é necessário saber o seu volume e a pressão de trabalho [32]. No cálculo do seu volume utiliza-se a seguinte equação:

$$V_n = \frac{e V_a}{1 - \frac{Pa}{Pe}} \quad (9)$$

$$Pa = 1,3 + \frac{d}{10} \quad (10)$$

- $V_n$  – Volume do vaso de expansão (L);
- $e$  – Coeficiente de expansão térmica da água (depende da temperatura);
- $V_a$  – Volume de água na instalação (L);
- $Pa$  – Pressão absoluta inicial (bar);
- $Pe$  – Pressão absoluta final (bar);
- $d$  – Desnível entre o vaso de expansão e o nível mais alto da tubagem na instalação (m).

O valor do coeficiente de expansão é calculado para a temperatura mais alta que a água pode atingir no interior da rede hidráulica.

#### 4.11 Fluxo unidireccional de ar

Chama-se fluxo unidireccional de ar quando o ar flui numa direcção constante e uniforme num espaço ou região. Existem equipamentos que produzem este tipo de fluxo, em que a passagem do ar é feita através de filtros HEPA e ULPA (já mencionados no capítulo 2.1) instalados normalmente no tecto, as linhas de fluxo são geralmente paralelas e parte do ar é retornado ao equipamento através de grelhas instaladas na base das paredes laterais [39]. Para a selecção deste tipo de equipamentos são apenas necessários o valor de caudal total de ar e a quantidade e tipo de filtros requeridos.

## 4.12 Difusores e grelhas

Os difusores e grelhas são componentes mecânicos próprios para controlar as características do ar à entrada e saída de um espaço. De uma forma geral, designam-se por difusores os componentes utilizados para fazer a difusão do ar, e por grelhas os equipamentos que fazem a extracção/retorno do ar. É com estes dispositivos que se torna possível distribuir o ar de forma uniforme e providenciar as condições e o conforto térmico necessários [18]. Para serem seleccionados, é necessário saber qual o melhor local para a sua instalação, já que a mesma irá influenciar o escoamento do ar no espaço, e terá que ser adequado a cada situação. Um exemplo da importância da localização destes componentes pode ser observado na figura 9. Em ambos os casos representados na figura, existe insuflação a nível baixo (à esquerda) e extracção a nível alto (direita). A diferença entre ambos é que, no caso a) a pessoa se encontra próxima da zona de extracção, enquanto que no caso b) a pessoa mais o computador se encontram numa zona de estagnação [23]. As pessoas e equipamentos que libertam calor ou odores, são considerados elementos contaminantes e, como tal, o objectivo é extrair esses contaminantes. Se os mesmos se encontrarem em zonas de estagnação, essa extracção não será eficiente. Desta forma, é necessário realizar uma análise ao tipo de actividade realizada num espaço, para que não aconteçam situações como as demonstradas no caso b).

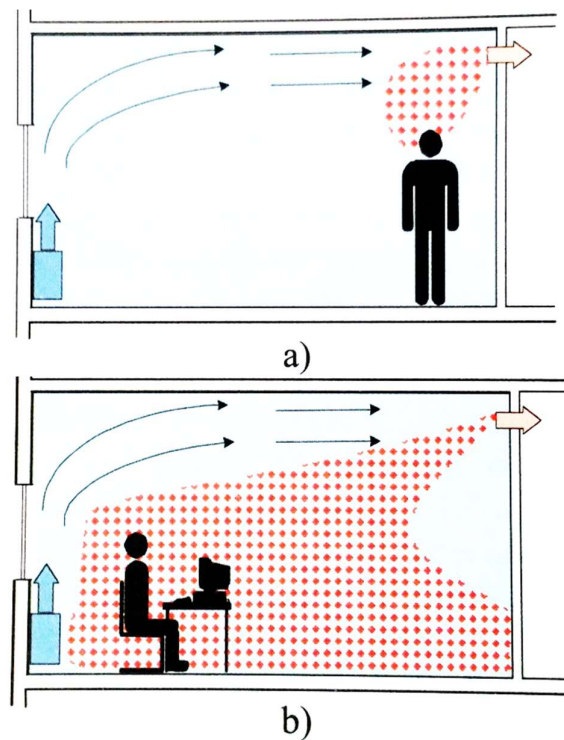


Figura 9 – Estratificação do ar consoante o tipo de método utilizado. [23]

Para que um sistema de difusão/extracção seja bem dimensionado, é necessário ter em conta as seguintes variáveis:

- Diferença entre a temperatura da sala e a temperatura do ar de insuflação;
- Tipo de difusor (rotacional, radial, linear, jacto livre, etc.);
- Tipo de grelha (laminas móveis ou fixas);
- Cargas térmicas existentes;
- Distância entre os difusores e o perímetro das paredes;
- Direcção do fluxo de ar;
- Pé direito da sala;

Relativamente ao seleccionamento dos difusores e grelhas, os elementos relevantes para a sua escolha são os seguintes:

- Pressão sonora do ar no difusor ou grelha (geralmente abaixo dos 30dbA);
- Velocidade do ar à entrada ou saída do componente;
- Alcance do fluxo;
- A perda de carga que o equipamento oferece (geralmente inferior a 15 Pa);
- Caudal de ar à entrada ou saída do equipamento;

#### **4.13 Conduitas**

Um projecto de uma rede de condutas, seja ela comercial, industrial ou residencial, deve ter em consideração a avaliação do espaço, a difusão do ar no espaço, a pressão sonora, o sistema de distribuição do ar (condutas e equipamentos), as perdas e ganhos de calor por parte das condutas, a facilidade do balanceamento, controlo de fumos e fogo, investimento inicial e custo do sistema operacional, e as perdas de pressão estática.

As perdas de carga num sistema de condutas são derivadas à transformação irreversível de energia mecânica em calor. Esta transformação pode ocorrer de duas formas: perdas por atrito ou perdas dinâmicas. As perdas por atrito, como o próprio nome indica, são devido ao atrito existente entre o fluido e a conduta [18]. Estas perdas podem ser calculadas através da equação de Darcy-Weisbach:



$$\Delta p_f = f \frac{v^2 L}{2g D_h} \quad (11)$$

$$(D_h = 4 A / Pm) \quad (12)$$

- $\Delta p_f$  – Perda de carga por atrito (Pa);
- $f$  – Factor de atrito (adimensional);
- $L$  – Comprimento da conduta (m);
- $D_h$  - Diâmetro hidráulico (mm);
- $v$  – Velocidade (m/s);
- $g$  – Aceleração da gravidade (9,81 m/s<sup>2</sup>);
- $A$  – Área da conduta (mm<sup>2</sup>);
- $Pm$  – Perímetro da secção transversal (mm).

As perdas dinâmicas resultam do distúrbio que os equipamentos e junções nas condutas provocam ao fluido devido à sua mudança de direcção. Neste caso poderão ser utilizados valores estimados para cada componente segundo a tabela 12.

Tabela 12 - Perda de carga de alguns componentes utilizados num sistema de condutas. [15]

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 <sup>a</sup>	100	150	250
Heat recovery unit H2-H1 a <sup>1</sup>	200	300	400
Humidifier	50	100	150
Air washer	100	200	300
Air filter F5-F7 per section <sup>b</sup>	100	150	250
Air filter F8-F9 per section <sup>b</sup>	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

<sup>a</sup> Class H1 – H3 according to EN 13053.  
<sup>b</sup> Final pressure drop before replacement.

Existem também tabelas para o cálculo das perdas de pressão de curvas, tês, reduções, entre outros.

Como um sistema de condutas geralmente contém variados diâmetros, o cálculo da perda de carga total terá de ser feito através da soma da perda de carga de cada troço (em que cada troço poderá ter um diâmetro diferente) e das perdas de carga dos vários componentes.

Para se determinar o melhor diâmetro para as condutas, existem três métodos possíveis de se utilizar: método de redução da velocidade, método de perda de carga constante e o método de recuperação estática. Cada método difere no nível de precisão e de utilização. A descrição seguinte, relativa a estes métodos, tem como base a referência [20]

No método de redução de velocidade é definido um valor máximo de velocidade, dependendo de algumas variáveis como se pode observar na tabela 13.

*Tabela 13 – Velocidades máximas recomendadas nos vários troços consoante a aplicação. [20]*

Velocidade máxima (m/s)				
Aplicação	Troços Principais		Troços Secundários	
	Insuflação	Retorno	Insuflação	Retorno
Residências	5	4	3	3
Apartamentos Quartos de hotel Quartos de hospital	7,5	6,5	6	5
Bibliotecas Escritórios Gabinetes	10	7,5	8	6
Salas de cinema Salas de teatro Auditórios	6,5	5,5	6	4
Oficinas Restaurantes Comércio Bancos	10	7,5	8	6
Locais industriais	15	9	11	7,5

Após ser definido um primeiro valor de velocidade para um troço principal, os restantes terão uma velocidade cada vez mais reduzida ao longo dos troços, daí o nome do método. Este método não é usado frequentemente pois requer experiência e conhecimento na área, para que tenha uma precisão razoável.

O método de perda de carga constante é baseado no cálculo das condutas de modo a que a perda de carga linear, ao longo dos diversos troços, seja constante. Este método é geralmente utilizado para troços de retorno ou extracção. Para a obtenção do valor de perda de carga inicial, é primeiro necessário seleccionar a velocidade adequada segundo a tabela 13 e o caudal requerido. Com estes valores obtém-se a área da secção e, conseqüentemente, o diâmetro equivalente (se a conduta for circular) para o troço principal. Finalmente, o valor da perda de carga linear é calculado através da equação 11, limitando-se o seu valor a um máximo (na ACet 1,5 Pa/m). A partir desse ponto, obtém-se os valores dos diâmetros dos vários troços, de forma a manter a perda de carga linear sempre com o valor pré-estipulado.

O método de recuperação estática consiste em dimensionar as condutas de forma a manter a pressão estática constante à custa da diminuição da pressão dinâmica, pela redução da velocidade do escoamento, compensando as perdas de pressão por atrito no troço seguinte. No cálculo de condutas através deste método é primeiro escolhido o valor de velocidade para o troço inicial segundo a tabela 13. Para os troços seguintes têm de ser realizados os seguintes passos:

- Através do gráfico representado na figura 10, determina-se a relação entre o comprimento do troço que se quer calcular, e o caudal que passa pelo mesmo ( $L/Q$ );
- Com o valor desta relação ( $L/Q$ ) e o da velocidade no troço anterior ( $V1$ ), utiliza-se o gráfico representado na figura 11 para retirar o valor da velocidade no troço que se quer calcular ( $V2$ ). Com este valor mais o valor do caudal obtém-se o valor necessário para a secção da conduta;

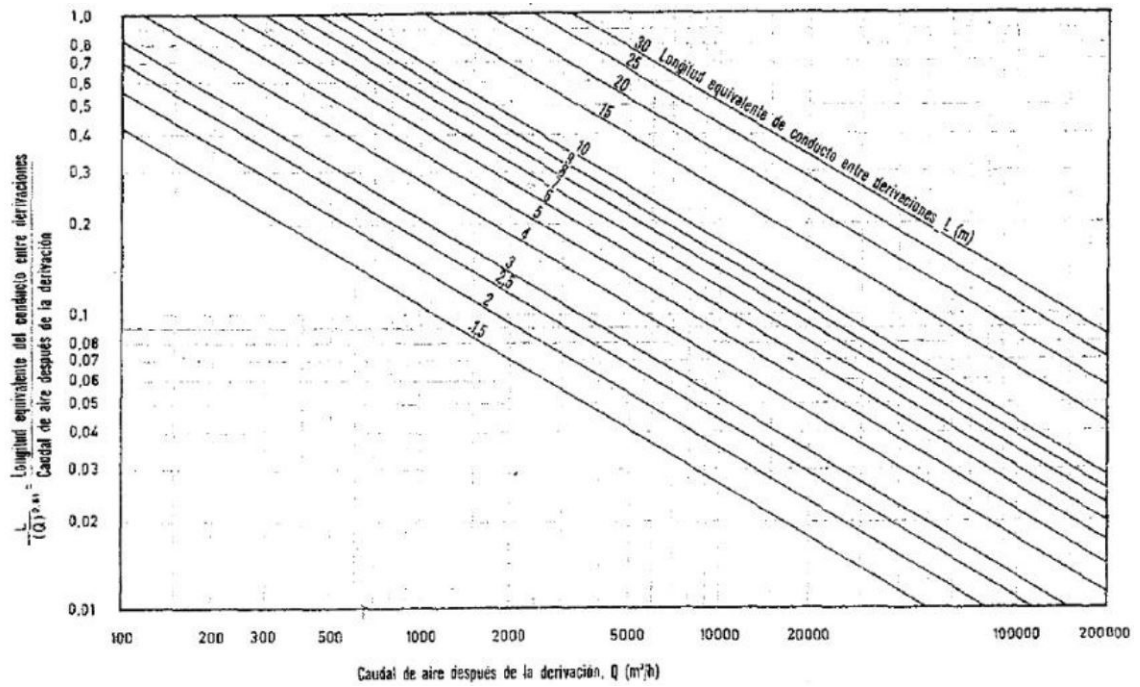


Figura 11 - Relação entre o comprimento equivalente da conduta e o caudal. [20]

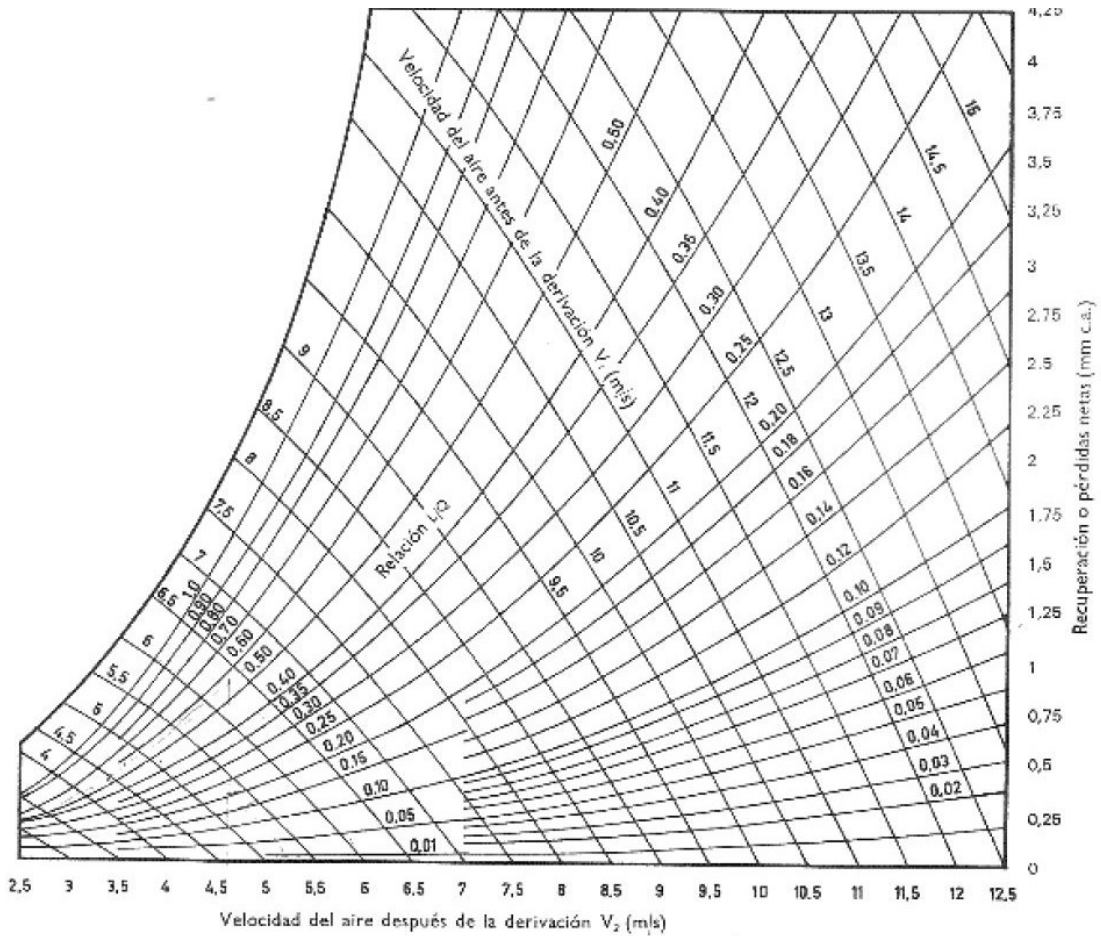


Figura 10 - Gráfico para cálculo da velocidade, para o método da recuperação estática. [20]



Os métodos mais utilizados na ACet são o de velocidade decrescente para a insuflação e o de perda de carga constante nos casos de retorno e extracção. Independentemente do método escolhido, o procedimento mais recorrente implica a utilização de ábacos baseados na equação 11, que contêm as variáveis velocidade, diâmetro da conduta, caudal de ar e perda por atrito, conforme o material das condutas. Desta forma, em função da variável fixa (velocidade, perda de carga ou ambas), selecciona-se o diâmetro que mais se adequa a cada situação. Na figura 12 encontra-se um exemplo de um ábaco de condutas em aço galvanizado com uma rugosidade de 0.09 mm.

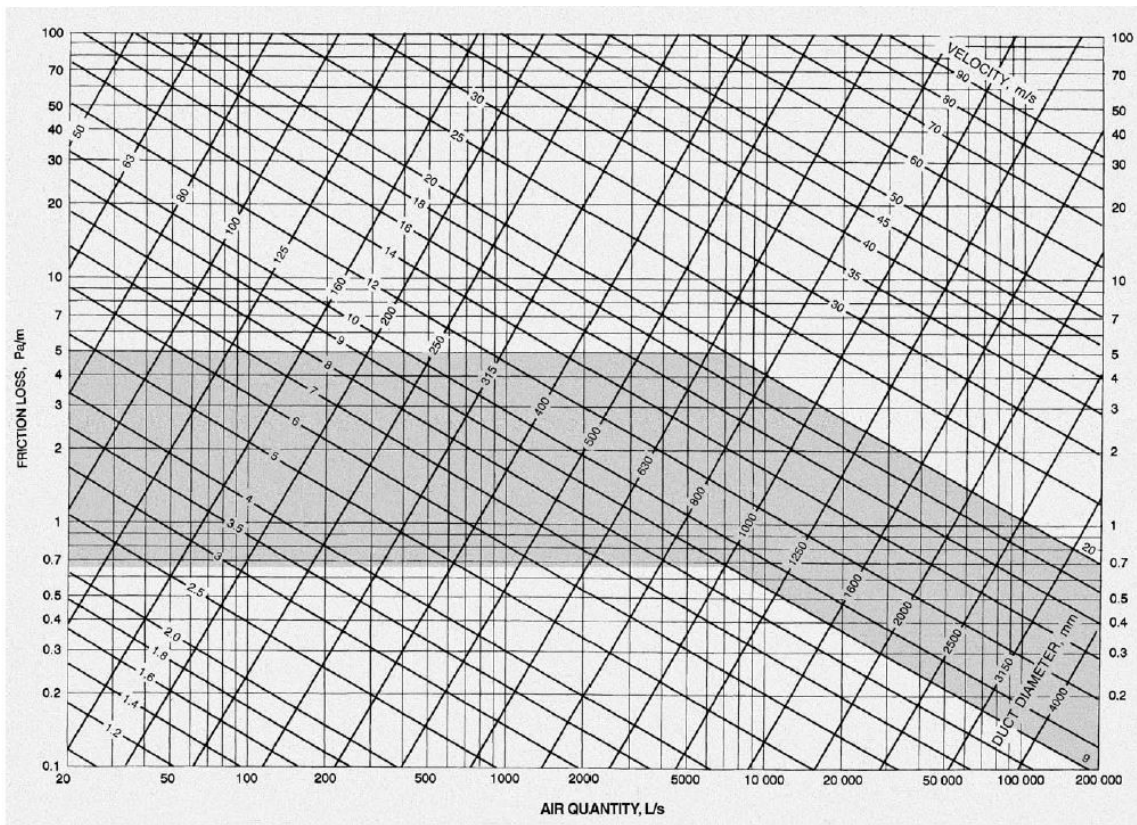


Figura 12 – Ábaco para cálculo de diâmetros para condutas em aço galvanizado com rugosidade 0.09mm [18]

De uma forma mais genérica, os valores máximos de velocidade e pressão são tidos em conta simultaneamente no dimensionamento de condutas, consoante os seguintes valores adoptados na generalidade na ACet:

- Troços principais – 7 m/s e 2 Pa/m;
- Troços intermédios – 5 m/s e 2 Pa/m;
- Troços terminais de insuflação – 3 m/s e 1,5 Pa/m;
- Troços terminais de retorno/extracção – 4 m/s e 1,5 Pa/m.

Sabendo a perda de carga linear (Pa/m) em todos os troços, multiplica-se o seu valor pelo comprimento da instalação (comprimento das condutas mais o comprimento equivalente dos acessórios), procurando determinar qual o troço com maior perda de carga. Esta informação é muito importante para o dimensionamento de outros equipamentos, como por exemplo os ventiladores.

#### **4.14 Registos de caudal de ar**

Os registos de caudal de ar servem para regular a quantidade de caudal que pode passar por um determinado troço de conduta. Podem ser do tipo de caudal constante ou variável (VAV), manuais ou motorizados, circulares ou rectangulares. Os registos de caudal constante servem para facilitar o equilíbrio das instalações, mantendo o caudal constante em situações de excesso ou aumento de pressão na rede aeráulica. Os registos de volume de ar variável (VAV) permitem ajustar o caudal de ar de um ramal ou de uma sala em função de um sinal fornecido por um regulador de temperatura, consoante a necessidade do recinto, medindo simultaneamente o caudal de ar que os atravessa. A sua selecção baseia-se no caudal de ar que passa pelo mesmo e no diferencial de pressão.

#### **4.15 Tubagens para água**

No dimensionamento das tubagens de água é necessário ter em consideração os seguintes factores: velocidade do escoamento, diâmetro da tubagem, rugosidade da tubagem e comprimento da tubagem. Todas estas condições têm influência nas perdas de carga por atrito existentes na tubagem. Desta forma, o método utilizado no dimensionamento das tubagens implica a limitação da velocidade máxima em conjunção com o limite de perda de carga linear. A velocidade da água é limitada tendo em conta o tipo de serviço da tubagem e os efeitos na erosão da mesma. Na tabela 14 encontram-se valores típicos de velocidade conforme o tipo de serviço utilizado. Relativamente à perda de carga, esta deve estar compreendida entre 100 e 400 Pa/m [18]. Na ACet, o limite definido para a perda de carga é 250 Pa/m.

Tabela 14 - Velocidade recomendável para os vários tipos de utilização. [20]

Aplicação ou serviço	Velocidade (m/s)
Saída da bomba	2,4 – 3,6
Entrada da bomba	1,2 – 2,1
Linha de drenagem	1,2 – 2,1
Linha principal	1,2 – 4,5
Tubagem ascendente	1 – 3
Serviço geral	1,5 – 3
Abastecimento de água da cidade	1 – 2,1

Para a determinação dos diâmetros das tubagens podem ser utilizadas as equações da continuidade (equação 13) e de Darcy-Weisbach (equação 11) ou a de Flamant (equação 14) [29]. Mas geralmente são utilizados ábacos conforme o tipo de material das tubagens, como o exemplo para o aço, que se encontra na figura 13.

$$Q = A \times v \quad (=) \quad Q = \frac{\pi \times D^2}{4} \times v \quad (=) \quad D = \sqrt{\frac{Q \times 4}{v \times \pi}} \quad (13)$$

$$J = 4b \times v^{7/4} \times D^{-5/4} \quad (14)$$

- $D$  – Diâmetro da tubagem (m);
- $A$  – Área (m<sup>2</sup>);
- $Q$  – Caudal (m<sup>3</sup>/s);
- $v$  – Velocidade de escoamento (m/s);
- $J$  – Perda de carga (m/m);
- $b$  – Factor caracterizador da rugosidade do material da tubagem
  - $b = 0,00023$  para tubagens de aço;
  - $b = 0,000152$  para tubagens de cobre ou aço inox;
  - $b = 0,000134$  para tubagens de materiais plásticos;

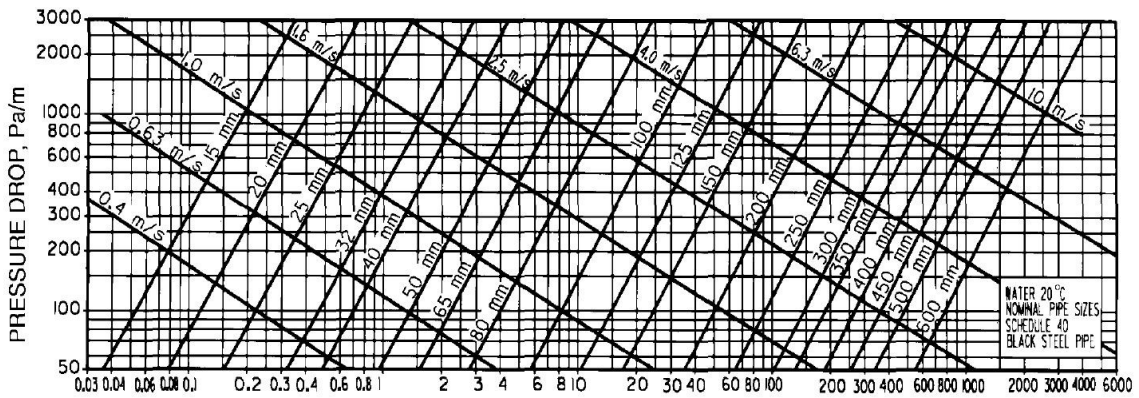


Figura 13 - Abaco para cálculo de diâmetros para tubagens em aço. [18]

#### 4.16 Bombas circuladoras

As bombas circuladoras são equipamentos cuja função é assegurar a disponibilidade e circulação de água em toda a rede hidráulica. Devem ser capazes de fornecer energia suficiente por forma a ultrapassar as perdas de carga inerentes às tubagens e acessórios. No seu dimensionamento são necessários os seguintes dados [37]:

- Caudal de água;
- Perda de carga da tubagem no troço mais desfavorável;
- Aplicação da bomba (aquecimento, ar condicionado, águas residuais, sistemas de energias renováveis, entre outros.);

O caudal total de água da bomba é dado pela soma ponderada dos caudais necessários em cada equipamento existente no projecto (por exemplo, a soma dos caudais requeridos em cada ventiloconvetor, ou em cada serpentina de uma ou mais unidades de tratamento de ar) [24]. Relativamente à perda de carga, a mesma é calculada para o troço mais desfavorável, e a explicação do mesmo encontra-se no subcapítulo 4.15 deste documento.



## 5 Projectos elaborados durante o estágio

Neste capítulo serão apresentados de forma cronológica todos os projectos elaborados durante o estágio. Como é de esperar, nos primeiros projectos foram realizadas tarefas mais simples com a ajuda dos colegas de trabalho, e ao longo do tempo essa ajuda foi diminuindo, até se tornar possível a realização das mesmas de forma independente. Nos capítulos 5.7 e 5.8, encontram-se alguns anexos com excertos dos documentos e desenhos (sem escala) realizados, que foram referenciados por forma a facilitar a compreensão dos projectos (os mesmos encontram-se com melhor qualidade e pormenor na versão digital deste documento). Seguidamente encontra-se a lista de todos os projectos que fizeram parte do estágio:

- Projecto “Clean in Place” na empresa *Generis*;
- Projecto das novas instalações em Macau da empresa *Hovione*;
- Projecto de ventilação mecânica na empresa *Termofrio*;
- Projecto para enchimento de sacos na Linha 7 da empresa *Hikma*;
- Projecto das novas instalações da empresa *Axone Portugal*;
- Projecto de ampliação da empresa *Generis*;
- Projecto da zona HQ623 do edifício 7 da empresa *Hovione*;
- Projecto do piso 3 do novo edifício B22 da empresa *Hovione*;
- Projecto de remodelação dos cinemas VIP do centro comercial Amoreiras da empresa *NOS Lusomundo Cinemas*;
- Projecto de optimização da sala V28 da empresa *Hikma*;
- Projecto dos pisos 1&2 do novo edifício B22 da empresa *Hovione*;
- Projecto de remodelação dos cinemas do centro comercial Vasco da Gama da empresa *NOS Lusomundo Cinemas*.

Os primeiros quatro projectos estão mencionados nesta lista, mas não serão descritos da mesma forma que os restantes. Isto deve-se ao facto de terem sido os projectos iniciais do estágio, que ajudaram a compreender melhor o funcionamento da empresa, e o modo como são constituídos alguns documentos aí produzidos. Desta forma, foram realizados nestes casos os primeiros documentos de fichas técnicas, memórias descritivas e diagramas P&ID.

## **5.1 Projecto das novas instalações da empresa *Axone Portugal***

### **Descrição**

A *Axone Portugal* é uma empresa com origem Síria que actua na indústria farmacêutica e que, devido à sua expansão, decidiu criar instalações farmacêuticas em Portugal, Sintra, num edifício já existente. O edifício é constituído por três pisos com aproximadamente 700 salas e uma área total de 16218 m<sup>2</sup>. As instalações são divididas em doze áreas distintas, consoante a actividade realizada nas mesmas:

- TPD - Transdermal Patches Department (Departamento de Adesivos Transdérmicos);
- WHA – Warehouse (Armazém);
- IFS – Infrastructures (Infra-estruturas);
- AFD - Aseptic Filling Department (Departamento de Enchimento Asséptico);
- GFC - General Formulation Common Areas (Áreas Comuns da Formulação Geral);
- HOR – Hormones (Hormonas);
- LQD – Liquids (Líquidos);
- ONC – Oncology (Oncologia);
- PKG – Packaging (Empacotamento);
- QCT - Quality Control (Controlo de Qualidade);
- R&D - Research & Development (Pesquisa & Desenvolvimento);
- SDG - Solid Dosage (Dosagens Sólidas).

### **Objectivos/Requisitos**

Os principais objectivos neste projecto foram assegurar o fornecimento das utilidades necessárias a cada equipamento de processo, garantir condições de fluxo ideais em qualquer situação e fazer com que a distribuição de tubagem fosse o mais acessível possível (no interior das zonas técnicas), facilitando futuras acções de manutenção sem afectar toda a instalação. As utilidades intervenientes neste processo são as seguintes:

- Produção e distribuição de água gelada a baixa pressão num circuito fechado;

- Produção e distribuição de água aquecida a baixa pressão num circuito fechado;
- Filtração, tratamento, distribuição e extracção do ar;
- Fornecimento de energia eléctrica associada ao controlo dos sistemas mecânicos.

### **Soluções adoptadas**

Duma forma mais condensada, as soluções adoptadas neste projecto foram as seguintes:

- Produção de água arrefecida a baixa pressão (com dois regimes de temperatura) que inclui:
  - Três chillers arrefecidos a ar com as condições 12/7°C @35°C, com uma capacidade de arrefecimento de 1000 kW, em que dois deles têm 100% de recuperação de calor;
  - Três bombas com variação de velocidade e fluxo para o circuito primário/secundário da água arrefecida a baixa pressão;
  - Duas bombas com variação de velocidade e fluxo para os circuitos de recuperação de calor;
  - Dois chillers arrefecidos a ar com as condições 5/0°C @35°C, cada um com uma capacidade de aproximadamente 340 kW;
  - Duas bombas com variação de velocidade e fluxo, para o circuito primário/secundário da água arrefecida a baixa pressão;
- Alteração no sistema de produção de água aquecida a baixa pressão, incluindo a reutilização do permutador de calor (vapor/água) existente e do seu controlo.
- Fornecimento de água arrefecida a 12/7°C e a 5/0°C e de água aquecida a 45/40°C às serpentinas de arrefecimento e aquecimento (respectivamente) dos vários sistemas, através de uma rede de tubagens;
- Rede de condutas de insuflação de ar, separada por cada sistema de AVAC e incluindo filtros terminais, FFU - Fan Filter Units (Unidades de Filtração), registos manuais ou automáticos e outros componentes de controlo;
- Rede de condutas de retorno/extracção de ar, separada por cada sistema de AVAC e incluindo grelhas, registos manuais ou automáticos e outros componentes de controlo;

- Trinta e oito novos sistemas de tratamento de ar, cada um indicado para uma determinada zona da instalação, incluindo unidades de tratamento de ar e ventiladores;
- Todo o sistema eléctrico necessário aos equipamentos acima mencionados, assim como todo o controlo associado aos mesmos.

### **Actividades desenvolvidas**

Sendo este o primeiro projecto realizado no estágio, as actividades realizadas, apesar de terem sido pouco variadas, foram muito intensas e prolongadas tendo em conta a dimensão do projecto e, conseqüentemente, a sua complexidade. Essas mesmas actividades encontram-se enumeradas seguidamente:

- Cálculo de todos os caudais de ar transferidos entre salas devido à sua diferença de pressão (TRA in/out);
- Revisão de todos os espaços existentes e criação de todos os sistemas de tratamento de ar com os devidos espaços e características no programa HAP, de forma a que fossem realizadas e analisadas as primeiras simulações;
- Revisão e colocação de novos dados em toda a lista de salas, incluindo a verificação final do balanço de caudais para cada espaço;
- Revisão de algumas fichas técnicas de IFI.

Os primeiros três pontos enumerados foram realizados múltiplas vezes devido às constantes alterações que, apesar de serem em pequenos factores (por exemplo a alteração do local duma sala), têm grande influência em todo o projecto.

## **5.2 Projecto de ampliação da empresa *Generis***

### **Descrição**

A *Generis*, tal como a *Axone*, é uma empresa que actua na indústria farmacêutica e que, devido à sua expansão, teve necessidade de ampliar o complexo farmacêutico já existente, localizado na Venda Nova, Amadora. Esta ampliação é referente a um novo edifício composto por dois pisos acima do nível do solo e um piso enterrado, sendo este último exclusivo a zonas técnicas. Apesar do edifício ser novo, algumas centrais e equipamentos do outro edifício já existente foram aproveitados e reforçados de forma a serem utilizados em ambos os edifícios. As instalações foram divididas entre as seguintes zonas:

- Zona de armazenamento;
- Zona de pesagem;
- Zona de produção e empacotamento de fármacos;
- Zona de controlo de qualidade;
- Zona administrativa.

### **Objectivos/Requisitos**

Os principais objectivos e requisitos neste projecto foram garantir a classificação de todos os locais designados à produção de acordo com a norma ISO 14644 (capítulo 2.1 deste documento), proporcionar uma eficaz renovação do ar de acordo com a norma EN13779 (capítulo 2.1 deste documento), permitir o ajuste individual de temperatura e humidade (em algumas zonas) assim como o ajuste e manutenção de um regime de pressões (de acordo com os limites definidos na lista de salas), apresentar níveis de ruído admissíveis e prever atravancamentos para montagens e posterior acesso aos equipamentos que compõem o sistema, quer no exterior quer no interior do edifício.

### **Soluções adoptadas**

As soluções adoptadas para este projecto foram muitas e, tendo em conta as actividades desenvolvidas que serão descritas mais adiante, serão apenas mencionadas as soluções de mais relevância e de forma resumida:

- Aproveitamento das centrais térmicas existentes, reforçadas com novos equipamentos de produção e distribuição de água arrefecida ou aquecida;
- Novas redes de tubagem de distribuição de água arrefecida e aquecida entre os colectores hidráulicos existentes e as serpentinas de arrefecimento/aquecimento dos diversos sistemas;
- Novas redes de condutas de insuflação e retorno de ar, separadas por cada sistema de climatização incluindo também grelhas, registos automáticos e manuais e outros componentes aeráulicos necessários;
- Nova rede de condutas de extracção que serve o sistema da zona de controlo de qualidade, extraindo em sítios específicos através de braços articulados, cúpulas, campânulas e armários ventilados;
- Novos sistemas de climatização para as seguintes zonas:
  - Zona de armazenamento – novo sistema de climatização a funcionar com cerca de 10% de ar novo, constituído por uma unidade de tratamento de ar, servida por um condensador reversível com variação contínua de capacidade e um ventilador de extracção;
  - Zona de pesagem – novo sistema de climatização a funcionar com 100% de ar novo, constituído por uma unidade de tratamento de ar novo e um ventilador de extracção;
  - Zona de produção 3 (novas salas de produção) – novo sistema de climatização a funcionar com 100% de ar novo, constituído por uma unidade de tratamento de ar novo e um ventilador de extracção, integrando um sistema de recuperação de calor. Este sistema será também composto por três subsistemas de desumidificação que servirão três futuras salas de compressão;
  - Zona de produção 4 (novos corredores e antecâmaras) – novo sistema de climatização a funcionar com cerca de 10% de ar novo, constituído por uma unidade de tratamento de ar e um ventilador de extracção;
  - Zona de controlo de qualidade (novas salas do controlo de qualidade) – novo sistema de climatização a funcionar com 100% de ar novo, constituído por uma unidade de tratamento de ar novo e um ventilador de extracção, integrando um

sistema de recuperação de calor. Este sistema será também composto por um subsistema de extracção, que serve as novas cúpulas de contenção, campânulas, braços de extracção e armários ventilados;

- Zona administrativa – novo sistema de climatização através de fluido frigorigéneo com caudal variável constituído por uma unidade de ventilação/extracção de ar com recuperação de calor, uma unidade central de condensação/evaporação e diversos climatizadores interiores do tipo cassette dispostos pelo espaço administrativo;
- Beneficiamento de todos sistemas de climatização já existentes;
- Novo sistema de ventilação e desenfumagem do armazém;
- Novos quadros eléctricos de alimentação comando e protecção dos equipamentos, assim como a ampliação do sistema de controlo existente.

### **Actividades desenvolvidas**

Neste projecto as actividades desenvolvidas foram mais no sentido de rever e corrigir os documentos já existentes conforme os novos dados fornecidos pelo cliente. Contudo, também foram acrescentadas novas informações sobre equipamentos, como referido seguidamente:

- Selecção de equipamentos das áreas de IFI, IAS e AVAC e realização das correspondentes fichas técnicas (hidropressor, tubagem com press fitting, ventilador extracção);
- Correção da lista de salas devido à alteração do pé direito de alguns espaços que, como consequência, alterou também os caudais correspondentes;
- Correção de diagramas P&ID referentes aos sistemas de climatização devido às alterações feitas na lista de salas;
- Revisões da lista de documentos conforme a alteração dos documentos acima mencionados;

## **5.3 Projecto da zona HQ623 do edifício 7 da empresa *Hovione***

### **Descrição**

A *Hovione* é também uma empresa que actua na indústria farmacêutica e que decidiu remodelar uma zona denominada por HQ623, do edifício 7 já existente, localizado em Sete Casas, Loures. As zonas a remodelar fazem parte dos pisos 3, 4 e 5, em que o último é a cobertura. No terceiro e quarto piso foram remodeladas as salas de produção com as correspondentes antecâmaras. No quinto piso foi apenas acrescentada uma câmara e zona técnica para os equipamentos que aí já se encontravam.

### **Objectivos/Requisitos**

Neste projecto estabeleceu-se como objectivos principais garantir a classificação das salas de produção de acordo com a norma ISO 14644 (capítulo 2.1 deste documento), proporcionar uma eficaz renovação do ar de acordo com a norma EN13779 (capítulo 2.1 deste documento), apresentar níveis de ruído admissíveis e prever atravancamentos para montagens e posterior acesso aos equipamentos que compõem o sistema, quer no exterior quer no interior do edifício.

### **Soluções adoptadas**

As soluções adoptadas para este projecto não são muito extensas, visto que o mesmo é de pequenas dimensões (aproximadamente 180 m<sup>2</sup>), contendo 20 espaços, onde apenas três são salas de produção e os restantes são antecâmaras e corredores.

- Novo sistema de climatização a funcionar com 100% de ar novo, constituído por uma unidade de tratamento de ar novo com humidificador e dois ventiladores de extracção (juntamente com dois Bag-in Bag-out);



## **Actividades desenvolvidas**

Neste caso, as actividades desenvolvidas já tiveram alguma dependência em relação aos dois primeiros pontos, visto que foram revistos documentos já elaborados em projectos anteriores. O último ponto foi elaborado de forma independente, mas com alguma ajuda dos colegas em certos pontos mais específicos.

- Elaboração do digrama P&ID de AVAC completo;
- Realização de fichas técnicas de AVAC (difusores com filtro, grelhas de extracção, registos de caudal de ar constante)
- Elaboração do mapa de quantidades de AVAC

## **5.4 Projecto do piso 3 do novo edifício B22 da empresa *Hovione***

### **Descrição**

Como já mencionado, a *Hovione* é uma empresa que actua na área da farmacêutica e este projecto recai na remodelação do terceiro piso do edifício B22 já existente, localizado em Sete Casas, Loures. Neste projecto foi também utilizado o piso 4 (cobertura) para a instalação de alguns componentes do sistema. O edifício tem aproximadamente 634 m<sup>2</sup> e tem tanto zonas administrativas com salas de reuniões e gabinetes, como também zonas de laboratórios.

### **Objectivos/Requisitos**

Tendo em conta as diversas zonas existentes neste caso, os objectivos e requisitos a serem satisfeitos foram garantir a classificação dos locais destinados à produção em laboratórios segundo a norma ISO 14644, proporcionar uma eficaz renovação do ar de acordo com os mínimos indicados pela norma EN 13779, permitir o ajuste individual de temperatura e humidade (em algumas zonas) assim como o ajuste e manutenção de um regime de pressões (de acordo com os limites definidos na lista de salas), apresentar níveis de ruído admissíveis e prever atravancamentos para montagens e posterior acesso aos equipamentos que compõem o sistema, quer no exterior quer no interior do edifício.

## **Soluções adoptadas**

Tendo em conta os objectivos deste projecto, foram estudadas as melhores soluções para a concretização dos mesmos. Adoptaram-se as seguintes soluções:

- A central de filtração e tratamento de ar já existente, instalada no piso 2, destina-se a servir todo o piso 3 em questão;
- Nova rede de tubagem de distribuição de água arrefecida entre o ramal existente e a serpentina de arrefecimento da unidade de tratamento de ar existente;
- Utilização da rede existente de vapor e condensados de modo a servir a serpentina de aquecimento da unidade de tratamento de ar existente;
- Utilização de dois ventiladores existentes, instalados no piso 4, destinados a extrair o ar viciado proveniente das salas do piso 3;
- Novo ventilador de extracção, instalado no piso 4, destinado a extrair o ar poluente proveniente das hottes e dos braços de extracção das salas do piso 3;
- Novo ventilador de extracção destinado a extrair o ar viciado das instalações sanitárias;
- Novas redes de condutas de insuflação, servindo diversas salas e incluindo difusores, registos manuais, caixa de caudal de ar variável e outros componentes aeráulicos;
- Novas redes de condutas de retorno, servindo diversas salas e incluindo grelhas, registos manuais, caixa de caudal de ar variável e outros componentes aeráulicos;
- Novas redes de condutas de extracção, servindo diversas salas e ligando a pontos de extracção específicos como os braços de extracção, hottes e armários ventilados;
- Novos sistemas de climatização final, splits e multisplits, destinados ao arrefecimento/aquecimento terminal das salas em questão;
- Novo sistema de controlo e monitorização.

## **Actividades desenvolvidas**

Neste projecto foram realizadas actividades no sentido de corrigir e complementar documentos já existentes, assim como realizar cálculos posteriores que foram necessários a pedido do cliente:

- Análise e correcção de dados na área de arquitectura da lista de salas;
- Seleccionamento de ventiladores, Bag-in Bag-out e unidades de desumidificação;
- Elaboração do documento de balanço de caudais em cada sala onde existem hottes, braços ventilados e /ou armários ventilados;
- Realização do esquema da bomba de vácuo e dos cálculos para a correspondente tubagem;
- Numa fase mais adiantada do projecto existiu a necessidade de inserir ar novo na sala 3\_14 (porque passou a ser necessário produzir ensaios com produtos perigosos) e como tal foram feitos e acrescentados os cálculos na lista de salas, seleccionou-se a conduta e o difusor adequados às novas condições e corrigiu-se o diagrama P&ID;

## **5.5 Projecto de remodelação dos cinemas VIP do centro comercial Amoreiras da empresa *NOS Lusomundo Cinemas***

### **Descrição**

A *NOS Lusomundo Cinemas* é uma empresa de comunicação social Portuguesa, que é proprietária de vários cinemas espalhados por todo o país. O projecto em questão é relativo à remodelação dos cinemas VIP do centro comercial Amoreiras situado em Amoreiras, Lisboa. Estes cinemas têm uma área total de aproximadamente 760 m<sup>2</sup> e são constituídos por um piso (piso -1) onde se encontram todas as salas, excepto as centrais que se encontram num piso intermédio. Esta remodelação teve como objectivo principal diminuir as queixas de clientes no que diz respeito à climatização no interior das salas de cinema. Dado que as centrais de climatização e restantes equipamentos se encontravam já degradados e obsoletos, era também indispensável a sua substituição.

## **Objectivos/Requisitos**

Como objectivos e requisitos a serem satisfeitos neste projecto, encontram-se a possibilidade do ajuste individual da temperatura (nas zonas ocupadas) dentro dos limites definidos na lista de salas, garantir uma eficaz renovação de ar de acordo com os mínimos indicados pela norma EN 13779 e pela regulamentação SCE DL 118/2013, apresentar níveis de ruído admissíveis, adaptar as soluções às características arquitectónicas interiores e prever atravancamentos para montagens e posterior acesso aos equipamentos que compõem o sistema.

## **Soluções adoptadas**

As soluções adoptadas neste projecto consistem no seguinte:

- Para cada sala de cinema e correspondente cabine de projecção, existirá uma nova unidade de tratamento de ar, responsável pela sua climatização;
- Para o Foyer existirá uma nova unidade de tratamento de ar, responsável pelo tratamento e insuflação de ar novo, ar este que será depois transferido para as centrais através de três ventiladores de transferência (um para cada central);
- Ventilador de extracção responsável pela extracção do ar do bar e das instalações sanitárias;
- Sistemas Split para a climatização das cabines de projecção, em que os condensadores desses equipamentos serão instalados na zona técnica do centro comercial mais próxima ou no estacionamento mais próximo.

## **Actividades desenvolvidas**

Este projecto foi o primeiro em que a elaboração de todos os documentos se processou de forma mais independente. Como tal, este foi seguido desde o início até ao fim e todos os documentos gerais e relativos a AVAC foram elaborados durante o estágio em questão. Seguidamente encontram-se descritas as actividades desenvolvidas mais especificamente.

- Reuniões com o cliente no local do projecto, de forma a idealizar as melhores soluções tendo em conta os seus requisitos;
- Simulação dinâmica – realização de toda a simulação dinâmica no software HAP tendo em conta todos os espaços e sistemas do projecto;

- Peças escritas:
  - Tabela de ar novo – elaboração de todos os cálculos de ar novo mínimo segundo as normas EN 15251 e SCE. DL 118/2013;
  - Lista de salas – numeração e designação de todos os espaços, atribuição de pressões e condições interiores de temperatura e humidade, cálculo do caudal de ar tratado necessário em cada espaço assim como do caudal de ar extraído;
  - Lista de documentos – a lista de documentos deste projecto foi feita juntamente com a de outro projecto para a mesma empresa e mesmo centro comercial, mas cinemas diferentes. Desta forma foram acrescentados todos os documentos existentes do projecto em questão na lista de documentos já existente;
  - Fichas Técnicas – selecção de equipamentos e realização de todas as fichas técnicas de AVAC (excepto de electricidade associada às instalações mecânicas e controlo);
  - Mapa de quantidades – realização do mapa de quantidades de AVAC, tendo em conta todos os equipamentos existentes nas fichas técnicas;
  - Memória descritiva – elaboração da memória descritiva do projecto de AVAC onde se encontra descrito todo o projecto incluindo os objectivos e soluções adoptadas mencionados mais acima neste capítulo;
  - Estimativa orçamental – realização da estimativa orçamental tendo em conta o mapa de quantidades e todos os valores dos equipamentos dos vários fornecedores assim como o valor da taxa horária que a ACet cobra pelo projecto;
  
- Peças desenhadas:
  - Diagramas P&ID – realização dos quatro diagramas (semelhantes) dos sistemas de tratamento de ar para cada sala de cinema e correspondente cabine de projecção e do diagrama do sistema de tratamento de ar novo do foyer onde também se encontram as restantes salas existentes e o seu balanceamento de ar.

## 5.6 Projecto de optimização da sala V28 da empresa *Hikma*

A *Hikma* é uma empresa na área da farmacêutica que decidiu expandir a sua fábrica com uma nova unidade de liofilizados<sup>1</sup> cujas instalações se encontram em Rio de Mó Fervença, Sintra. Apesar de ter sido feito o projecto completo das novas instalações pela ACet, seguidamente será apresentado apenas o projecto que foi realizado durante o estágio, relativo à optimização das condições térmicas da sala V28 – Access.

### Descrição do problema

A sala em questão recebe um carro de tabuleiros com um total de 1000 frascos, cada um com uma capacidade de 10 ml, proveniente de outra sala e cuja temperatura é de aproximadamente 50°C. Após algum tempo, as pessoas responsáveis pela movimentação do carro depararam-se com um grande aumento da temperatura na sala, que sobe para aproximadamente 30°C.

Pretende-se fazer com que não exista uma diferença de temperatura tão elevada, de modo a que não haja desconforto na sala. Para tal, definiu-se que a temperatura deverá descer dos 30°C para os 25°C e foram feitos os cálculos de modo a descobrir em quanto tempo se consegue atingir este valor para um caudal de insuflação disponível de 1500 m<sup>3</sup>/h.

### Cálculos

#### Dados referentes aos frascos:

- Quantidade: 1000 unidades
- Capacidade: 10 ml = 0,01 kg
- Altura: 5 cm
- Substância: 80% água (considerou-se 100% água)
- $C_{p_{H_2O@50^\circ C}} = 4,18 \text{ kJ/kg.K}$
- $\Delta T = 50 - 25 = 25^\circ C$

---

<sup>1</sup> produtos que após serem desidratados através de congelação sob vácuo, sofrem a sublimação do gelo criado nessa mesma congelação.

Cálculos referentes aos frascos:

Massa:

$$m = 1000 \times 0,01 = 10 \text{ kg}$$

Calor:

$$Q_F = C_{p_{H_2O@50^\circ C}} \times \Delta T \times m$$

$$Q_F = 4,18 \times 25 \times 10$$

$$Q_F = 1046 \text{ kJ}$$

Dados referentes ao carro de tabuleiros:

- Material: Aço inox
- $\rho_{aço \text{ inox}} = 7500 \text{ kg/m}^3$
- $C_{p_{aço \text{ inox}}} = 0,49 \text{ kJ/kg.K}$
- Dimensões de cada tabuleiro (comprimento x largura x altura): 800 x 50 x 1500 mm
- Quantidade de tabuleiros: 12 unidades

Cálculos referentes ao carro de tabuleiros:

Volume de cada tabuleiro (menos 40% para a furação dos tabuleiros):

$$V = \text{comprimento} \times \text{largura} \times \text{altura} \times 60\%$$

$$V = 0,8 \times 0,05 \times 1,5 \times 0,6 = 0,036 \text{ m}^3$$

Volume total:

$$V_T = V \times n^{\circ} \text{tabuleiros}$$

$$V_T = 0,036 \times 12 = 0,432 \text{ m}^3$$

Massa de cada tabuleiro:

$$m = V \times \rho$$

$$m = 0,432 \times 7500 = 3240 \text{ kg}$$

Calor:

$$Q_T = Cp_{\text{aço inox}} \times \Delta T \times m$$

$$Q_T = 0,49 \times 25 \times 3240$$

$$Q_T = 39690 \text{ kJ}$$

Calor total:

$$Q = Q_F + Q_T$$

$$Q = 1046 + 39690$$

$$Q = 40736 \text{ kJ}$$

Potência Necessária

Para um caudal de 1500 m<sup>3</sup>/h ( $\approx$  420 l/s), uma temperatura de insuflação de 14°C e uma humidade relativa de 50%, calculou-se a potência necessária como ilustrado nas duas páginas seguintes, nas figuras 14, 15 e 16.



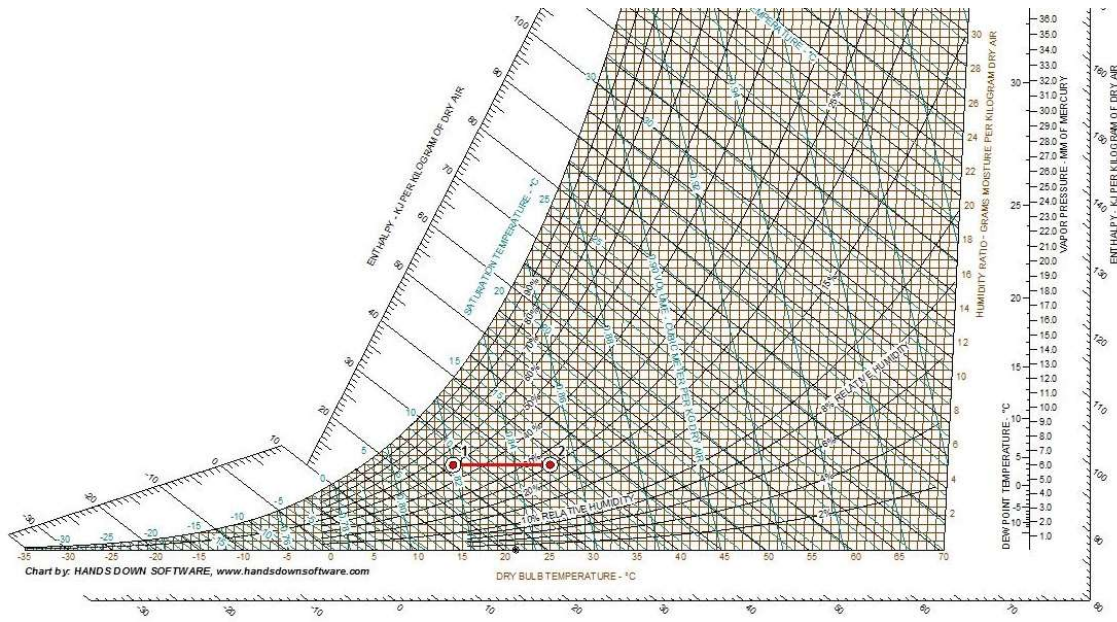


Figura 14 - Carta psicrométrica com o ponto 1 (condições de insuflação) e o ponto 2 (condições na sala). [40]

Psychrometric Processes

Process Calc Mass Flow:  Use START Point  Use CURRENT Point

POINT	LABEL	AIR FLOW	UOM	PROCESS	GIVEN
1	AR	420	STD L/S	Add State	POINT
2	AR	420	STD L/S	Cooling	POINT

Process

Add State Point

Current Point

DB: 14.000

RH: 50.0000

---

Air Flow: 420

DB: 14.000

WB: 8.835

RH: 50.00

W: 4.97

v: 0.820

h: 26.540

DP: 3.750

d: 1.2261

vp: 5.9952

AW: 6.058

Figura 15 - Dados do ponto 1 – condições de insuflação. [40]

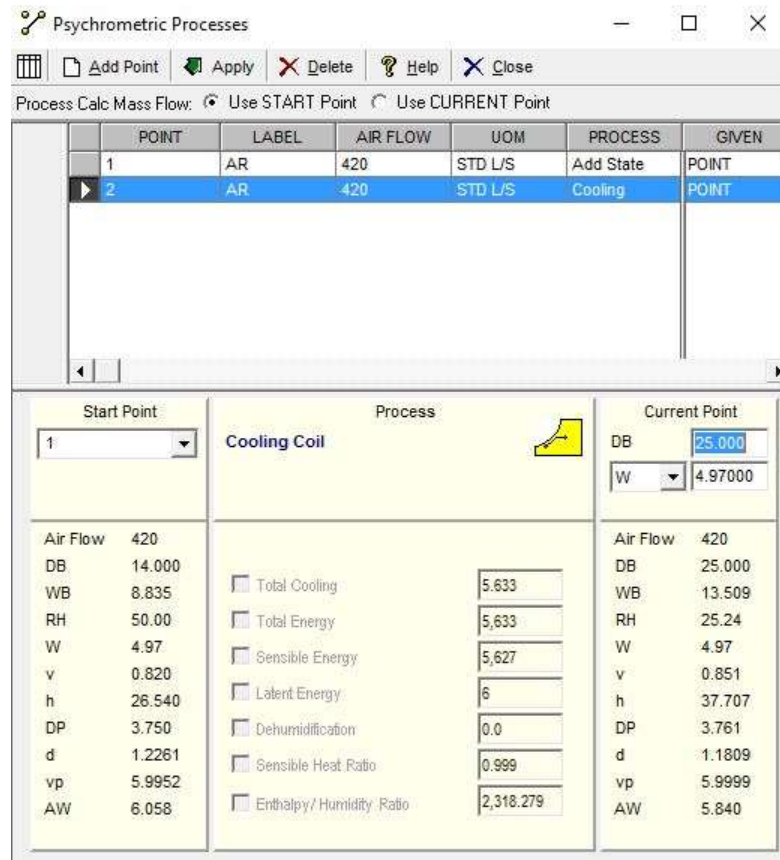


Figura 16 - Dados do ponto 2 – condições da sala. [40]

### Tempo necessário

Retirando o valor do parâmetro “Total Energy” temos que:

$$P = 5,7 \text{ kW}$$

$$P = \frac{Q}{t}$$

$$5,7 = \frac{40736}{t} \leftrightarrow t = 2 \text{ horas}$$

Com base na análise e cálculos acima referidos, verifica-se que o valor de caudal de insuflação disponível de 1500 m<sup>3</sup>/h garante a descida de temperatura da sala V28 – Access de 30°C para 25°C em duas horas.

## 5.7 Projecto dos pisos 1&2 do novo edifício B22 da empresa *Hovione*

### Descrição

Este projecto é referente ao mesmo edifício já mencionado no ponto 5.4 deste documento, propriedade da empresa *Hovione*, localizado em Sete Casas, Loures. Após a aplicação do projecto já descrito do piso três do edifício B22, iniciou-se a elaboração do projecto dos restantes pisos, 1 e 2. Ao contrário do piso 3 que se encontra todo acima do solo, o piso 2 encontra-se parcialmente enterrado e o piso 1 totalmente enterrado, do lado sul do edifício. Como mencionado, este edifício já era existente e pertencia também a outra farmacêutica, o que por um lado torna possível a reutilização de alguns equipamentos (maioritariamente unidades de tratamento de ar), mas por outro lado existe a limitação em termos de espaço devido à arquitectura existente. Desta forma, foi dado pelo cliente uma primeira planta do local com as primeiras ideias da localização e constituição dos vários espaços, que ao longo de todo o projecto foi sofrendo pequenas e grandes alterações, até à sua finalização.

A área total dos dois pisos é de aproximadamente 1094 m<sup>2</sup>, incluindo zonas técnicas. É através do piso 2 que se efectua a entrada dos trabalhadores no edifício, onde se encontram os balneários masculinos e femininos. Existe também uma entrada para o piso 1 onde são descarregados materiais. O único acesso dentro do edifício entre os pisos 2 e 3 é através duma Pass-Through Box<sup>2</sup>, ou seja, não existe passagem possível de pessoas entre os dois pisos. Em ambos os pisos existem salas de produção, cada uma com duas antecâmaras (à excepção de duas salas que apenas têm uma), uma apenas para passagem de pessoas e outra para passagem de pessoas e materiais. Na figura 17 é possível observar um exemplo de aplicação da situação explicada, em que a seta a preto simboliza o sentido das pessoas, a seta a vermelho o dos materiais e a seta azul o fluxo de ar. A sala SL2203 na figura é a sala de produção, a SAS2205 é a antecâmara para pessoas e materiais e a SAS2206 é a antecâmara apenas para pessoas. A localização das salas teve como propósito seguir uma ordem de procedimento, ou seja, após realizada a produção, os materiais são levados para uma área de sujos anexada a uma zona de lavagem, após a lavagem prosseguem para a secagem e finalmente são depositados numa área de limpos. Na figura 18 encontram-se as salas onde este procedimento acontece, da direita para a esquerda,

---

<sup>2</sup> Permite a transferência de materiais entre salas, em ambientes controlados, sem comprometer a esterilidade dos materiais ou do ambiente da sala limpa

da seguinte forma: dirty material (material sujo), washing area (área de lavagem), drying and clean material (material seco e limpo) e clean materials (materiais limpos).

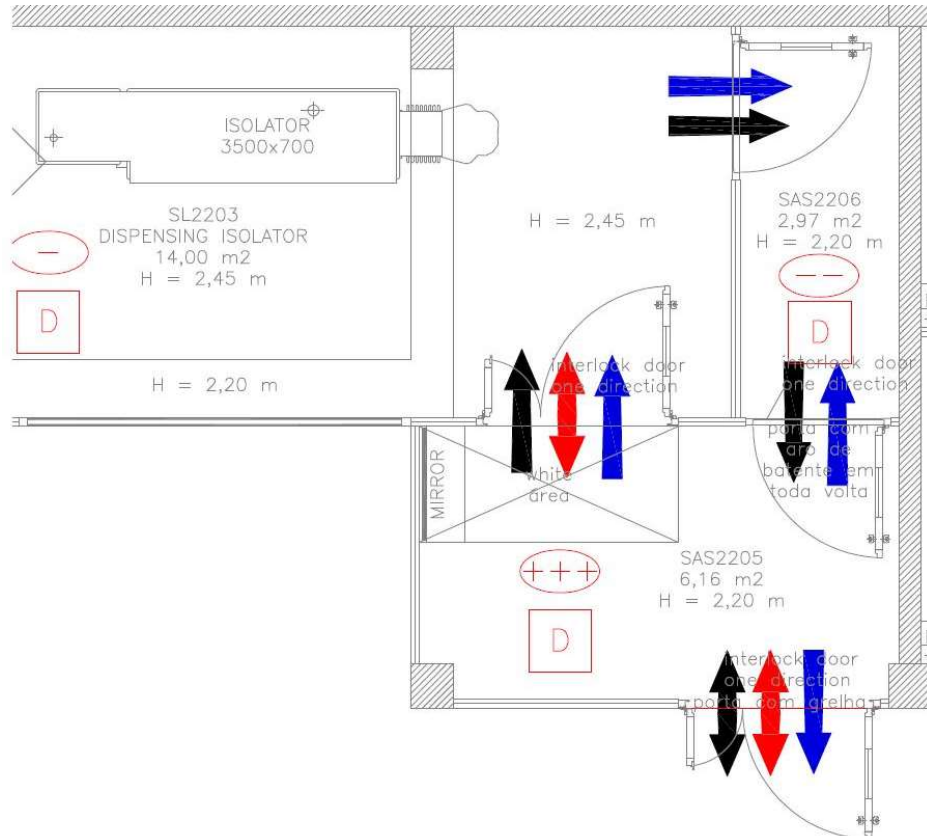


Figura 17 - Exemplo dos fluxos de pessoas (setas pretas), materiais (setas vermelhas) e ar (setas azuis).

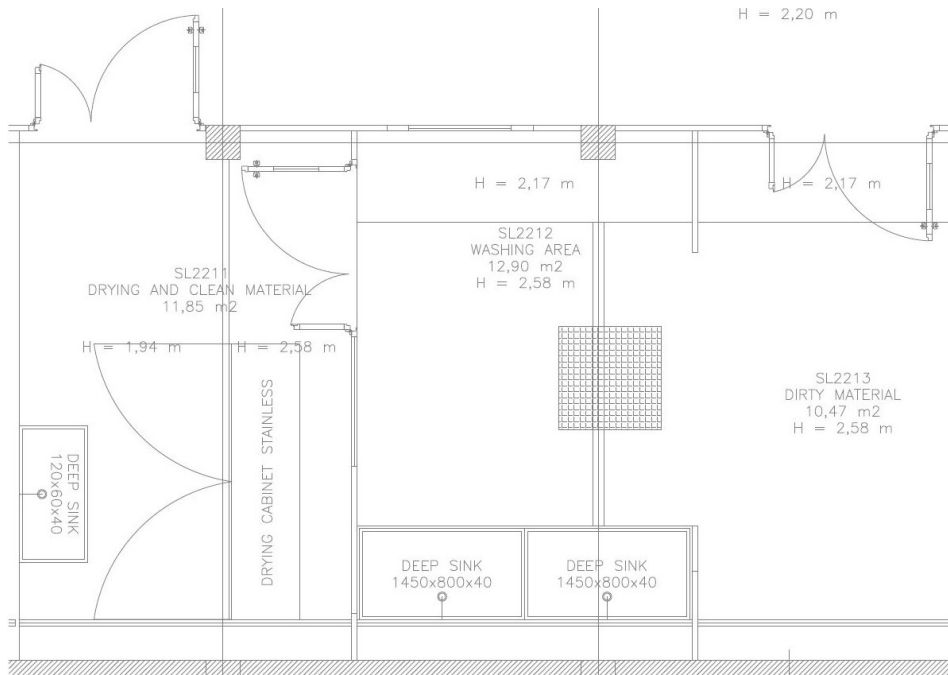


Figura 18 - Procedimento de lavagem e secagem da direita para a esquerda.

## Objectivos/Requisitos

Apesar de na descrição deste projecto já estarem incluídos alguns requisitos mais específicos do cliente, seguidamente encontram-se os objectivos gerais do projecto da especialidade de AVAC:

- Garantir a classificação dos diversos locais destinados à produção de acordo com as recomendações internacionais de Boas Práticas de Fabrico (GMP), a norma ISO 14644 e as classificações internas da HOVIONE);
- Permitir o ajuste e manutenção de um regime de pressões de acordo com a classificação e grau de risco definidos no documento “Lista de Salas”;
- Permitir o ajuste individual da temperatura e humidade (em algumas zonas) dentro dos limites definidos no documento “Lista de Salas”;
- Proporcionar uma eficaz renovação de ar de acordo com os mínimos indicados pela norma europeia EN 13779, em conjugação com a necessidade de manter o regime de pressões anteriormente referido;
- Manter o nível de segurança dos utilizadores face ao tipo de produtos processados na instalação (produtos potentes<sup>3</sup>);
- Apresentar níveis de ruído admissíveis;
- Ficar adaptada às características arquitectónicas interiores;
- Prever atravancamentos compatíveis com os espaços disponíveis para a montagem e posterior acesso aos equipamentos que compõem o sistema, quer no exterior quer no interior do edifício;

No sentido de cumprir os objectivos mencionados acima, pretendeu-se dotar a área de intervenção com os seguintes componentes:

- Infra-estruturas de filtração, tratamento, distribuição e extracção de ar, aproveitando alguns equipamentos existentes;

---

<sup>3</sup> A potência refere-se à quantidade de fármaco de que se necessita para produzir um efeito, como por exemplo aliviar a dor.

- Utilização das infra-estruturas existentes de distribuição de água arrefecida e vapor/condensados.

Relativamente ao projecto da especialidade de IFI, este foi desenvolvido de modo a que a instalação satisfaça os seguintes objectivos/requisitos:

- Garantir a alimentação a cada equipamento de processo, de um modo independente do conjunto;
- Garantir uma distribuição em esteira de tubos, o que permitirá um fácil manuseamento e manutenção futuros;
- Garantir uma rede de tubagem acessível, correndo o mais possível em espaços técnicos;
- Garantir condições de escoamento óptimas em qualquer situação;
- Garantir condições de esvaziamento facilitadas, de modo a permitir acções de manutenção sem afectar a restante instalação.
- Ficar adaptada às características arquitectónicas interiores e exteriores;
- Prever atravancamentos compatíveis com os espaços disponíveis para a montagem e posterior acesso ao equipamento que compõe o sistema, quer no exterior quer no interior do edifício.

No sentido de cumprir os objectivos mencionados acima, pretendeu-se dotar a área de intervenção com os seguintes componentes:

- Infra-estruturas de distribuição de Ar Comprimido Industrial (ACI);
- Infra-estruturas de distribuição de Ar Comprimido Limpo (ACL);
- Infra-estruturas de distribuição de Ar Reconstituído (K);
- Infra-estruturas de distribuição de Vácuo (VAC);
- Infra-estruturas de distribuição de Azoto (N);
- Infra-estruturas de distribuição de Água Doméstica (AFS, AQS e RAQS);
- Infra-estruturas de produção e distribuição de Água de Arrefecimento de Processo (PCW);
- Infra-estruturas de distribuição de Esgoto e Drenagem (Doméstico e Industrial).

## **Soluções adoptadas**

As soluções adoptadas para este projecto exigiram muita flexibilidade por parte de todas as especialidades incluindo o próprio cliente. Isto deveu-se ao espaço existente no edifício ser quase insuficiente, tendo em conta todos os requisitos exigidos. Devido a esta dificuldade, algumas soluções iniciais tiveram de ser repensadas por forma a arranjar alternativas que ultrapassassem este obstáculo. Antes de serem enumeradas as soluções adoptadas, será feita uma explicação do porquê de terem sido feitas determinadas escolhas.

Devido aos constrangimentos já mencionados, tanto em termos de área como em termos de altura (no piso 1), houve necessidade de pensar em alternativas relativamente à localização das condutas de insuflação e extracção. No caso das condutas de insuflação (que é feita a nível alto), optou-se por fazer plenos de insuflação, em vez de se ligar a conduta directamente ao difusor. Desta forma foi possível manter um pé direito mais adequado ao piso, que seria muito baixo se fosse necessária a ligação entre as condutas (que em alguns casos chegava aos 350 mm de diâmetro) e os difusores. Relativamente à extracção (que é feita a nível baixo), devido à falta de espaço tanto para a instalação de condutas no tecto, como para a instalação das mesmas a nível baixo, optou-se por instalar grelhas de passagem nas antecâmaras ligadas ao corredor principal. Tanto no piso 1 como no piso 2 as salas principais e as antecâmaras de saída encontram-se junto às paredes exteriores, o que facilita a instalação de condutas. No caso das antecâmaras de entrada e saída (adjacentes aos corredores), o mesmo já não acontece. Assim, a melhor solução a adoptar, por forma a garantir um balanço de pressões adequado, é a instalação das grelhas de passagem com registo de regulação de caudal de ar.

Um dos principais requisitos do cliente é garantir a classificação das salas de produção e permitir o ajuste e manutenção de um regime de pressões. Como já mencionado no capítulo 2.1 (ISO 14644), esta classificação é feita tendo em conta a concentração de partículas no ar. Para se garantir a classificação das salas de produção é então necessário controlar a concentração de partículas no ar, partículas estas que podem surgir de três formas: através do ar insuflado, através de geração interna (na própria sala) e também pela infiltração do ar vindo dos espaços adjacentes. Para se controlar a concentração de partículas vindas do ar insuflado, optou-se por instalar filtros terminais de classe H14 em todos os difusores. As partículas geradas dentro das salas devem-se aos elementos das mesmas, tais como paredes, tectos, equipamentos e principalmente devido aos operadores. Relativamente aos elementos existentes nas salas, optou-se por instalar materiais não porosos e de superfícies duras, de forma a minimizar tanto

a geração de partículas, assim como a sua acumulação. A geração interna de partículas por parte dos operadores é evitada através da utilização de vestimenta adequada, que separa o corpo humano e as suas roupas do ambiente interior das salas de produção. Finalmente, para se controlar as partículas que entram na sala através de infiltrações, controla-se o diferencial de pressão entre salas, insuflando ou retirando mais ar das mesmas. Desta forma são minimizadas as infiltrações, já que o fluxo de ar circula no sentido desejado e mais favorável a cada situação (explicação mais pormenorizada no capítulo 3.2.1 – Lista de salas – Dados para AVAC).

Relativamente às renovações por hora necessárias em cada sala, as mesmas não têm influência na garantia da classificação das salas, mas sim no tempo que a sala demora a recuperar até ter o número de partículas equivalente à sua classificação. Ou seja, quanto mais renovações por hora existirem, mais rápido será o tempo de recuperação (“*recovery time*”). Desta forma, tendo em conta a classe e o volume das salas, 20 renovações por hora seriam suficientes para garantir que as salas de produção e as antecâmaras de entrada recuperam dentro do tempo estipulado pela *Hovione*. Considerando que o tempo de recuperação são 5 minutos, apesar de estar dentro dos limites impostos, requeria que os operadores ficassem nas antecâmaras de entrada 5 minutos antes de entrarem na sala de produção ou de saírem para o corredor. Assim, optou-se por 40 renovações por hora, que garantem uma recuperação quase imediata, não influenciando o fluxo de trabalho dos operadores.

Finalmente, foram designadas duas unidades de tratamento de ar, uma para as salas de produção e correspondentes antecâmaras e outra para corredores, salas de armazenamento e balneários. Optou-se pela instalação da unidade de tratamento de ar das salas de produção a 100% de ar novo, visto que são utilizados produtos potentes. Se existisse retorno vindo destas salas, existiria também a possibilidade de serem arrastadas partículas perigosas de volta ao edifício. No caso da segunda unidade de tratamento de ar, como não existe manuseamento de partículas perigosas nas salas correspondentes, não há necessidade de ser a 100% de ar novo e, portanto, optou-se por 30% de ar novo.



Desta forma, sabendo que existiram várias alternativas que foram estudadas, mas acabaram por não ser aplicadas, optou-se pelas seguintes soluções na especialidade de AVAC:

- Reutilização das centrais de filtração e tratamento de ar existentes (2201UTA010 e 2201UTA011), instaladas no piso 2 e destinadas a servir os dois pisos em questão;
- Utilização da rede existente de água arrefecida de modo a servir as serpentinas de arrefecimento das unidades anteriormente referidas, para além de duas serpentinas de arrefecimento terminal TCC.SL2202 e TCC.SL2211, bem como um permutador do sistema de arrefecimento de processo;
- Utilização da rede existente de vapor e condensados de modo a servir a serpentina de aquecimento da UTA2201;
- Ventilador de extracção novo, instalado na zona técnica ZT2203, destinado a extrair o ar viciado proveniente das salas de produção dos dois pisos, designado por VT2202;
- Ventilador de extracção novo, instalado no piso 2 junto das unidades de tratamento de ar, destinado a extrair o ar viciado das restantes salas, incluindo corredores e instalações sanitárias, designado por VT2204;
- Rede de condutas de insuflação em chapa de aço galvanizado com isolamento, servindo as diversas salas, incluindo difusores, registos manuais e outros componentes aeráulicos;
- Rede de condutas de retorno em chapa de aço galvanizado com e sem isolamento ou protecção mecânica, servindo as diversas salas, incluindo grelhas, registos manuais e outros componentes aeráulicos;
- Sistema de controlo:
  - Reutilização do sistema de controlo, gestão e monitorização existente no complexo, substituindo alguns equipamentos de campo necessários.
  - Estabelecer o controlo e monitorização centralizados das condições de temperatura e humidade na generalidade, bem como de outros parâmetros de funcionamento das unidades de tratamento de ar e ventiladores. Incluir também informação sobre as pressões absolutas de cada sala (relativas a um referencial único, que pode ser a pressão atmosférica).

- Nas salas classificadas, o regime de pressões será garantido pela actuação de registos de caudal motorizados no retorno/extracção;
- A quantidade de recirculações em cada sala será garantida através de um sistema dinâmico, pela actuação de registos de caudal constante a instalar nas condutas de insuflação. Por meio destes registos e pela actuação de variadores de frequência nos motores dos ventiladores das unidades de tratamento de ar, será garantido um regime de caudal constante em todas as situações, absorvendo o efeito da colmatação natural dos filtros.

Relativamente à especialidade de IFI, as soluções adoptadas encontram-se seguidamente:

- Ar comprimido industrial (ACI) – Reaproveitamento do equipamento existente na central, nomeadamente o compressor de ar de maior capacidade, o sistema de filtração, o desumidificador por adsorção e o depósito de acumulação, bem como as respectivas ligações eléctricas e de controlo. Nova rede de distribuição em aço inoxidável, conforme especificado mais à frente nas actividades desenvolvidas. As ligações terminais aos pontos de uso geral e aos diversos equipamentos de processo serão equipadas com válvulas de seccionamento do tipo de ligação rápida;
- Ar comprimido limpo (ACL) – Os diversos pontos de uso geral e ligações a equipamentos de processo serão efectuados a partir de uma picagem a prever nas linhas de adução de ACI anteriormente descrita. As ligações terminais aos pontos de uso geral e aos diversos equipamentos de processo serão equipadas com conjuntos redutores de pressão, filtros e válvulas de seccionamento do tipo de ligação rápida;
- Ar reconstituído (K) – Os diversos pontos de uso geral e ligações a equipamentos de processo serão efectuadas a partir de uma picagem a prever nas linhas de adução de ACI anteriormente descrita. As ligações terminais aos pontos de uso geral e aos diversos equipamentos de processo serão equipadas com conjuntos redutores de pressão, filtros e válvulas de seccionamento do tipo de ligação rápida;
- Vácuo (VAC) – Reaproveitamento do equipamento existente na central, nomeadamente a bomba de vácuo, que inclui um depósito e respectivas ligações eléctricas e de controlo. Nova rede de distribuição em aço inoxidável, conforme especificado mais à frente nas actividades desenvolvidas. As ligações terminais aos pontos de uso geral e aos diversos

equipamentos de processo serão equipadas com válvulas de seccionamento do tipo de ligação rápida;

- Azoto (N) – Nova rede de distribuição em aço inoxidável, conforme especificado mais à frente nas actividades desenvolvidas. A ligação da nova linha de distribuição de azoto partirá das infra-estruturas a desenvolver pelo cliente. As ligações terminais aos pontos de uso geral e aos diversos equipamentos de processo serão equipadas com conjuntos redutores de pressão e válvulas de seccionamento do tipo de ligação rápida;
- Água doméstica (quente e fria) – Reaproveitamento do equipamento existente na central, nomeadamente o permutador de calor vapor/água, depósito de acumulação, circuladores de RAQS, bem como as respectivas ligações eléctricas e de controlo. Nova rede de distribuição em aço inoxidável, isolada no caso da AQS e respectiva linha de RAQS, conforme especificado mais à frente nas actividades desenvolvidas. As ligações terminais aos equipamentos e aos pontos de uso serão equipadas com válvulas de seccionamento;
- Água de arrefecimento de processo – Fornecimento e instalação de uma nova central de produção e distribuição de água de arrefecimento de processo, constituída por um permutador de calor água/água, um circulador, bem como o respectivo sistema de controlo, comando e monitorização. A central servirá os diversos equipamentos de produção. A alimentação ao circuito será efectuada por meio de uma picagem proveniente do sistema de AFS, sendo equipada com um novo vaso de expansão. As ligações terminais aos pontos de uso geral e aos diversos equipamentos de processo serão equipadas com válvulas de seccionamento do tipo de ligação rápida;
- Esgoto doméstico – Duas novas captações de esgoto na zona de lavagem do piso 1, correspondendo a duas cubas de lavagem. Todos os restantes pontos de captação são existentes. Os ralos existentes nas antigas salas de produção permanecerão tapados. A rede de drenagem será totalmente reaproveitada, nomeadamente a central de elevação de efluentes existente no piso 1, incluindo o sistema de comando e controlo desse sistema;
- Esgoto industrial – Duas novas captações de esgoto na zona de lavagem do piso 1. Essas captações confluirão para uma bomba de elevação de efluentes, ligada a uma nova linha de evacuação.

## **Actividades desenvolvidas**

As actividades desenvolvidas neste projecto realizaram-se de forma bastante independente, visto que a responsabilidade do mesmo foi atribuída à autora, mas sempre com ajuda dos colegas de trabalho em questões mais específicas. Desta forma, todos os documentos gerais e relativos às especialidades de AVAC, assim como alguns documentos de EAM e IFI, foram elaborados e encontram-se descritos seguidamente.

- Reuniões de projecto com o cliente e as várias pessoas responsáveis pelas diversas especialidades, de forma a idealizar as melhores soluções tendo em conta os seus requisitos e objectivos;
- Reuniões de obra com o dono da obra, a fiscalização e o empreiteiro, onde se discutem dúvidas existentes sobre o projecto;
- Simulação dinâmica – realização de toda a simulação dinâmica no software HAP tendo em conta todos os espaços e sistemas do projecto descritos no ponto seguinte;
- Peças escritas:
  - Lista de Salas (excerto do documento no anexo 1) – numeração e designação de todos os espaços, atribuição de pressões e condições interiores de temperatura e humidade, atribuição do número de renovações por hora conforme a classe de cada sala, cálculo do caudal de ar tratado necessário em cada espaço assim como do caudal de ar extraído, e elaboração de separadores individuais para cada utilidade com a informação das salas onde as mesmas se encontram;
  - Lista de documentos (excerto do documento no anexo 2) – elaborada a lista de documentos com todos os documentos existentes do projecto das especialidades de AVAC, IFI e EAM;
  - Fichas de equipamentos de produção (excerto da ficha de uma máquina misturadora no anexo 3) – realização de um documento onde se encontram todos os equipamentos de produção com os respectivos dados, que o cliente tem de preencher, para que seja possível a realização dos cálculos do projecto;

- Fichas técnicas de AVAC e de IFI (ficha técnica dos ventiladores no anexo 4) – selecção de equipamentos e realização de todas as fichas técnicas da especialidade de AVAC e de IFI;
  - Mapa de quantidades de AVAC e de IFI – realização dos mapas de quantidades da especialidade de AVAC e de IFI, tendo em conta todos os equipamentos existentes nas fichas técnicas;
  - Memória descritiva de AVAC e de IFI – elaboração da memória descritiva do projecto das especialidades de AVAC e IFI, onde se encontra descrito todo o projecto incluindo os objectivos e soluções adoptadas mencionados no início deste subcapítulo;
- Peças desenhadas:
    - Zonamento (desenho do piso 1 no anexo 5) – elaboração do desenho que define as zonas pertencentes às várias centrais de climatização. Como já mencionado, existem duas centrais de tratamento de ar e definiu-se que a unidade 2201UTA010 funciona a 100% de ar novo para as zonas de produção e antecâmaras correspondentes e que a unidade 2202UTA010 funciona a 15% de ar novo para as restantes zonas;
    - Demolições AVAC – realização dos desenhos de demolições das condutas e equipamentos existentes nos dois pisos do edifício. Procurou-se deixar no local o máximo de condutas possível de forma a serem reaproveitadas. Inicialmente foi sugerido manter as condutas de diâmetro maior e algumas ramificações, mas ao longo do projecto algumas ramificações tiveram de ser também retiradas devido à falta de espaço para outros componentes (como por exemplo registos de caudal) ou mesmo por estarem em locais inadequados à estrutura das novas salas;
    - Classificação, pressões e fluxos de ar (desenho do piso 1 no anexo 6) – este documento é geralmente realizado primeiro como esquisso devido à facilidade de visualização dos fluxos de ar consoante a diferença de pressão entre os vários espaços. Desta forma, foram colocados os sentidos do fluxo de ar conforme a necessidade dos espaços e sabendo essa direcção atribuíram-se os valores de

pressão (já que o ar se desloca da pressão maior para a menor). Após ajustados todos os caudais, realizou-se o desenho em AUTOCAD juntamente com a classificação das salas;

- Diagramas P&ID (excerto diagrama no anexo 7) – cada sistema de climatização foi desenhado de forma individual, ou seja, existe um desenho para o sistema 2201UTA010 e outro para o sistema 2202UTA010. Como todos os elementos de AVAC e o seu controlo precisam de ser representados neste desenho e também devido à complexidade do projecto, cada diagrama ocupou duas páginas (uma por piso), de forma a que toda a informação fosse perceptível e organizada;
- Armário ventilado e fluxo laminar de ar (no anexo 8) – foram elaborados vários desenhos relativamente a estes dois equipamentos que se encontram na mesma sala – SL2211 Drying and Clean Materials. Devido à constituição da sala, que tem uma viga ao longo do tecto, existiram algumas dificuldades na selecção destes equipamentos de forma a conjugar um bom dimensionamento com o seu local de instalação. O objectivo principal desta sala era a ocupação máxima de fluxo laminar dum lado da viga e a instalação de um armário ventilado do outro lado da viga. Optou-se por fazer a insuflação do ar na sala directamente para o fluxo laminar de ar, sabendo que parte do mesmo será para a recirculação do equipamento e o restante será para o armário ventilado. A extracção da sala será feita pela parte de baixo do armário. Relativamente ao armário ventilado, foi necessário o acrescento de resistências eléctricas ao equipamento de ventilação e filtração de forma a que o ar fosse quente e secasse os materiais que lá se encontram. Após a selecção de ambos os equipamentos, foram representados em planta e corte de forma a que fosse perceptível o espaço que ocupam e onde realmente actuam;
- Diagrama água arrefecida (no anexo 9) – este desenho foi elaborado para que fosse compreensível a ligação da água arrefecida a todos os componentes que necessitam da mesma, assim como os equipamentos essenciais em todo o seu percurso. Foram incluídos também componentes que se encontram desactivados e componentes que já é conhecida a sua necessidade apesar de ainda não existirem. Os restantes componentes são os pertencentes a este projecto e ao projecto do piso 3 já referido no capítulo 5.4 e incluem as serpentinhas de

arrefecimento de todas as unidades de tratamento de ar, uma bateria de arrefecimento necessária na sala SL2202 – Dispensing Booth – onde existe também um fluxo laminar de ar (já existente), e um permutador de calor que irá fornecer água de arrefecimento de processo a todas as salas de produção;

- Desenho dos semáforos de interbloqueamento, LCD e botoneiras de emergência (desenho do piso 1 no anexo 10) – elaboração de um desenho em planta da especialização de EAM, onde estão representados os semáforos de interbloqueamento de portas, os LCD (rodapé liquid crystal display) e as botoneiras de emergência. A função dos semáforos de interbloqueamento de portas é deixar as pessoas abrir a porta apenas se a outra porta existente na sala estiver fechada ou se a diferença de pressões se encontrar dentro dos parâmetros (para que não haja contaminação de ar proveniente das salas não classificadas). As botoneiras de emergência, como o próprio nome indica, têm como função abrir todas as portas num caso de emergência. Relativamente aos LCD, estes servem apenas para a visualização da pressão, temperatura e humidade relativa da sala em questão.

## **5.8 Projecto de remodelação dos cinemas do centro comercial Vasco da Gama da empresa *NOS Lusomundo Cinemas***

### **Descrição**

A empresa *NOS Lusomundo Cinemas* (já mencionada no capítulo 5.5) decidiu fazer uma remodelação do sistema de AVAC nos cinemas do centro comercial Vasco da Gama devido ao desconforto sentido pelos clientes, e ao elevado consumo de energia térmica e eléctrica, comparativamente a outros cinemas de maiores dimensões. Esta remodelação foi também uma forma de actualizar os equipamentos existentes, que já se encontravam em condições obsoletas. Estes cinemas estão localizados no parque das nações em Lisboa, e têm uma área total de aproximadamente 2797 m<sup>2</sup> dividida entre dois pisos. No piso zero dos cinemas (piso 2 do centro comercial) encontram-se as salas de cinema, o bar, bengaleiro, dois armazéns situados de baixo das duas maiores salas de cinema, e os sanitários femininos, masculinos e de mobilidade reduzida. No piso um (piso 3 do centro comercial) encontram-se as salas da administração, o estúdio café, o corredor de projecção, entre outras. Inicialmente foi solicitado um projecto tendo em conta a instalação de um novo chiller que forneceria a água às unidades de tratamento de ar e aos ventiloconvectores necessários. Devido às incertezas relativamente à instalação do mesmo por parte do centro comercial, foi pedido que fosse feito também um projecto para o caso de expansão directa individual, ou seja, cada unidade de tratamento de ar e cada split teria o seu condensador correspondente. Desta forma, todos os documentos realizados foram duplicados para o caso a água (H<sub>2</sub>O) e a expansão directa (DX).

### **Objectivos/Requisitos**

Como objectivos a serem satisfeitos, além dos já mencionados na descrição do projecto, encontram-se a permissão do ajuste individual da temperatura (nas zonas ocupadas) dentro dos limites definidos na lista de salas, proporcionar uma eficaz renovação de ar de acordo com os mínimos indicados pela norma EN 13779 e pela regulamentação SCE DL 118/2013, apresentar níveis de ruído admissíveis, adaptar as soluções às características arquitectónicas interiores e prever atravancamentos para montagens e posterior acesso aos equipamentos que compõem o sistema.



## **Soluções adoptadas**

Como já mencionado, existem duas soluções estudadas para este projecto, a água e a expansão directa. Apesar das diferenças entre ambos os sistemas, a maior parte dos equipamentos e soluções mantêm-se equivalentes para ambos. Como tal, as seguintes soluções são as adoptadas independentemente do tipo de sistema:

- Unidades de Tratamento de Ar (UTA.SL.01, UTA.SL.02, UTA.SL.03, UTA.SL.04, UTA.SL.05 e UTA.SL.06) responsáveis pela climatização das salas de cinema. Nestes equipamentos, a percentagem de caudal de ar novo é condicionada pela quantidade de CO2 libertado pelos ocupantes das salas de cinema;
- Unidades de Tratamento de Ar Novo (UTAN.GER.01, UTAN.GER.02, UTAN.PROJ.03 e UTAN.GER.04) responsáveis pela climatização dos restantes espaços gerais do piso 0 (UTAN.GER.01), do foyer e estúdio café (UTAN.GER.02), do corredor de projecção (UTAN.PROJ.03) e espaços gerais do piso 1 (UTAN.GER.04);
- Ventiladores de extracção (VE.GER.01, VE.GER.02 e VE.GER.04) responsáveis pela extracção do ar dos espaços servidos pelas UTAN.GER.01, UTAN.GER.02 e UTAN.GER.04, respectivamente;
- Ventilador de extracção VE.1.12, responsável pela extracção de ar proveniente da máquina das pipocas da sala 1.12 Cozinha de Pipocas.

No que toca à escolha do tipo de sistema, existem as seguintes soluções:

- Solução a água (H2O):
  - Grupo produtor de Água Arrefecida e Aquecida em simultâneo (sistema a 4 tubos) responsável pela produção da água para as baterias de arrefecimento e aquecimento das unidades de tratamento de ar e para os ventiloconvectores;
  - Manter e beneficiar os sistemas split existentes e responsáveis pela climatização da sala de quadros eléctricos e o apoio do bar;
  - Beneficiar os sistemas de ventiloconvectores existentes e responsáveis pela climatização das seguintes salas: gerência, cofre, sala controlo, refeitório e armazém de apoio à cozinha;

- Solução a expansão directa (DX):
  - Condensadores individuais para cada unidade de tratamento de ar, responsáveis pela produção de água para as suas baterias de arrefecimento e aquecimento;
  - Manter e beneficiar os sistemas split existentes e responsáveis pela climatização da sala de quadros eléctricos e o apoio do bar;
  - Alterar os sistemas de ventiloconectores existentes para sistemas split com condensadores individuais, responsáveis pela climatização das seguintes salas: gerência, cofre, sala controlo, refeitório e armazém de apoio à cozinha;

### **Actividades desenvolvidas**

- Reuniões de projecto com o cliente de forma a idealizar as melhores soluções tendo em conta os seus requisitos e objectivos;
- Simulação dinâmica – realização de toda a simulação dinâmica no software HAP tendo em conta todos os espaços e sistemas do projecto descritos no ponto seguinte;
- Peças escritas:
  - Tabela de ar novo (anexo 11) – elaboração de todos os cálculos de ar novo mínimo segundo as normas EN 15251 e SCE. DL 118/2013;
  - Lista de Salas (excerto do documento no anexo 12) – numeração e designação de todos os espaços, atribuição de pressões e condições interiores de temperatura e humidade e cálculos do caudal de ar tratado necessário em cada espaço assim como do caudal de ar extraído;
  - Lista de documentos – elaborada a lista de documentos com todos os documentos existentes do projecto da especialidade de AVAC;
  - Fichas técnicas de AVAC (ficha técnica dos difusores no anexo 13) – selecção de equipamentos e realização de todas as fichas técnicas da especialidade de AVAC, para as duas soluções possíveis (H2O e DX);

- Mapa de quantidades de AVAC (excerto do documento no anexo 14) – realização dos mapas de quantidades da especialidade de AVAC, tendo em conta todos os equipamentos existentes nas fichas técnicas, para as duas soluções possíveis (H2O e DX);
- Memória descritiva de AVAC – elaboração da memória descritiva do projecto da especialidade de AVAC, onde se encontra descrito todo o projecto, incluindo os objectivos e soluções adoptadas mencionados anteriormente;
- Estimativa orçamental (excerto do documento no anexo 15) – realização da estimativa orçamental tendo em conta o mapa de quantidades e todos os valores dos equipamentos dos vários fornecedores assim como o valor da taxa horária que a ACet cobra pelo projecto, para as duas soluções possíveis (H2O e DX);
- Peças desenhadas:
  - Classificação, pressões e fluxos de ar – neste documento foram colocados os sentidos do fluxo de ar conforme a necessidade dos espaços e sabendo essa direcção atribuíram-se os valores de pressão (já que o ar se desloca da pressão maior para a menor). Após ajustados todos os caudais, realizou-se o desenho em AUTOCAD juntamente com a classificação das salas;
  - Diagramas P&ID (diagrama da sala de cinema e do corredor de projecção no anexo 16) – cada sistema de climatização foi desenhado de forma individual, ou seja, existem dez desenhos um para cada unidade de tratamento de ar para a solução a água e mais dez para a solução a expansão directa. Em cada desenho encontra-se o balanceamento de caudais, algumas informações sobre as várias salas e também os equipamentos existentes;

**(Página deixada propositadamente em branco)**

## **6 Conclusões/Observações finais**

Com a realização deste estágio e conseqüentemente do presente relatório, foi possível consolidar e aprofundar os vários conhecimentos adquiridos ao longo da licenciatura e mestrado, assim como aprender novas competências. Entre elas, a capacidade de comunicação entre colegas de trabalho, fornecedores e cliente, a adaptação ao horário e vida de um trabalhador num gabinete de projecto e a aprendizagem de procedimentos e conceitos necessários que muitas vezes não estão escritos em livros, mas que se aprendem através de pessoas com muita experiência. Durante o estágio houve sempre o cuidado e a intenção de contribuir ao máximo e o melhor possível como estagiária, ajudando a empresa nas tarefas necessárias, que ao longo do tempo se tornaram cada vez mais relevantes e exigentes. Estes factores entre muitos outros, foram cruciais para um crescimento tanto a nível profissional como pessoal, pois permitiu ter uma visão, através duma nova perspectiva, do que o mercado de trabalho poderá trazer.

A variedade de projectos existentes é muita e, como já mencionado, na ACet grande parte dos mesmos são realizados para indústrias farmacêuticas. O facto de ter sido possível colaborar tanto em projectos nesta área, como em projectos em áreas mais comuns (como por exemplo cinemas), proporcionou um melhor entendimento das várias diferenças entre ambos. Nesse sentido, ao longo do estágio destacou-se a especificidade e rigor necessários na elaboração de projectos na área farmacêutica, devido à elevada exigência por parte das normas existentes. Tal exigência deve-se ao facto de nestas empresas existirem materiais e produtos que podem prejudicar a saúde tanto dos trabalhadores como dos consumidores finais.

Como referido na introdução deste documento, a escolha deste estágio teve como influência a sua importância, tanto na vertente académica como profissional. Com a sua finalização, foi possível concluir que todas as expectativas relacionadas com essa importância foram atingidas, assim como todos os objectivos iniciais propostos alcançados.

Desta forma, e através de todos os factores mencionados, a concretização do estágio revelou ser uma experiência excelente e entusiasmante, e que será com certeza uma mais valia no futuro.

**(Página deixada propositadamente em branco)**

## 7 Referências Bibliográficas

### Legislação

- [1] ASHRAE, *Standard 55-2013 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*, 2013.
- [2] CEN European Committee for Standardization, *EN 13053 - Ventilation for buildings - Air handling units - Rating and performance for units, components and sections*, 2006.
- [3] CEN European Committee for Standardization, *EN 1397 - Heat exchangers - Hydronic room fan coil units - Test procedures for establishing the performance*, 2015.
- [4] CEN European Committee for Standardization, *EN 14511-4 - Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling - Part 4: Operating requirements, marking and instructions*, 2013.
- [5] CEN European Committee for Standardization, *EN 15251:2008 Indoor Environmental Input Parameters For Design And Assessment Of Energy Performance Of Buildings Addressing Indoor Air Quality, Thermal Environment, Lighting And Acoustics*, 2008.
- [6] CEN European Committee for Standardization, *EN 1822 - High efficiency air filters (EPA, HEPA and ULPA)*, 2009.
- [7] CEN European Committee for Standardization, *EN 1886 - Ventilation for buildings - Air handling units - Mechanical performance*, 2007.
- [8] CEN European Committee for Standardization, *EN 779 - Particulate air filters for general ventilation - Determination of the filtration performance*, 2012.

- [9] Comissão Europeia, *Regulamento n°1253/2014 - Requisitos de Conceção Ecológica das Unidades de Ventilação*, 2014.
- [10] International Organization for Standardization, *ISO 14644:2015 Cleanrooms and associated controlled environments*, 2015.
- [11] International Organization for Standardization, *ISO 7730:2005 Ergonomics of the thermal environment -- Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*, 2005.
- [12] ISA - The International Society of Automation, *ANSI/ISA-5.1 - Instrumentation Symbols and Identification*, United States of America, 2009.
- [13] Ministério da Economia e do Emprego, *Decreto-Lei n.º 118/2013*, 2013.
- [14] Ministérios das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, *Portaria n°701-H/2008*, Diário da República, 2008.
- [15] Technical Committee CEN/TC 156 “Ventilation for buildings”, *EN 13779 - Ventilation for non-residential buildings - Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems*, 2007.
- [16] Ministérios do ambiente, ordenamento do território e energia, da saúde e da solidariedade, emprego e segurança social, *Portaria n° 353-A/2013*, 2013.
- [17] UIE/ACSS, *Especificações Técnicas para Instalações de AVAC - ET 06/2008*, 2008.



## Livros e artigos

- [18] ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Handbook - Fundamentals, Atlanta, 2009.
- [19] ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Handbook -HVAC Applications, Atlanta, 2007.
- [20] Carrier Air Conditioning Company, Manual de Aire Acondicionado, Barcelona: Marcombo boixareu editores.
- [21] Carrier Corporation, Hourly Analysis Program - Quick Reference Guide, 2015.
- [22] Donald P. Gatley, Understanding Psychrometrics, ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2013.
- [23] Elisabeth Mundt, Hans M. Mathisen, Peter V. Nielsen, Alfred Moser, Eficácia de Ventilação, Lisboa: REHVA - Federação de Associações Europeias de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado, 2005.
- [24] F. M. White, Fluid Mechanics, McGraw-Hill Companies, Inc., 2011.
- [25] Grundfos, “Combinar caudais constantes e variáveis,” Newsletter Flow Thinking, nº Depósitos de Inércia, p. 8 e 9.
- [26] ISPE - International Society for Pharmaceutical Engineering, Good Practice Guide - Heating, Ventilation and Air Conditioning (HVAC), ISPE, 2009.
- [27] L. N. Renato Lazzarin, Humectación del aire - Aspectos técnicos, sanitarios y energéticos, Itália: CAREL S.p.A., 2044.
- [28] S. K. Wang, Handbook of Air Conditioning and Refrigeration, McGraw-Hill, 2001.

- [29] V. M. R. Pedroso, Manual dos Sistemas Prediais de Distribuição e Drenagem de Água, Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
- [30] Y. A. Çengel, Introduction to Thermodynamics and Heat Transfer, McGraw-Hill, 2008.

### **Websites e Software**

- [31] “APPC - Associação Portuguesa de Projectistas e Consultores,” 27 09 2016. [Online]. Available: [http://appconsultores.org.pt/fotos/associados/acet\\_vp\\_06\\_06\\_08\\_1217579513.pdf](http://appconsultores.org.pt/fotos/associados/acet_vp_06_06_08_1217579513.pdf). [Acedido em 09 10 2016]
- [32] Caleffi, “Catálogo - Vasos de Expansão,” Caleffi, 2015. [Online]. Available: [http://www.caleffi.com/sites/default/files/file/01079\\_pt.pdf](http://www.caleffi.com/sites/default/files/file/01079_pt.pdf). [Acedido em 09 10 2016].
- [33] Carrier Corporation, “Software - Hourly Analysis Program Ver. 4.80 - Help”.
- [34] Eurofilter, “Produtos - Filtros,” Eurofilter, 2014. [Online]. Available: <http://framindustrial.com/products/default.aspx>. [Acedido em 09 10 2016].
- [35] EUROVENT, “Eurovent Certification,” EUROVENT, [Online]. Available: <http://www.eurovent-certification.com>. [Acedido em 09 10 2016].
- [36] France Air, “Data Sheet Bag In Bag Out,” France Air, 2011. [Online]. Available: [http://www.france-air.com/pt/Portals/2/fichier/documentation/PC/PC\\_2219\\_2.pdf](http://www.france-air.com/pt/Portals/2/fichier/documentation/PC/PC_2219_2.pdf). [Acedido em 09 10 2016].
- [37] Grundfos, “Grundfos Product Center,” Grundfos, 2015. [Online]. Available: <http://product-selection.grundfos.com/front-page.html?custid=BGP&time=1476019917985&qcid=53653869>. [Acedido em 09 10 2016].

- [38] Hoyt Tyler, Schiavon Stefano, Piccioli Alberto, Moon Dustin, “CBE Thermal Comfort Tool,” Center for the Built Environment, University of California Berkeley, 2013. [Online]. Available: <http://cbe.berkeley.edu/comforttool/>. [Acedido em 09 10 2016].
- [39] J. A. Cardoso, “Ordem dos Engenheiros - 15as Jornadas de Engenharia de Climatização - A Climatização na Indústria - AVAC na Indústria Farmacêutica,” 22 10 2015. [Online]. Available: [http://www.ordemengenheiros.pt/fotos/dossier\\_artigo/joaocardoso\\_142891855656544cfbd775b.pdf](http://www.ordemengenheiros.pt/fotos/dossier_artigo/joaocardoso_142891855656544cfbd775b.pdf). [Acedido em 09 10 2016].
- [40] Munters, *Psychrometric analysis Version 7.5.0*, Hands Down Software

**(Página deixada propositadamente em branco)**

## **8 Anexos**

**(Página deixada propositadamente em branco)**

## 8.1 Anexo 1 – Lista de salas *Hovione* B22

**(Página deixada propositadamente em branco)**



1043 - Hovione  
Edifício 22 - Piso 1 e 2

HVAC data

Level	Room N.º	Room Name	Grade (ISO)	RPH	Ligh (W/m <sup>2</sup> )	Load (kW)					Room Conditions		Relative Pressure (Pa)	Outside Air (%)	Extraction Air		Notes
						Equip. (kW)	Power Factor	Exhaust Factor	Diversity Factor	Load (kW)	TS (°C)	HR (%)			Nº Point	Flow (l/s)	
1	SL2203	Dispensing Isolator	D	20	15,0	7,9	50%	100%	60%	2,4	22 ± 2	55 ± 15	-5	100%			
1	SL2204	Tablet Press	D	20	15,0	7,5	80%	50%	70%	2,1	22 ± 2	55 ± 15	-5	100%			
1	SL2205	Roller Compactor	D	20	15,0	11,0	30%	100%	30%	1,0	22 ± 2	55 ± 15	-5	100%			
1	SL2206	Tekna Capsules Filling	D	20	15,0	12,0	30%	100%	80%	2,9	22 ± 2	55 ± 15	-5	100%			
1	SL2207	Cleaning Materials	2	5	15,0	0,0				0,0	NC	NC	10	15%			
1	SL2208	Warehouse	NC	NC	15,0	12,0				0,0	NC	NC	NC	0%			Refrigeration instalation by others
1	SL2209	Staging Area	2H	5	15,0	0,0				0,0	22 ± 2	55 ± 15	20	15%			
1	SL2210	Clean Materials	2H	5	15,0	0,0				0,0	NC	NC	20	15%			
1	SL2211	Drying and Clean Material	2H	5	15,0	4,8	80%	75%	70%	2,0	22 ± 2	NC	20	15%	1	305	Cooling Coil in LAF
1	SL2212	Washing Area	2H	5	15,0	5,0	80%	15%	70%	0,4	22 ± 2	NC	0	15%	1	160	
1	SL2213	Dirty Material	2H	5	15,0	0,0				0,0	NC	NC	0	15%	1	70	
1	SL2214	Blending 1	D	20	15,0	7,9	80%	100%	30%	1,9	22 ± 2	55 ± 15	-5	100%			
1	SL2215	Blending 2	D	20	15,0	0,3	80%	100%	30%	0,1	22 ± 2	55 ± 15	-5	100%			

**1043 - Hovione  
Edifício 22 - Piso 1 e 2**

**HVAC Calculations**

Level	Room N.º	Room Name	Unit Reference	Flow (l/s)			ODA (l/s)	TRA in (l/s)	TRA out (l/s)	ETA (l/s)	EHA (l/s)	Terminal Cooling (kW)	Terminal Heating (kW)	Notes
				Minimum Required	Calculated	Adopted								
1	SL2202	Dispensing Booth	TCC.SL2202	2730	0	0	0	0	0	0	0	3,5		Terminal cooling coil for booth
1	SAS2204	SAS		102	103	105	105	0	105	0	0			2 grelhas passagem, uma com 50 l/s e outra com 55 l/s
1	SAS2205	SAS		145	144	145	145	0	145	0	0			1 grelha passagem 45 l/s
1	SAS2206	SAS		73	73	75	75	65	0	140	0			
1	SL2203	Dispensing Isolator		191	466	470	470	55	20	505	0			
1	SL2204	Tablet Press		437	434	435	435	55	20	470	0			
1	SAS2209	SAS		63	63	65	65	65	0	130	0			
1	SAS2210	SAS		134	134	135	135	0	135	0	0			1 grelha passagem 35 l/s
1	SL2205	Roller Compactor		434	438	440	440	55	20	475	0			
1	SAS2211	SAS		73	73	75	75	65	0	140	0			
1	SAS2212	SAS		134	134	135	135	0	135	0	0			1 grelha passagem 35 l/s
1	SAS2214	SAS		82	82	135	135	0	135	0	0			1 grelha passagem 35 l/s
1	SAS2215	SAS		60	61	65	65	65	0	130	0			
1	SL2206	Tekna Capsules Filling		707	704	705	705	55	20	740	0			
1	SAS2216	SAS		175	176	180	180	0	180	0	0			1 grelha passagem 80 l/s
1	SAS2217	SAS		89	90	90	90	65	0	155	0			
1	SL2214	Blending 1		260	395	395	395	55	20	430	0			
1	SL2215	Blending 2		129	129	130	130	55	0	185	0			
1	SAS2218	SAS		109	110	110	110	0	110	0	0			1 grelha passagem 55 l/s

## **8.2 Anexo 2 – Lista de documentos *Hovione* B22**

**(Página deixada propositadamente em branco)**

**1043 - Hovione**  
**Edifício 22 - Piso 1 e 2**

AVC

Nº de Documento	Designação	Formato	Escala	Revisão	Data	Observações
1043-AVC-E-010	Memória Descritiva	A4	S/E	E1	24-mai-2016	
1043-AVC-E-020	Fichas Técnicas	A4	S/E	E4	15-jul-2016	
1043-AVC-E-045	Mapa de Quantidades	A4	S/E	E3	8-jul-2016	
1043-AVC-D-005	Zonamento das Unidades - Piso 1	A1	1:100	E1	Junho 2016	
1043-AVC-D-010	Zonamento das Unidades - Piso 2	A1	1:100	E0	Maio 2016	
1043-AVC-D-015	Diagrama P&ID - Sistema 2201UTA010	A0	S/E	E4	3-ago-2016	2 Folhas
1043-AVC-D-020	Diagrama P&ID - Sistema 2202UTA010	A0	S/E	E3	3-ago-2016	2 Folhas
1043-AVC-D-025	Classificação, Pressões e Fluxos de Ar - Piso 1	A1	1:100	E1	Junho 2016	
1043-AVC-D-030	Classificação, Pressões e Fluxos de Ar - Piso 2	A1	1:100	E1	Junho 2016	
1043-AVC-D-035	Diagrama De Água Arrefecida	A2	S/E	E1	14-jul-2016	
1043-AVC-D-040	Sentido de Pessoas e Materiais, Classificação de Áreas e Gradientes de Pressões - Piso 1	A1	1:100	E0	Julho 2016	
1043-AVC-D-045	Sentido de Pessoas e Materiais, Classificação de Áreas e Gradientes de Pressões - Piso 2	A1	1:100	E0	Julho 2016	
1043-AVC-D-100	Implantação de Equipamento e Condutas - Piso 1 Nível Baixo	A1	1:100	E2	25-jul-2016	
1043-AVC-D-105	Implantação de Equipamento e Condutas - Piso 1 Nível Alto	A1	1:100	E2	25-jul-2016	

### **8.3 Anexo 3 – Ficha de equipamento (máquina misturadora) *Hovione B22***

**(Página deixada propositadamente em branco)**

## Ficha de Equipamentos de Produção

<b>Nº/Designação do Projecto</b>	Processo 1043, HOVIONE	<b>Cliente Final</b>	HOVIONE
<b>Designação do Equipamento</b>	Bohle Blender	<b>Marca</b>	1  Anexos
<b>Abreviatura</b>	1_36	<b>Modelo / Tamanho</b>	
<b>Local de Instalação (sala)</b>		<b>Quantidade</b>	
<b>Fabricante</b>		<b>Coef. de Simultaneidade</b>	
<b>Data de Fabrico</b>		<b>Observações</b>	

### Dados do Equipamento

Item	Grandeza	Unidade	Valor
Dimensões	Comprimento	m	
	Largura	m	
	Altura	m	
Carga	Peso	kg	
	Peso em operação (depende do produto)	kg	
Condições da Sala	Classificação cGMP / ISO	s/u	
	Dissipação de Calor	W	
	Temperatura Seca	°C	
	Humidade Relativa	%	
	Pressão Relativa	Pa	
	Vibração	Hz	
	Pressão Acústica	dB(A)	
Condições da Canópia do Equipamento ou Zona de Processo	Classe de Risco de Incêndio	s/u	
	Classificação ATEX	s/u	
	Classificação cGMP / ISO	s/u	
	Dissipação de Calor	W	
	Temperatura Seca	°C	
	Humidade Relativa	%	
	Pressão Relativa	Pa	
Alimentação Eléctrica	Vibração	Hz	
	Pressão Acústica	dB(A)	
	Classe de Risco de Incêndio	s/u	
	Classificação ATEX	s/u	
	Tensão	V	
	Frequência	Hz	
	Corrente em Funcionamento	A	
Alimentação Eléctrica de Comando	Corrente de Arranque	A	
	Potência	kW	
	Proveniência	s/u	
	Tipo de Alimentação	Normal / UPS / Emergência	
	Quadro Eléctrico Próprio	(sim/não)	
	Potência	kW	
Tensão	V		
Nível de ruído	Pressão Acústica	dB(A)	



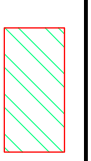
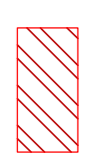
## **8.4 Anexo 4 – Ficha técnica (ventiladores) *Hovione* B22**

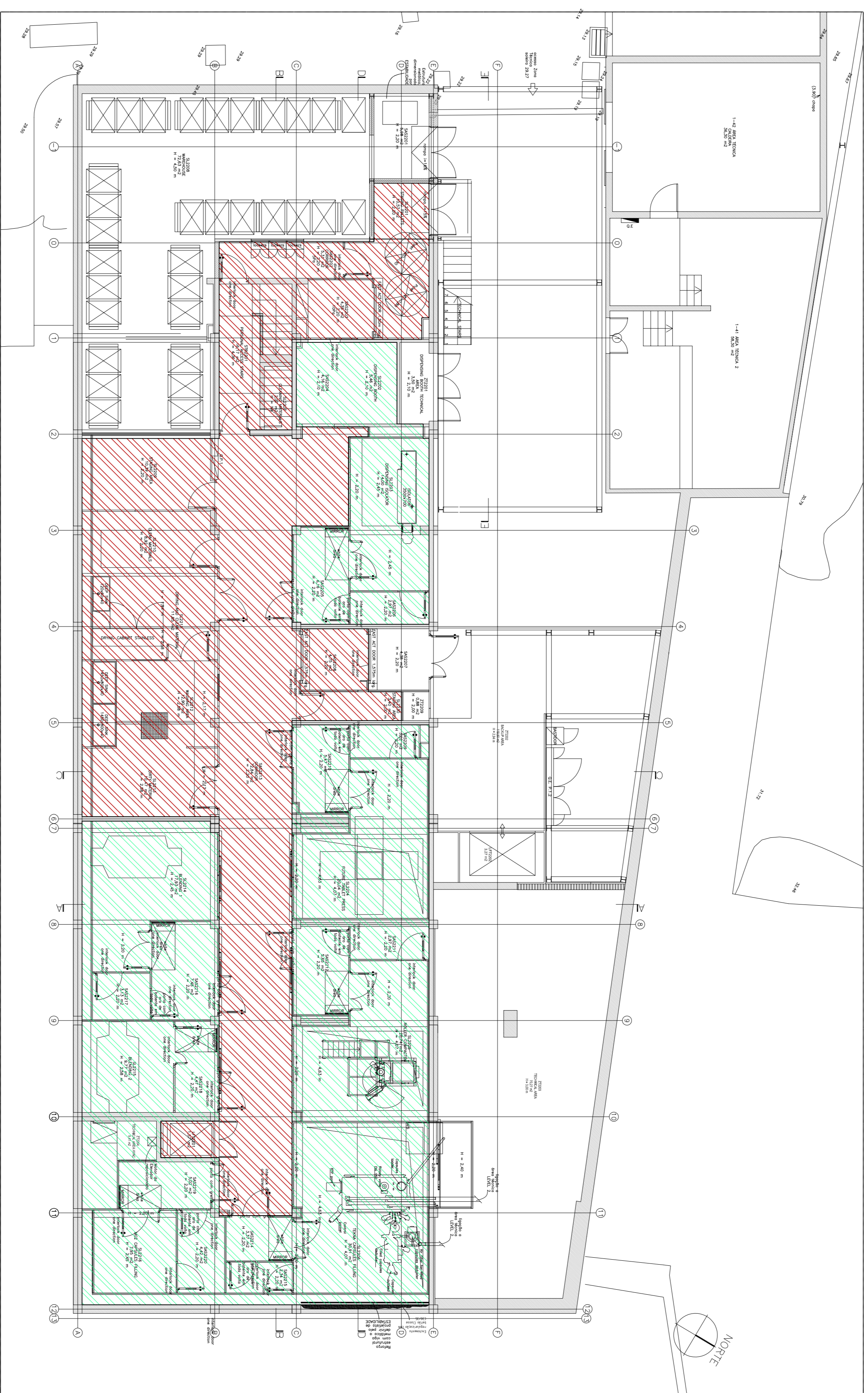
**(Página deixada propositadamente em branco)**

<b>FICHA Nº EQ.14</b>					
<b>Material / Equipamento:</b>		Ventiladores de Extração			
<b>Quantidade:</b>		2			
<b>Designação do Projecto:</b>		Ver em baixo			
<b>Marca e Modelo de Referência:</b>		France Air, modelos e tamanhos indicados abaixo			
<b>Local de Montagem:</b>		Ver peças desenhadas			
<b>Normas, Códigos e Regulamentos a Observar:</b>					
EUROVENT; NP EN 1886; EN 13053 - Resistência do painel: 1A; Estanquidade: A; Fuga nos filtros: F9; Transmissão térmica: T3; Factor de pontes térmicas: TB3					
<b>Características de Funcionamento:</b>					
Designação	Modelo e Tamanho	Caudal (l/s)	Pressão Estática Disponível (Pa)	Potência (kW)	Obser.
VT2202	KG Top 270W	6420	1200	11,03	Ventilador Novo
VT2204	KG Top 96W	1415	350	1,89	Ventilador Novo
<b>Características Construtivas e de Montagem:</b>					
Incluir interruptor de corte local Ligações flexíveis às condutas Incluir apoios resilientes anti-vibráticos Incluir rede de protecção e bico de pato nas unidades em caixa, quando instaladas no exterior Restantes características idênticas às dos modelos e marcas referidas. Incluir variador de frequência em todos os ventiladores.					
<b>Características Dimensionais:</b>					
Para mais características ver peças desenhadas.					
<b>Notas:</b>					
As pressões estáticas deverão ser reavaliadas pelo instalador em função do encaminhamento definitivo das condutas.					

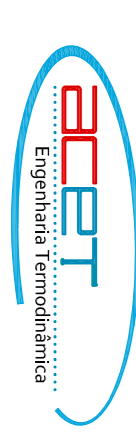
## **8.5 Anexo 5 –Zonamento *Hovione* B22**

**(Página deixada propositadamente em branco)**

SÍMBOLO	COR	DESCRIÇÃO (PISO 1)
	110	2201UTA010
	14	2202UTA010



Issue	E1	ALTERAÇÃO DE ARQUITECTURA	Junho	T.S.
Issued by:		Description:	Date:	Name:
Proposed by:	J.P.	Checked by:	J.C.	
Date:	Maio 2016	Scale:	1:100	
Client:	<b>Hovione</b> HOVIONE SETE CASAS - BUILDING 22 - LEVEL 1 ZONAMENTO DAS UNIDADES HOVIONE			
Project Name:	EXECUÇÃO			
Author:	TOSCANO, D.005 E1			



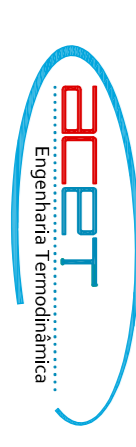
## **8.6 Anexo 6 – Classificação, pressões e fluxos de ar *Hovione* B22**

**(Página deixada propositadamente em branco)**





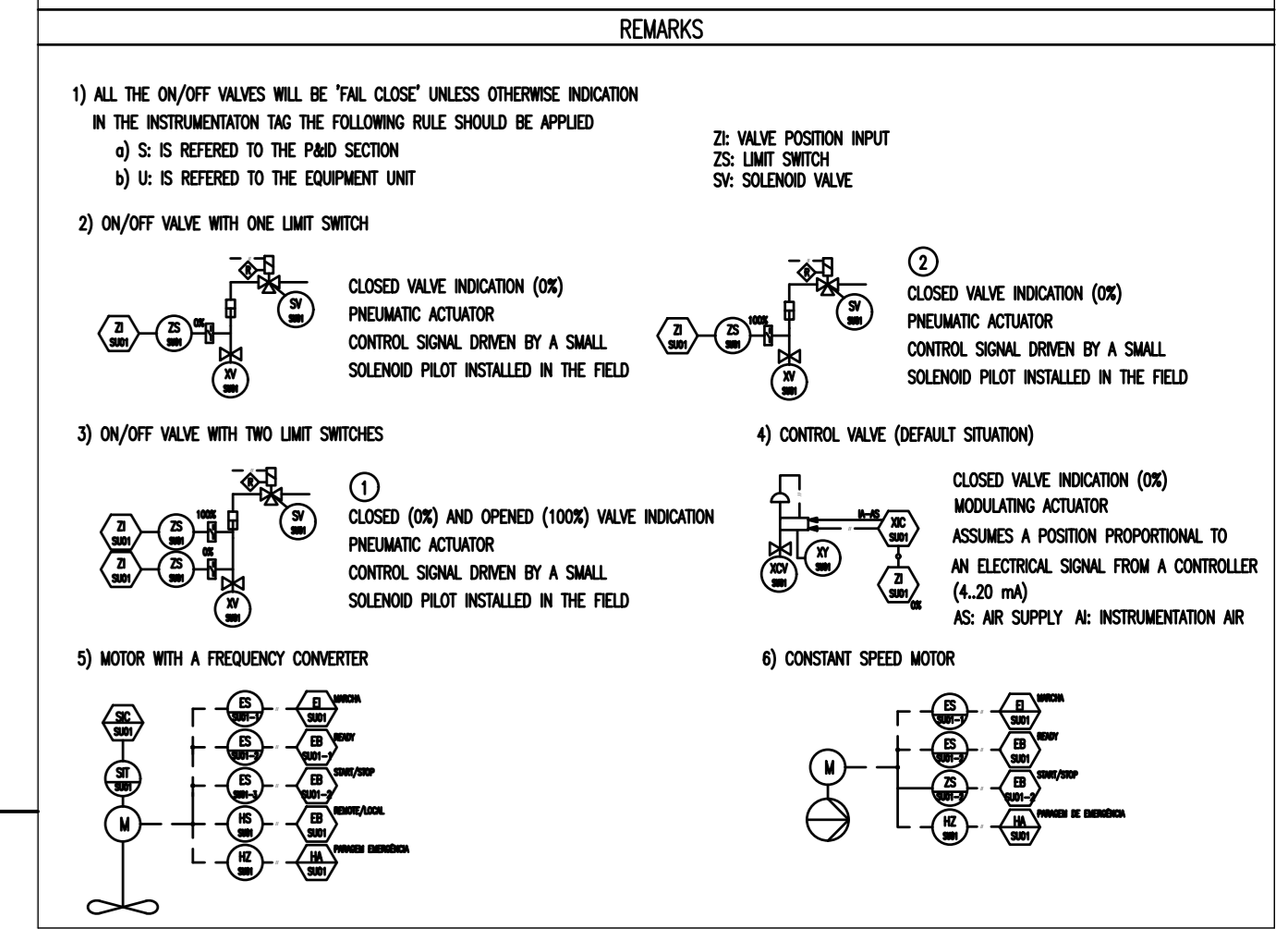
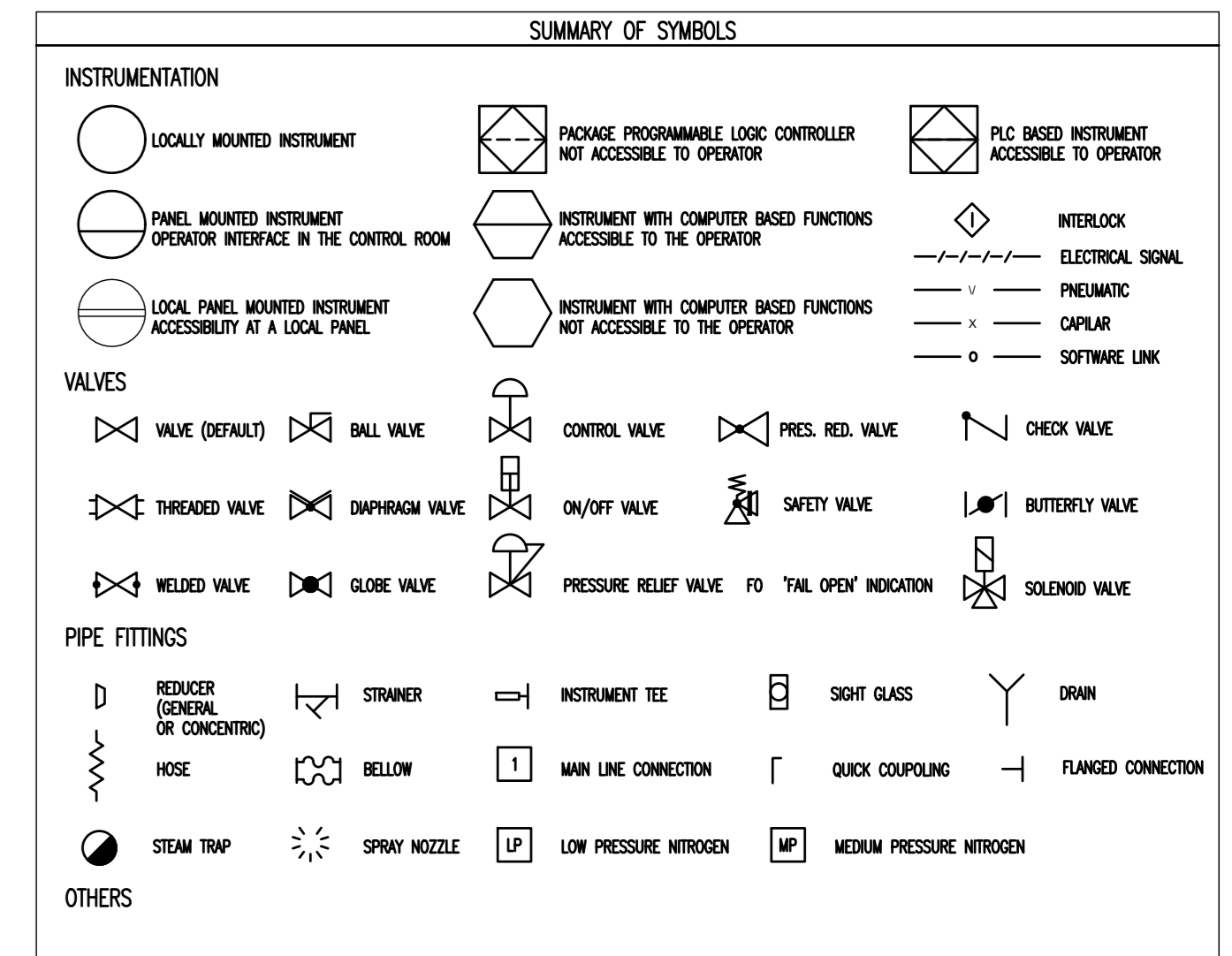
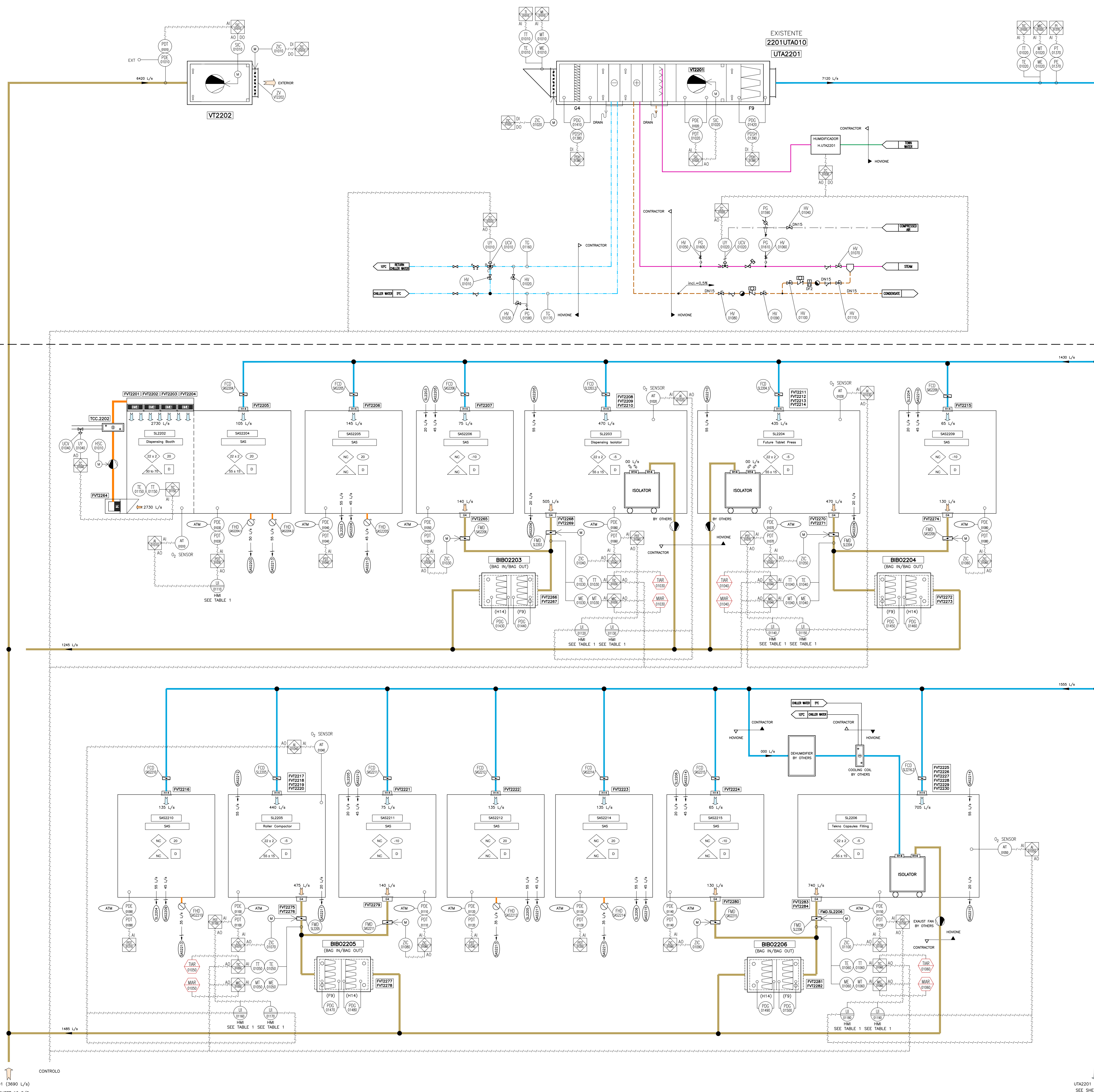
Issue	E1	REVISÃO GERAL	JUNHO	T.S.
Issued by:				
Description:				
Client:				
<b>Hovione</b>				
Title:	<b>AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO E CLIMATIZAÇÃO</b> <b>CLASSIFICAÇÃO, PRESSÕES E</b> <b>FLUXOS DE AR - PISO 1</b>			
Proposed by:	T.S.	Checked by:	J.C.	
Date:	Maio 2016	Scale:	1:100	
Project Name:	HOVIONE SETE CASAS - BUILDING 22 - LEVEL 1		Project Phase:	EXECUÇÃO
Author:	TOSCANO, D.025		Issue:	E1



## **8.7 Anexo 7 – Diagrama P&ID *Hovione* B22**

**(Página deixada propositadamente em branco)**





SYMBOL	ABBREVIATION	DESCRIPTION
	ETA	EXTRACT AIR
	RCA	RECIRCULATION AIR
	SUP	SUPPLY AIR
	ODA	OUTDOOR AIR
	FCD	FLOW CONSTANT DUMPER
	FHD	FLOW HAND DUMPER
	M	ACTUATOR
	FMD	FLOW MOTORIZED DUMPER
	F	FAN
	VVF	FAN WITH VARIABLE SPEED DRIVER
		PRESSURE [Po]
	GMP	CLASSIFICATION
		RELATIVE HUMIDITY [RH]
		TEMPERATURE [°C]

**TABLE 1**

Parameters

HMI Room Number	Room Temperature	Room Moisture	Room Pressure	Pressure between Room 1	Room 2	Room lack of Oxygen	HMI Room Location
01110	-	-	-	SAS2204	SAS2203	-	SAS2204
01120	SL2203	SL2203	SL2203	SAS2213	SAS2205	SL2203	SL2203
01130	SL2203	SL2203	SL2203	SAS2213	SAS2205	SL2203	SAS2213
01140	SL2204	SL2204	SL2204	SAS2213	SAS2210	SL2204	SL2204
01150	SL2204	SL2204	SL2204	SAS2213	SAS2210	SL2204	SAS2213
01160	SL2205	SL2205	SL2205	SAS2213	SAS2212	SL2205	SL2205
01170	SL2205	SL2205	SL2205	SAS2213	SAS2212	SL2205	SAS2213
01180	SL2206	SL2206	SL2206	SAS2213	SAS2214	SL2206	SL2206
01190	SL2206	SL2206	SL2206	SAS2213	SAS2214	SL2206	SAS2213
01200	SL2214	SL2214	SL2214	SAS2213	SAS2216	SL2214	SL2214
01210	SL2214	SL2214	SL2214	SAS2213	SAS2216	SL2214	SAS2213
01220	SL2215	SL2215	SL2215	SAS2213	SAS2218	SL2215	SL2215
01230	SL2215	SL2215	SL2215	SAS2213	SAS2218	SL2215	SAS2213
01240	SL2216	SL2216	SL2216	SAS2213	SAS2219	SL2216	SL2216
01250	SL2216	SL2216	SL2216	SAS2213	SAS2219	SL2216	SAS2213
01260	SL2218	SL2218	SL2218	SAS2226	SAS2223	SL2218	SL2218
01270	SL2218	SL2218	SL2218	SAS2226	SAS2223	SL2218	SAS2226
01280	SL2219	SL2219	SL2219	SAS2226	SAS2225	SL2219	SL2219
01290	SL2219	SL2219	SL2219	SAS2226	SAS2225	SL2219	SAS2226
01300	SL2228	SL2228	SL2228	SAS2227	SL2228	SL2228	SL2228
01310	SL2228	SL2228	SL2228	SAS2226	SAS2227	SL2228	SAS2226
01320	SL2229	SL2229	SL2229	SAS2226	SAS2228	SL2229	SL2229
01330	SL2229	SL2229	SL2229	SAS2226	SAS2228	SL2229	SAS2226
01340	SL2220	SL2220	SL2220	SAS2226	SAS2230	SL2220	SL2220
01350	SL2220	SL2220	SL2220	SAS2226	SAS2230	SL2220	SAS2226

**CLIENT:** Hovione

**TITLE:** AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO E CLIMATIZAÇÃO  
DIAGRAMA P&ID - SISTEMA 2201UTAO10  
PÁGINA 1/2

**PROJECT:** Hovione Sete Casas - Building 22

**DATE:** 15.07.2016

**SCALE:** S/E

**ISSUE:** E4 Alteração da Numeração de Controle 03.08.2016 J.P.  
E3 Alteração da caudal DE 1440 para 2730 na Bateria de sala SL2202 15.07.2016 T.S.  
E2 Revisão Geral 06.06.2016 J.P.

**ISSUED BY:** [Signature]

**CLIENT:** Hovione

**PROJECT:** Hovione Sete Casas - Building 22

**DATE:** 15.07.2016

**SCALE:** S/E

**ISSUE:** E4 Alteração da Numeração de Controle 03.08.2016 J.P.  
E3 Alteração da caudal DE 1440 para 2730 na Bateria de sala SL2202 15.07.2016 T.S.  
E2 Revisão Geral 06.06.2016 J.P.

PISO 1

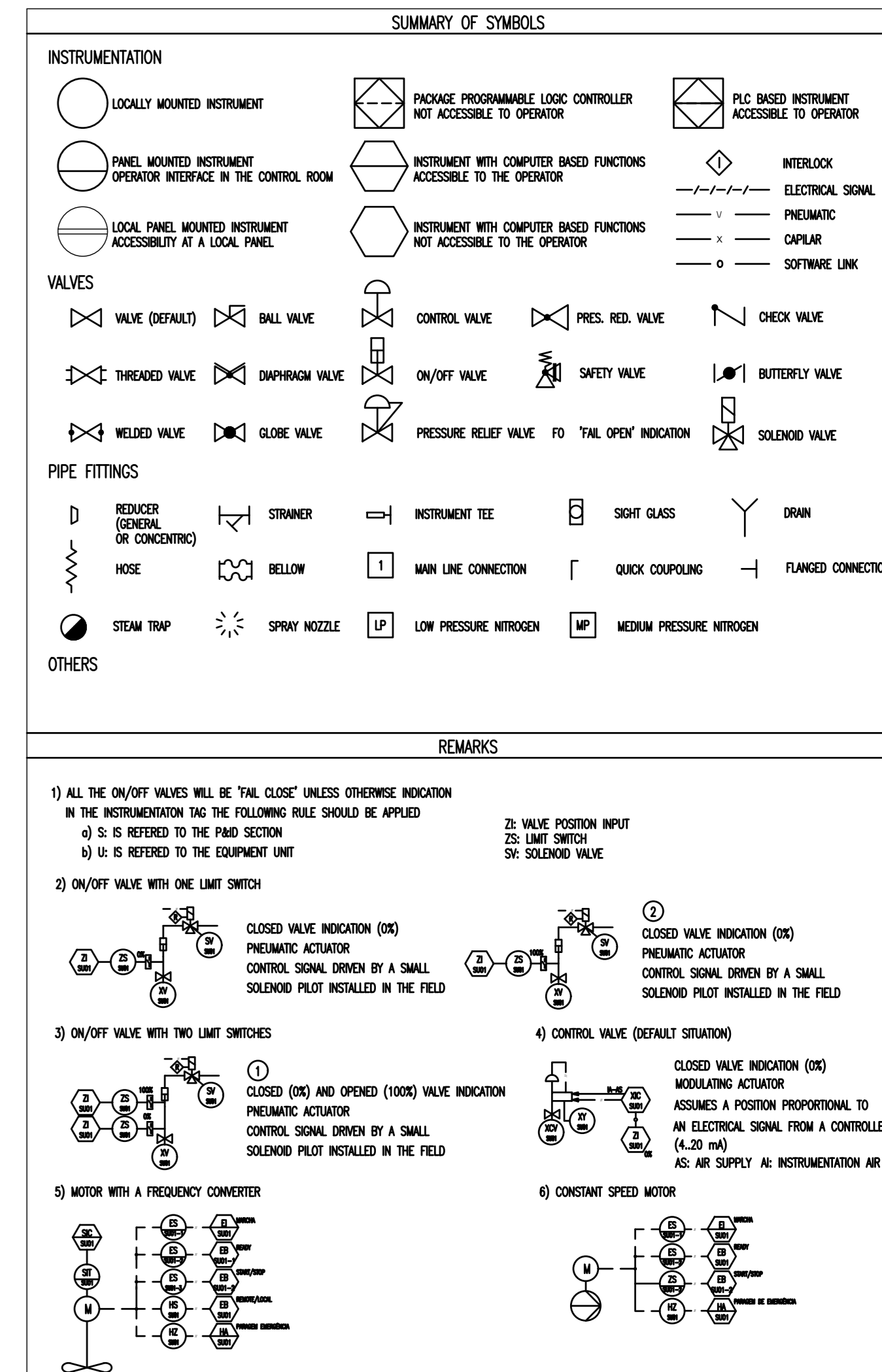
VT2201 (3690 L/s)  
SEE SHEET N° 2/2

UTA2201 (4135 L/s)  
SEE SHEET N° 2/2



CONTROLO

PISO 2



SYMBOL	ABBREVIATION	DESCRIPTION
	ETA	EXTRACT AIR
	RCA	RECIRCULATION AIR
	SUP	SUPPLY AIR
	ODA	OUTDOOR AIR
	FCD	FLOW CONSTANT DUMPER
	FHD	FLOW HAND DUMPER
	M	ACTUATOR
	FMD	FLOW MOTORIZED DUMPER
	F	FAN
	VVF	FAN WITH VARIABLE SPEED DRIVER
		PRESSURE [Po]
	GMP	CLASSIFICATION
		RELATIVE HUMIDITY [%]
		TEMPERATURE [°C]

**TABLE 1**

Parameters

HMI Number	Room				Pressure between		Room lack of Oxygen	HMI Room Location
	Room Temperature	Room Moisture	Room Pressure	Room 1	Room 2			
01110	-	-	-	SAS2204	SAS2203	-	-	SAS2204
01120	SL2203	SL2203	SL2203	SAS2213	SAS2205	-	-	SL2203
01130	SL2203	SL2203	SL2203	SAS2213	SAS2205	-	-	SAS2213
01140	SL2204	SL2204	SL2204	SAS2213	SAS2210	-	-	SL2204
01150	SL2204	SL2204	SL2204	SAS2213	SAS2210	-	-	SAS2213
01160	SL2205	SL2205	SL2205	SAS2213	SAS2212	-	-	SL2205
01170	SL2205	SL2205	SL2205	SAS2213	SAS2212	-	-	SAS2213
01180	SL2206	SL2206	SL2206	SAS2213	SAS2214	-	-	SL2206
01190	SL2206	SL2206	SL2206	SAS2213	SAS2214	-	-	SAS2213
01200	SL2214	SL2214	SL2214	SAS2213	SAS2216	-	-	SL2214
01210	SL2214	SL2214	SL2214	SAS2213	SAS2216	-	-	SAS2213
01220	SL2215	SL2215	SL2215	SAS2213	SAS2218	-	-	SL2215
01230	SL2215	SL2215	SL2215	SAS2213	SAS2218	-	-	SAS2213
01240	SL2216	SL2216	SL2216	SAS2213	SAS2219	-	-	SL2216
01250	SL2216	SL2216	SL2216	SAS2213	SAS2219	-	-	SAS2213
01260	SL2218	SL2218	SL2218	SAS2226	SAS2223	-	-	SL2218
01270	SL2218	SL2218	SL2218	SAS2226	SAS2223	-	-	SAS2226
01280	SL2219	SL2219	SL2219	SAS2226	SAS2225	-	-	SL2219
01290	SL2219	SL2219	SL2219	SAS2226	SAS2225	-	-	SAS2226
01300	SL2228	SL2228	SL2228	SAS2227	SAS2227	-	-	SL2228
01310	SL2228	SL2228	SL2228	SAS2226	SAS2227	-	-	SAS2226
01320	SL2229	SL2229	SL2229	SAS2226	SAS2228	-	-	SL2229
01330	SL2229	SL2229	SL2229	SAS2226	SAS2228	-	-	SAS2226
01340	SL2220	SL2220	SL2220	SAS2226	SAS2230	-	-	SL2220
01350	SL2220	SL2220	SL2220	SAS2226	SAS2230	-	-	SAS2226

E4 Alteração da Numeração de Controlo 03.08.2016 J.P.

E3 Alteração do caudal DE 1440 para 2730 na Bateria da sala SL2202 15.07.2016 T.S.

E2 Alteração do Caudal dos Sais 06.06.2016 J.P.

Issue Description Date Name

Issued by: Client: **Hovione**

Project: **AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO E CLIMATIZAÇÃO**

DIAGRAMA P&ID - SISTEMA 2201/UTA010

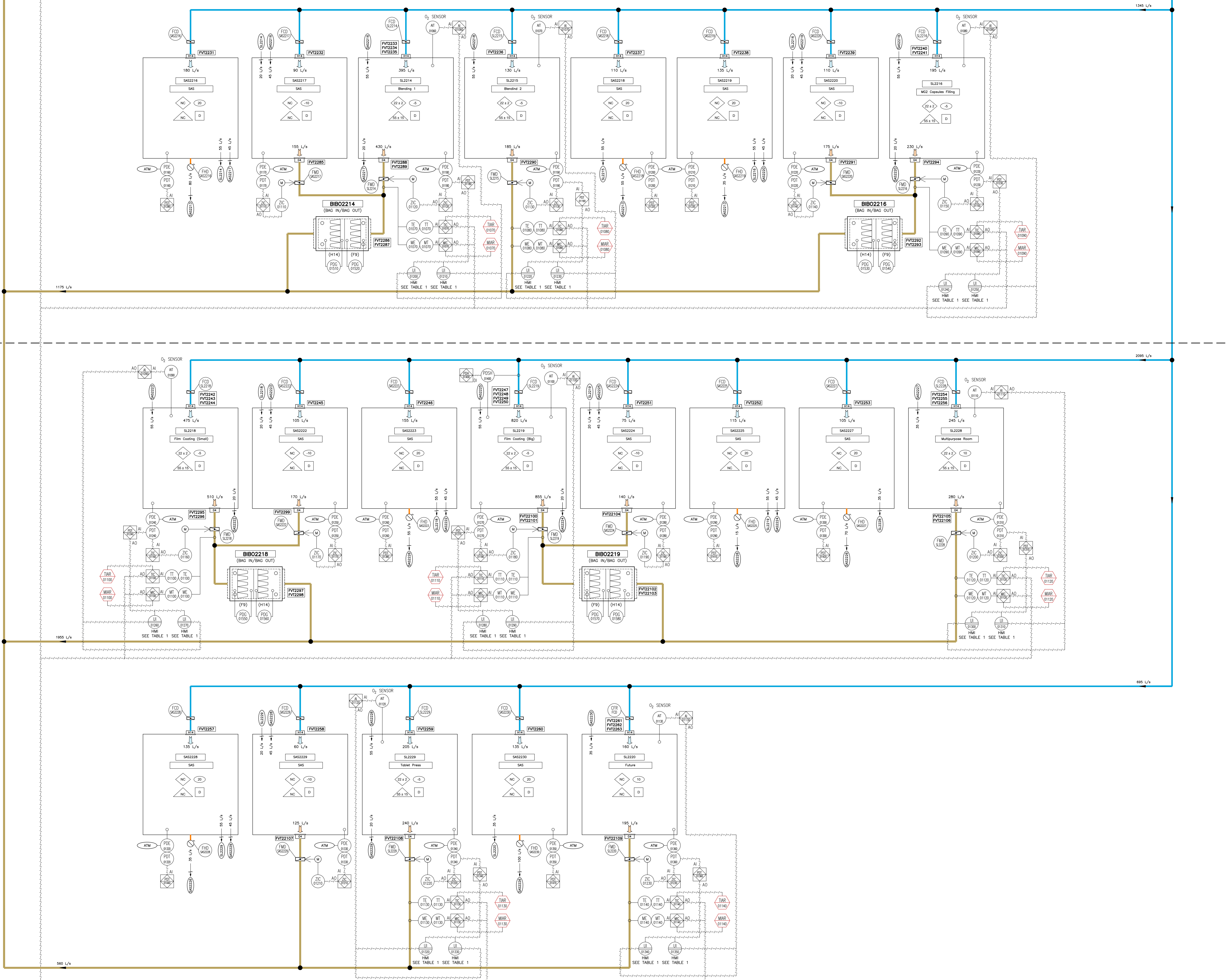
PÁGINA 2/2

HOWIONE SETE CASAS - BUILDING 22

Howione

Project Phase: EXECUÇÃO

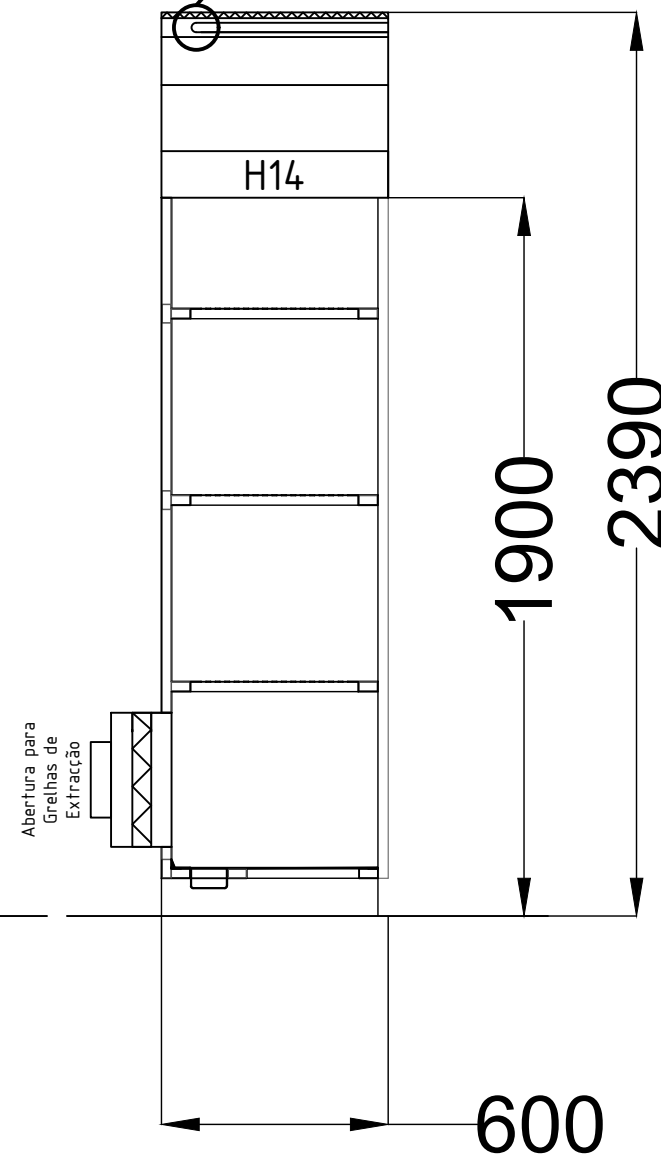
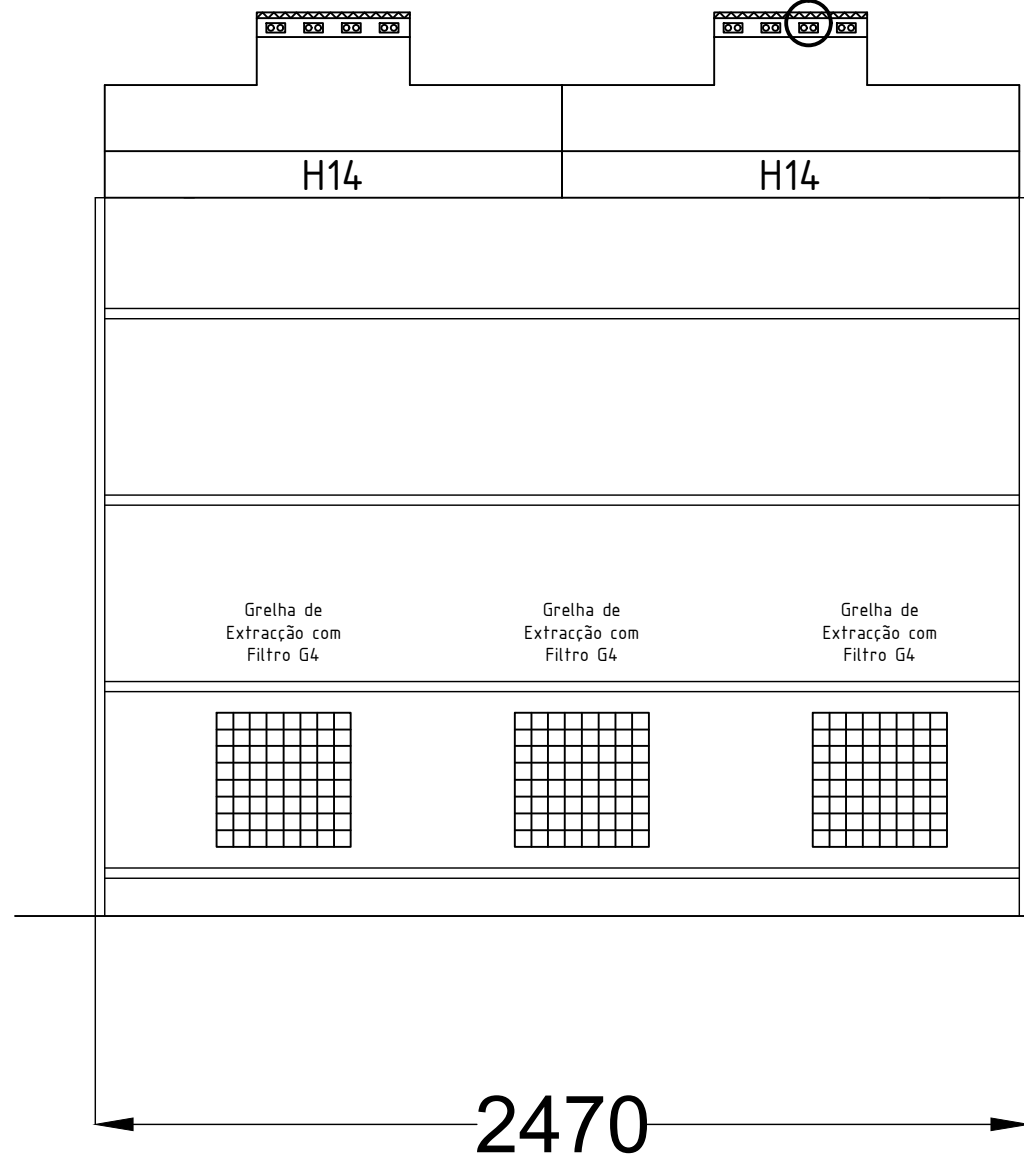
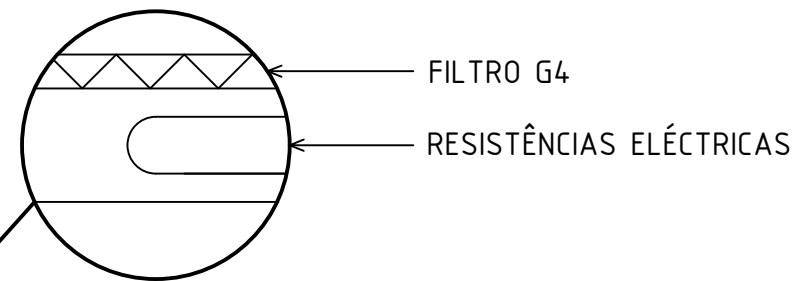
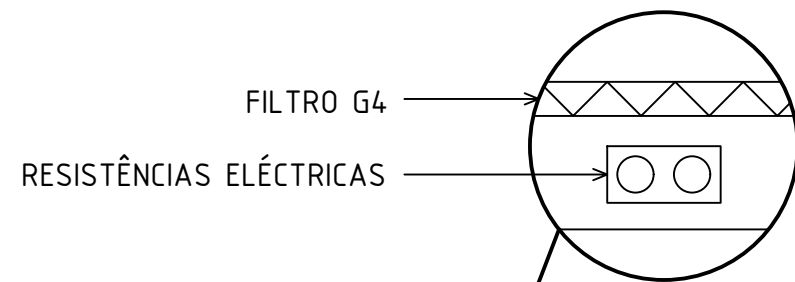
1043.AVC.D.015







## **8.8 Anexo 8 – Desenho armário ventilado *Hovione* B22**

**(Página deixada propositadamente em branco)**



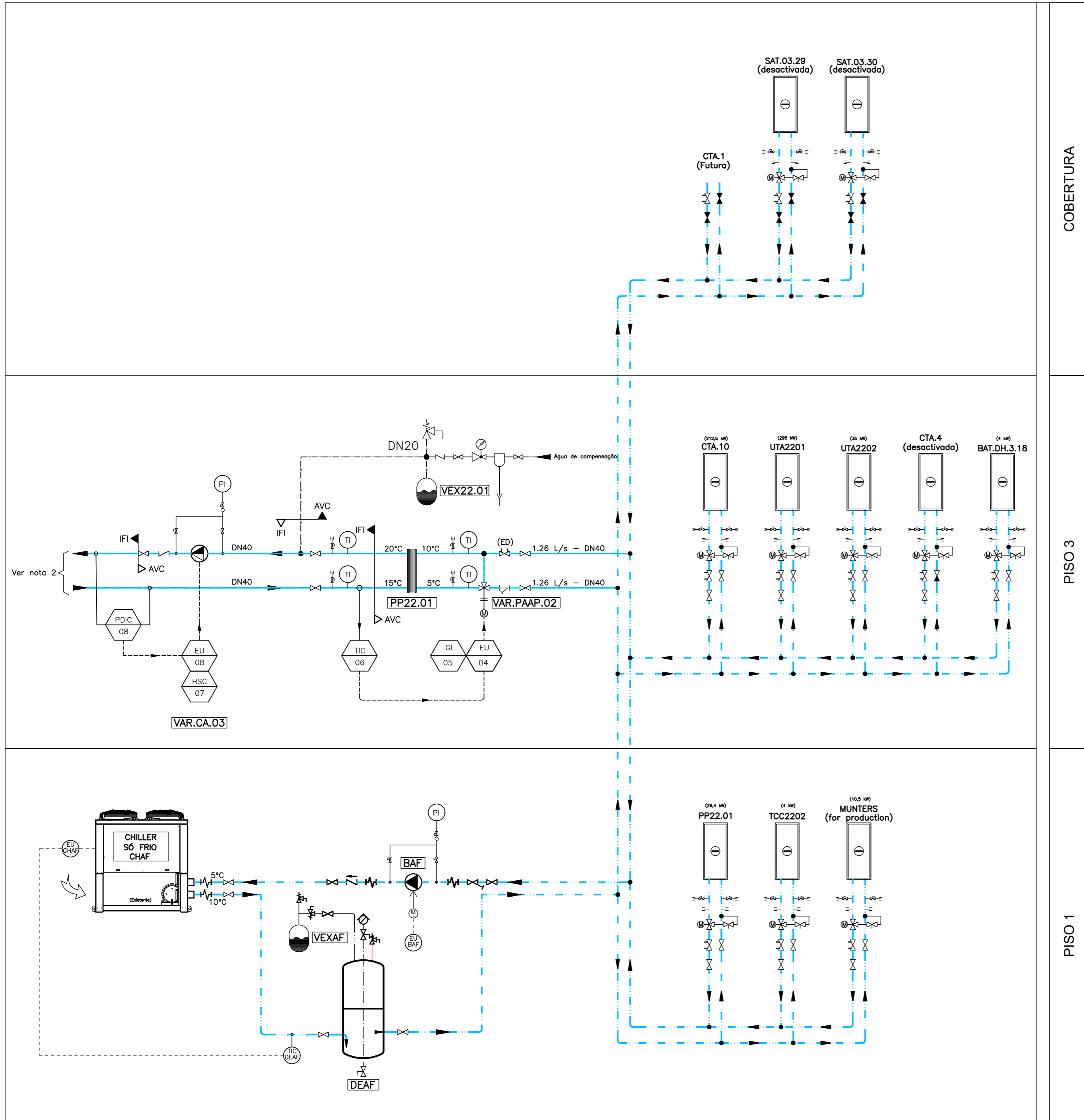
Issue	Description	Date	Name
E1	Alterações das dimensões do armário e grelhas adicionadas	06.07.2016	R.N.

Issued by: 		Client: 	
Prepared by: T.S.		Checked by: J.C.	
Date: Junho 2016		Substituted by:	
Scale: 1:20		Substituted by:	
		Client: <b>HOVIONE</b>	
		Project Phase: <b>EXECUÇÃO</b>	
		Drawing n°: <b>1043.ARQ.D.205</b>	
		Issue <b>E1</b>	



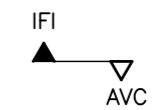
## **8.9 Anexo 9 – Diagrama de água arrefecida *Hovione* B22**

**(Página deixada propositadamente em branco)**



**NOTAS**

- 0 - PARA VERIFICAÇÃO COMPLETA DAS ESPECIFICAÇÕES DO PROJECTO CONSULTAR OBRIGATORIAMENTE AS FICHAS TÉCNICAS DO CADERNO DE ENCARGOS.
- 1 - VER DESENHO COM SIMBOLOGIA N° 1043.IFI.D.001.E0 - SIMBOLOGIA
- 2 - ÁGUA DE ARREFECIMENTO DE PROCESSO DESTINADA ÀS SALAS: SL2203; SL2204; SL2205; SL2206; SL2214; SL2215; SL2216; SL2218; SL2219; SL2220; SL2228; SL2229.
- 3 - DEFINIÇÃO DE LIMITES DE EMPREITADAS.





COBERTURA

PISO 3

PISO 1

Issue	Description	Date	Name
E1	Inclusão do sistema de produção de água de arrefecimento de processo	14-07-2016	MF

Issued by: 	Client: 
Prepared by: T.S.	Checked by:
Date: Junho 2016	Substitutes:
Scale: S/E	Substituted by:
Title: AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO E CLIMATIZAÇÃO DIAGRAMA DE ÁGUA ARREFECIDA HOVIONE SETE CASAS - BUILDING 22	
Client: <b>HOVIONE</b>	
Project Phase: <b>EXECUÇÃO</b>	Drawing n°: <b>1043.AVC.D.035</b>
Issue: <b>E1</b>	

**8.10 Anexo 10 – Implantação de semáforos de interbloqueamento, LCD e botoneiras *Hovione* B22**

**(Página deixada propositadamente em branco)**



**LEGENDA**

- SEMAFORO DE INTERLOCUEAMENTO
- SEMAFORO DE INTERLOCUEAMENTO E ALARME DE PRESSAO
- BOTONEIRA DE EMERGENCIA PARA ABERTURA DE PORTAS
- LOD PARA VISUALIZAÇÃO DE PRESSÃO, TEMPERATURA E HUMIDADE RELATIVA

**TABLE 1**  
Parameters

HMI Number	Room Temperature	Room Moisture	Room Pressure	Pressure between		Room leak of Oxygen	HMI Room Location
				Room 1	Room 2		
01110	-	-	SAS2204	SAS2204	SAS2203	-	SAS2204
01120	SI.2203	SI.2203	SAS2204	SAS2204	SAS2213	SI.2203	SI.2203
01130	SI.2203	SI.2203	SAS2213	SAS2213	SAS2205	SI.2203	SAS2213
01140	SI.2204	SI.2204	SAS2213	SAS2213	SAS2205	SI.2203	SAS2213
01150	SI.2204	SI.2204	SAS2213	SAS2210	SI.2204	SI.2204	SAS2213
01160	SI.2205	SI.2205	SAS2213	SAS2212	SI.2205	SI.2205	SAS2213
01170	SI.2205	SI.2205	SAS2213	SAS2212	SI.2205	SAS2213	SAS2213
01180	SI.2206	SI.2206	SAS2213	SAS2214	SI.2206	SAS2213	SAS2213
01190	SI.2206	SI.2206	SAS2213	SAS2216	SI.2214	SI.2214	SI.2214
01200	SI.2214	SI.2214	SAS2213	SAS2216	SI.2214	SI.2214	SI.2214
01210	SI.2214	SI.2214	SAS2213	SAS2216	SI.2214	SI.2214	SI.2214
01220	SI.2215	SI.2215	SAS2213	SAS2218	SI.2215	SI.2215	SI.2215
01230	SI.2215	SI.2215	SAS2213	SAS2218	SI.2215	SI.2215	SI.2215
01240	SI.2216	SI.2216	SAS2213	SAS2219	SI.2216	SI.2216	SI.2216
01250	SI.2216	SI.2216	SAS2213	SAS2219	SI.2216	SI.2216	SI.2216
01260	SI.2218	SI.2218	SAS2226	SAS2223	SI.2218	SI.2218	SI.2218
01270	SI.2218	SI.2218	SAS2226	SAS2223	SI.2218	SI.2218	SI.2218
01280	SI.2219	SI.2219	SAS2226	SAS2225	SI.2219	SI.2219	SI.2219
01290	SI.2219	SI.2219	SAS2226	SAS2225	SI.2219	SI.2219	SI.2219
01300	SI.2228	SI.2228	SAS2226	SAS2227	SI.2228	SI.2228	SAS2226
01310	SI.2228	SI.2228	SAS2226	SAS2227	SI.2228	SI.2228	SAS2226
01320	SI.2229	SI.2229	SAS2226	SAS2228	SI.2229	SI.2229	SAS2226
01330	SI.2229	SI.2229	SAS2226	SAS2228	SI.2229	SI.2229	SAS2226
01340	SI.2220	SI.2220	SAS2226	SAS2230	SI.2220	SI.2220	SI.2220
01350	SI.2220	SI.2220	SAS2226	SAS2230	SI.2220	SI.2220	SI.2220

**NOTAS:**

1. PORTA EXISTENTE - SEMAFORO A SER FORNECIDO SEPARADAMENTE

Issue		Description		Date		Name	
Issued by:		Client:					
Proposed by:		Checked by:					
Date:		Signature:					
Project Name:		Project Phase:					
Scale:		Simplified by:					
1:100		EXECUÇÃO					
<p>Title:</p> <p>ELETRICIDADE ASSOCIADA A MECANICA SEMAFOROS E BOTONEIRAS</p>		<p>Title:</p> <p>HOVIONE SETE CASAS - BUILDING 22 - LEVEL 1</p>					

## **8.11 Anexo 11 – Tabela de ar novo NOS Lusomundo Vasco da Gama**

**(Página deixada propositadamente em branco)**



Sala N.º	Nome da Sala	Área Útil (m²)	Pé Direito (m)	Volume (m³)	Norma EN378	Espaço climatizado?	Ocupação			Eficácia de Ventilação		EN 15251 : 2008					SCE . DL118/2013						Caudais adoptados							
							R410A <kg	Ocup.	m²/Ocup.	Ocup./m²	Tipo	Valor	Categoria	Emissões do Edifício	Caudal de Ar Novo			Tipo de Actividade	Caudal (m³/h/ocup.)	Caudal (l/s)	Situação do Edifício	Caudal (m³/h/m²)	Caudal (l/s)	Caudal Final (l/s)	Ar Novo			Extracção		Renovação rph
															l/s.ocup.	l/s.m²	l/s								l/s	l/s.ocup.	l/s.m²	l/s	l/s	
0.01	Foyer	225,00	8,70	1 957,50	861,3	SIM	45	5,0	0,20	9	0,8	2	Low	7	0,70	591	3	24	300	2	3	188	300	1631	36	7,3			3	
0.02	Corredor de Acesso às Salas	270,00	2,70	729,00	320,8	SIM	20	13,5	0,07	9	0,8	3	Low	4	0,40	235	2	20	111	2	3	225	225	405	20	1,5			2	
0.03	Bar	33,00	8,70	287,10	126,3	NÃO	4	8,3	0,12	9	0,8	2	Low	7	0,70	64	5	35	39	2	3	28	39	399	100	12,1			5	
0.04	Apoio de Bar	17,00	4,60	78,20	34,4	NÃO	2	8,5	0,12	9	0,8	2	Low	7	0,70	32	3	24	13	2	3	14	14	43	22	2,6			2	
0.05	Armazém Apoio de Bar	43,00	4,90	210,70	92,7	SIM	1	43,0	0,02	9	0,8	2	Low	7	0,70	46	1	16	4	2	3	36	36	59	59	1,4			1	
0.06	Bengaleiro	5,50	2,70	14,85	6,5	NÃO	1	5,5	0,18	9	0,8	3	Low	4	0,40	8	1	16	4	2	3	5	5	-	-	-	22	4,0	5	
0.07	Acesso Sanitários	7,40	2,60	19,24	8,5	NÃO	1	7,4	0,14	9	0,8	3	Low	4	0,40	9	1	16	4	2	3	6	6	-	-	-	10	1,4	2	
0.08	Armazém Limpeza	3,20	2,60	8,32	3,7	NÃO	1	3,2	0,31	9	0,8	3	Low	4	0,40	7	1	16	4	2	3	3	4	-	-	-	10	3,1	4	
0.09	Sanitários Femininos	26,00	2,60	67,60	29,7	SIM		-	-	9	0,8	3	Low	4	0,40	13	1	16		2	3	22	22	25	-	-	180	6,9	10	
0.10	Sanitários Masculinos	24,00	2,60	62,40	27,5	SIM		-	-	9	0,8	3	Low	4	0,40	12	1	16		2	3	20	20	20	-	-	165	6,9	10	
0.11	Sanitários Mob. Red.	6,80	2,60	17,68	7,8	NÃO		-	-	9	0,8	3	Low	4	0,40	3	1	16		2	3	6	6	-	-	-	50	7,4	10	
0.12	Armazém Manutenção	100,00	3,00	300,00	132,0	SIM		-	-	9	0,8	3	Low	4	0,40	50	1	16		2	3	83	83	85	-	0,9			1	
0.13	Armazém Principal	100,00	3,00	300,00	132,0	SIM		-	-	9	0,8	3	Low	4	0,40	50	1	16		2	3	83	83	85	-	0,9			1	
0.14	Sala 1	175,00	4,40	770,00	338,8	SIM	142	1,2	0,81	9	0,8	1	Low	10	1,00	1 994	3	24	947	2	3	146	947	1995	14	11,4			9	
0.15	Sala 2	147,00	5,50	808,50	355,7	SIM	119	1,2	0,81	9	0,8	1	Low	10	1,00	1 671	3	24	793	2	3	123	793	1675	14	11,4			7	
0.16	Sala 3	104,00	5,20	540,80	238,0	SIM	81	1,3	0,78	9	0,8	1	Low	10	1,00	1 143	3	24	540	2	3	87	540	1145	14	11,0			8	
0.17	Sala 4	340,00	5,30	1 802,00	792,9	SIM	266	1,3	0,78	9	0,8	1	Low	10	1,00	3 750	3	24	1 773	2	3	283	1 773	3750	14	11,0			7	
0.18	Sala 5	340,00	5,30	1 802,00	792,9	SIM	266	1,3	0,78	9	0,8	1	Low	10	1,00	3 750	3	24	1 773	2	3	283	1 773	3750	14	11,0			7	
0.19	Sala 6	147,00	5,10	749,70	329,9	SIM	94	1,6	0,64	9	0,8	1	Low	10	1,00	1 359	3	24	627	2	3	123	627	1360	14	9,3			7	
0.20	Corredor Acesso Bar	14,00	2,60	36,40	16,0	NÃO		-	-	9	0,8	3	Low	4	0,40	7	1	16		2	3	12	12	-	-	-	15	1,1	1	
0.21	Sanitários Femininos	25,60	2,60	66,56	29,3	SIM		-	-	9	0,8	3	Low	4	0,40	13	1	16		2	3	21	21	25	-	1,0	180	7,0	10	
0.22	Sanitários Masculinos	20,70	2,60	53,82	23,7	SIM		-	-	9	0,8	3	Low	4	0,40	10	1	16		2	3	17	17	20	-	1,0	145	7,0	10	
1.01	Circulação Piso 1	30,70	2,60	79,82	35,1	NÃO		-	-	9	0,8	2	Low	7	0,70	27	1	16		2	3	26	26	30	-	1,0			1	
1.02	Gerência	45,00	2,60	117,00	51,5	SIM	3	15,0	0,07	9	0,8	1	Low	10	1,00	94	3	24	20	2	3	38	38	95	32	2,1			3	
1.03	Cofre	10,00	2,60	26,00	11,4	SIM	1	10,0	0,10	9	0,8	1	Low	10	1,00	25	3	24	7	2	3	8	8	25	25	2,5			3	
1.04	Vestiários Masculinos	10,80	2,60	28,08	12,4	SIM		-	-	9	0,8	2	Low	7	0,70	9	1	16		2	3	9	9	10	-	0,9			1	
1.05	Sanitários Vestiários Masculinos	5,20	2,60	13,52	5,9	NÃO		-	-	9	0,8	3	Low	4	0,40	3	1	16		2	3	4	4	-	-	-	36	6,9	10	
1.06	Vestiários Femininos	10,80	2,60	28,08	12,4	SIM		-	-	9	0,8	2	Low	7	0,70	9	1	16		2	3	9	9	10	-	0,9			1	
1.07	Sanitários Vestiários Femininos	3,30	2,60	8,58	3,8	NÃO		-	-	9	0,8	3	Low	4	0,40	2	1	16		2	3	3	3	-	-	-	25	7,6	10	
1.08	Refeitório	28,00	2,60	72,80	32,0	SIM	10	2,8	0,36	9	0,8	1	Low	10	1,00	160	3	24	67	2	3	23	67	160	16	5,7			8	
1.09	Sala de Controlo	34,00	2,60	88,40	38,9	SIM	2	17,0	0,06	9	0,8	2	Low	7	0,70	47	2	20	11	2	3	28	28	50	25	1,5			2	
1.10	Sala de Quadros Eléctricos	12,00	3,60	43,20	19,0	NÃO		-	-	9	0,8	3	Low	4	0,40	6	1	16		2	3	10	10	-	-	-	10	0,8	1	
1.11	Armazém Pipocas	11,00	2,60	28,60	12,6	NÃO	1	11,0	0,09	9	0,8	2	Low	7	0,70	18	1	16	4	2	3	9	9	-	-	-	20	1,8	3	
1.12	Cozinha de Pipocas	21,00	2,60	54,60	24,0	SIM	1	21,0	0,05	9	0,8	2	Low	7	0,70	27	3	24	7	2	3	18	18	30	30	1,4	350	16,7	23	
1.13	Armazém de Apoio Cozinha	13,00	2,60	33,80	14,9	SIM	1	13,0	0,08	9	0,8	2	Low	7	0,70	20	2	20	6	2	3	11	11	25	25	1,9			3	
1.14	Sanitários Masculinos Estúdio Café	6,20	2,60	16,12	7,1	SIM		-	-	9	0,8	3	Low	4	0,40	3	1	16		2	3	5	5	-	-	-	45	7,3	10	
1.15	Sanitários Femininos Estúdio Café	11,00	2,60	28,60	12,6	NÃO		-	-	9	0,8	3	Low	4	0,40	6	1	16		2	3	9	9	-	-	-	80	7,3	10	
1.16	Estúdio Café	118,00	2,40	283,20	124,6	NÃO	42	2,8	0,36	9	0,8	1	Low	10	1,00	673	3	24	280	2	3	98	280	675	16	5,7			9	
1.17	Corredor Projeção	244,00	2,60	634,40	279,1	SIM	2	122,0	0,01	9	0,8	3	Low	4	0,40	132	1	16	9	2	3	203	203	205	103	0,8			1	
1.18	Escadas	7,90	5,20	41,08	18,1	NÃO		-	-	9	0,8	3	Low	4	0,40	4	1	16		2	3	7	7	10	-	1,3			1	
		<b>2 796</b>	<b>-</b>	<b>12 308</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1 106</b>	<b>2,5</b>	<b>0,40</b>							<b>16 081</b>			<b>7 344</b>			<b>2 330</b>	<b>8 090</b>	<b>17 797</b>	<b>16</b>	<b>6,4</b>	<b>1 343</b>	<b>0,5</b>		

## **8.12 Anexo 12 – Lista de salas NOS Lusomundo Vasco da Gama**

**(Página deixada propositadamente em branco)**

Piso	N.º da Sala	Designação	Cargas Sensíveis Internas					Condições Interiores		Pressão Relativa (Pa)	Ar Novo (l/s)	Extracção Localizada		Observações
			Equip. (kW)	Factor de Potência	Factor de Exaustão	Factor de Simult.	Carga (kW)	TS (°C)	HR (%)			Nº Pontos	Caudal (l/s)	
0	0.14	Sala 1						22±2	≥35	10	15 a 100%			
0	0.15	Sala 2						22±2	≥35	10	15 a 100%			
0	0.16	Sala 3						22±2	≥35	10	15 a 100%			
0	0.17	Sala 4						22±2	≥35	10	15 a 100%			
0	0.18	Sala 5						22±2	≥35	10	15 a 100%			
0	0.19	Sala 6						22±2	≥35	10	15 a 100%			
0	0.20	Corredor Acesso Bar						NC	NC	0	0%			
0	0.21	Sanitários Femininos 2						NC	NC	-5	100%			
0	0.22	Sanitários Masculinos 2						NC	NC	-5	100%			
1	1.01	Circulação Piso 1						NC	NC	0	100%			
1	1.02	Gerência					5,05	22±2	NC	5	100%			
1	1.03	Cofre					0,50	22±2	NC	5	100%			
1	1.04	Vestiários Masculinos						22±2	NC	-5	100%			
1	1.05	Sanitários Vestiários Masculinos						NC	NC	-5	0%			
1	1.06	Vestiários Femininos						22±2	NC	-5	100%			
<b>TOTAL</b>			-	-	-	-	<b>6,6</b>	-	-	-	-			

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)	Observações
				Mínimo Requerido	Cálculo	Adoptado						
0	0.19	Sala 6		1 360	1 360	1 360	1 360	0	70	1 290		
<b>Sub-Total</b>			<b>Sistema UTA.SL.06</b>	<b>1 360</b>	<b>1 360</b>	<b>1 360</b>	<b>1 360</b>	<b>0</b>	<b>70</b>	<b>1 290</b>	<b>0</b>	<b>Soma de Controlo</b>
0	0.02	Corredor de Acesso às Salas		405	405	405	405	210	110	505		Grelha de passagem 35 l/s
0	0.05	Armazém Apoio de Bar		59	59	60	60	20	0	80		
0	0.06	Bengaleiro		0	0	0	0	25	0	25		
0	0.07	Acesso Sanitários		0	0	0	0	60	60	0		
0	0.08	Armazém Limpeza		0	0	0	0	20	0	20		
0	0.09	Sanitários Femininos 1		25	25	25	25	20	0	45		
0	0.10	Sanitários Masculinos 1		25	20	20	20	20	0	40		
0	0.11	Sanitários Mob. Red.		0	0	0	0	20	0	20		
0	0.12	Armazém Manutenção		85	85	85	85	20	0	105		
0	0.13	Armazém Principal		85	85	85	85	20	0	105		
<b>Sub-Total</b>			<b>Sistema UTAN.GER.01 + VE.GER.01</b>	<b>684</b>	<b>679</b>	<b>680</b>	<b>680</b>	<b>435</b>	<b>170</b>	<b>945</b>	<b>0</b>	<b>Soma de Controlo</b>
0	0.01	Foyer		1 631	1 631	1 635	1 635	0	743	892		
0	0.04	Apoio de Bar		0	0	0	0	683	0	683		
0	0.21	Sanitários Femininos 2		25	25	25	25	20	0	45		
0	0.22	Sanitários Masculinos 2		20	20	20	20	20	0	40		
1	1.16	Estúdio Café	VC.1.16.1 + VC.1.16.2	675	675	675	675	0	60	615		
<b>Sub-Total</b>			<b>Sistema UTAN.GER.02 + VE.GER.02</b>	<b>2 351</b>	<b>2 351</b>	<b>2 355</b>	<b>2 355</b>	<b>723</b>	<b>803</b>	<b>2 275</b>	<b>0</b>	<b>Soma de Controlo</b>
1	1.17	Corredor Projeção		205	1 820	1 820	1 820	0	20	0	1 800	
<b>Sub-Total</b>			<b>Sistema UTAN.PROJ.03 + VE.PROJ.03</b>	<b>205</b>	<b>1 820</b>	<b>1 820</b>	<b>1 820</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>1 800</b>	<b>Soma de Controlo</b>

## **8.13 Anexo 13 – Ficha técnica (difusores) NOS Lusomundo Vasco da Gama**

**(Página deixada propositadamente em branco)**

<b>FICHA Nº AE.01</b>	
<b>Material / Equipamento:</b>	Difusores de Insuflação do tipo Rotacional
<b>Quantidade:</b>	Ver peças desenhadas e lista de quantidades
<b>Designação do Projecto:</b>	-
<b>Marca e Modelo de Referência:</b>	TROX, modelo VDL
<b>Local de Montagem:</b>	Ver peças desenhadas
<b>Normas, Códigos e Regulamentos a Observar:</b>	
<b>Características de Funcionamento:</b>	
<p>Dimensionados de modo a não provocarem ruído (NC 50). Caudais e alcances conforme representados nos desenhos.</p>	
<b>Características Construtivas e de Montagem:</b>	
<p>Em alumínio lacado, cor a definir no início da obra. Difusor composto por um anel frontal com 2 conjuntos de 6 lâminas deflectoras, fixas ou ajustáveis entre si, uma tampa embelezadora central e uma gola superior para fixação à conduta ou a um pleno. Permite adaptação do tipo de difusão: rotacional (ar frio) ou jacto vertical (ar quente).  Esta adaptação é conseguida através do ajuste de três lâminas móveis que direccionam o ar. Este ajuste poderá ser feito tanto localmente - actuação manual - como remotamente através de um actuador eléctrico (Opcional).  Deve ser incluído um registo a montante. Deve ser Incluído um pleno do mesmo fabricante.</p>	
<b>Características Dimensionais:</b>	
	
<p>Modelo tipo de difusor</p>	
<b>Notas:</b>	
<p>Como garantia de qualidade no que diz respeito aos suportes e amarrações, aconselha-se a utilização da marca MüPRO, ou equivalente.</p>	



## **8.14 Anexo 14 –Mapa de quantidades NOS Lusomundo Vasco da Gama**

**(Página deixada propositadamente em branco)**

POSIÇÃO	DISCRIMINAÇÃO	QT.	UN.	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
<b>A</b>	<b>Instalação de AVAC</b>				
1	Sistema UTA.SL.01				
1.1	Equipamentos				
1.1.1	Unidade de Tratamento de Ar Ficha n.º EQ.01				
	UTA.SL.01	1	un		
1.1.2	Condensador Ficha n.º EQ.06				
	COND.UTA.SL.01	1	un		
1.2	Sistema Aerúlico				
1.2.1	Difusores Rotacionais Ficha n.º AE.01				
	DI.0.14.1 a DI.0.14.4 (VDL 800)	4	un		
1.2.2	Grelhas de Retorno Ficha n.º AE.05				
	GR.0.14.1 a GR.0.14.2 (AR 525 x 1225)	2	un		
1.2.3	Conduas de Ar Metálicas Ficha n.º AE.10				
1.2.3.1	Apenas Isoladas				
	Rectangular	32,0	m2		
1.2.4	Registos de Caudal de Ar Manuais Ficha n.º AE.16				
	R.0.14 (JZ-S 600 x 510)	1	un		
1.3	Sistema Hidráulico				
1.3.1	Tubagem para Fluido Frigorígeno Ficha n.º HI.28				
	Ø 15,88	8	ml		
	Ø 28,58	8	ml		
1.3.2	Tubagem de Esgoto de Condensados Ficha n.º HI.27				
	PVC32	5	ml		

## **8.15 Anexo 15 – Estimativa orçamental NOS Lusomundo Vasco da Gama**

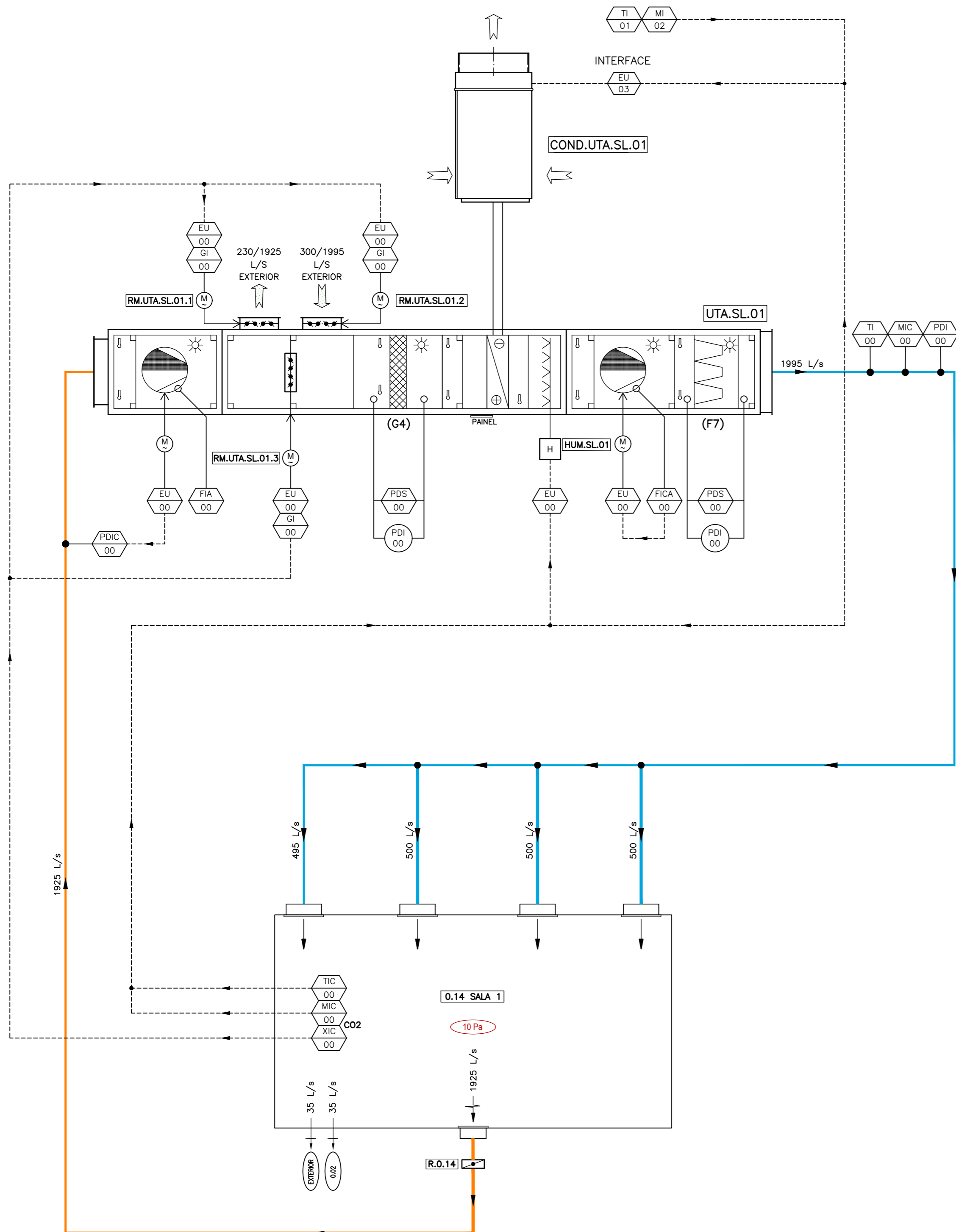
**(Página deixada propositadamente em branco)**

POSIÇÃO	DISCRIMINAÇÃO	QT.	UN.	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL	K		Custos			Global Unitário	Horas Totais	Global Total
						1,3	Subcontrato	Material	Mão-de-obra				
									Horas	Custo			
<b>A</b>	<b>AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO E AR CONDICIONADO</b>			<b>580 180,73 €</b>									
1	Sistema UTA.SL.01												
1.1	Equipamentos												
1.1.1	Unidade de Tratamento de Ar Ficha n.º EQ.01												
	UTA.SL.01	1	un	28 795,17 €	28 795,17 €			21 670,13 €	16,00	480,00 €	22 150,13 €	16,0	22 150,13 €
1.1.2	Condensador Ficha n.º EQ.06												
	COND.UTA.SL.01	1	un	12 920,70 €	12 920,70 €			9 459,00 €	16,00	480,00 €	9 939,00 €	16,0	9 939,00 €
1.2	Sistema Aeráulico												
1.2.1	Difusores Rotacionais Ficha n.º AE.01												
	DI.0.14.1 a DI.0.14.4 (VDL 800)	4	un	2 782,65 €	11 130,60 €			2 116,50 €	0,80	24,00 €	2 140,50 €	3,2	8 562,00 €
1.2.2	Grelhas de Retorno Ficha n.º AE.05												
	GR.0.14.1 a GR.0.14.2 (AR 525 x 1225)	2	un	212,81 €	425,62 €			139,70 €	0,80	24,00 €	163,70 €	1,6	327,40 €
1.2.3	Conduitas de Ar Metálicas Ficha n.º AE.10												
1.2.3.1	Apenas Isoladas												
	Rectangular	32,0	m2	74,00 €	2 368,08 €		56,93 €				56,93 €		1 821,60 €
1.2.4	Registos de Caudal de Ar Manuais Ficha n.º AE.16												
	R.0.14 (JZ-S 600 x 510)	1	un	209,95 €	209,95 €			137,50 €	0,80	24,00 €	161,50 €	0,8	161,50 €
1.3	Sistema Hidráulico												
1.3.1	Tubagem para Fluido Frigorígeno Ficha n.º HI.28												
	Ø 15,88	8	ml	18,98 €	151,84 €			14,60 €			14,60 €		116,80 €

## **8.16 Anexo 16 –Diagrama P&ID NOS Lusomundo Vasco da Gama**

**(Página deixada propositadamente em branco)**

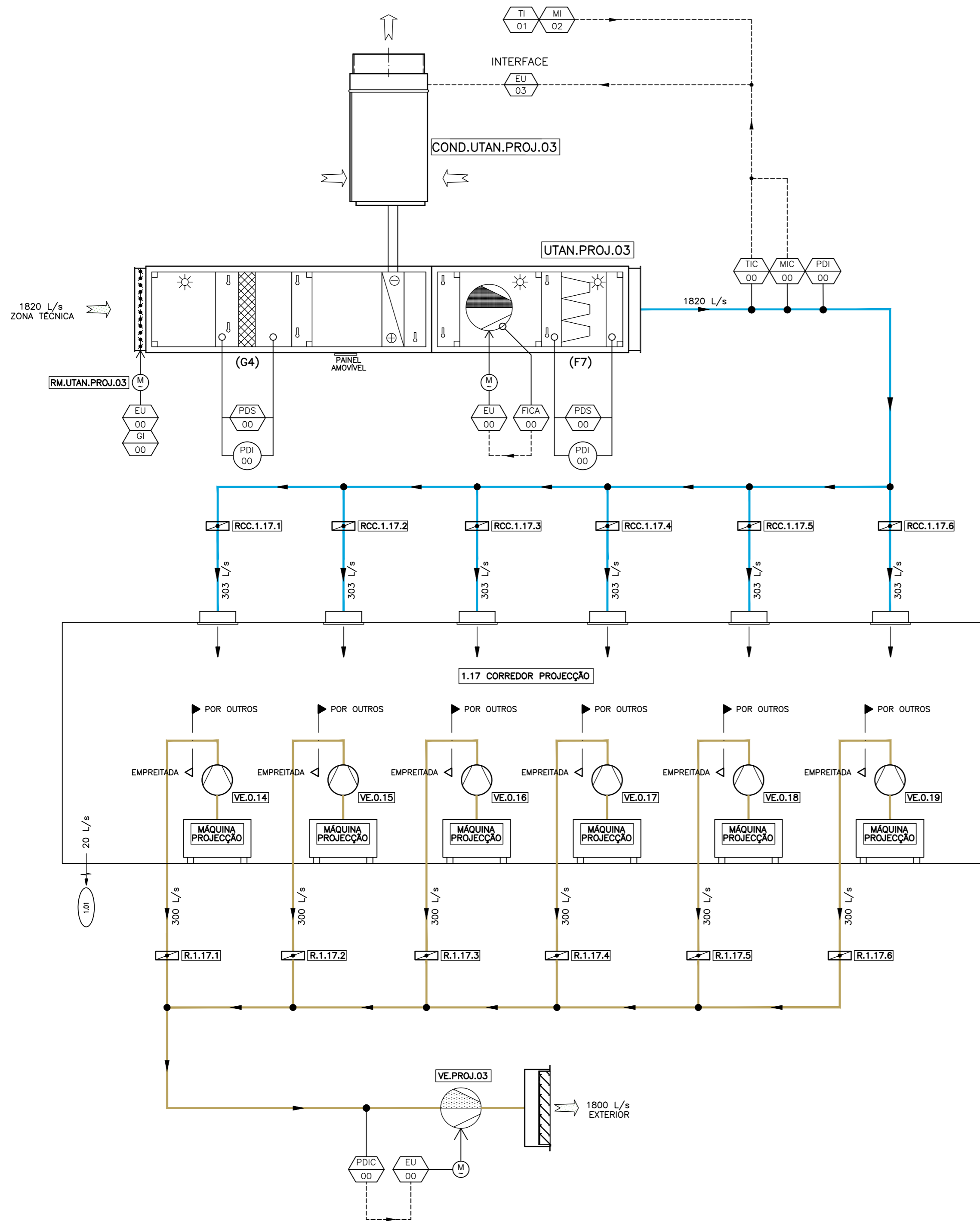




Code letter	Group 1: Measurements or other input parameter		Group 2: handling of sequence numbering: I, R, C
	First Code letter	Complement code letter	
A			Alarm
B			
C	Conductivity / PH		Automatic Control
D	Density	Difference	
E	Electrical Parameter		Reader Function
F	Flow	Proportion	
G	Distance, Length, Position, Strain, Amplitude		
H	Manual Input		High Limit Indication
I			
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, Rotatiom Speed, Frequency		Switch, Process Control, Logic Control
T	Temperature		Transducer
U			Combined Engine Functions
V			
W	Weigth, Bulk		
Y			Function Calculation
Z			Emergency, Security by Trigger, Safety Equipment, Security Events

SÍMBOLO	ABREVIATURA	DESCRIÇÃO
	ETA	AR DE EXTRAÇÃO
	RCA	AR DE RETORNO
	SUP	AR DE INSUFLAÇÃO
	ODA	AR NOVO
	SEC	RECIRCULAÇÃO
	-	PONTO DE MEDIÇÃO
	-	LINHA DE REFERÊNCIA
	-	LINHA DE COMANDO
	-	SETA DE CONTROLO
	-	PONTO DE CONTROLO
	-	ELEMENTO MOTOR, GERAL (COM ENERGIA NORMAL OU AUTOMÁTICA)
	-	ELEMENTO MOTOR, EM CASO DE FALHA DE ENERGIA O EQUIPAMENTO IRÁ ABRIR
	-	ELEMENTO MOTOR, EM CASO DE FALHA DE ENERGIA O EQUIPAMENTO IRÁ FECHAR
	-	COMANDO MANUAL E LOCAL
	-	ELEMENTO MOTOR, EM CASO DE FALHA DE ENERGIA O EQUIPAMENTO MANTERÁ A POSIÇÃO
	-	ELEMENTO MOTOR, EM CASO DE FALHA DE ENERGIA O EQUIPAMENTO MANTERÁ A POSIÇÃO, COM POSSIBILIDADE DE REPOSICIONAMENTO
	-	ELEMENTO MOTOR, EM CASO DE FALHA DE ENERGIA O EQUIPAMENTO MANTERÁ A ÚLTIMA POSIÇÃO, COM POSSIBILIDADE DE REPOSICIONAMENTO
	-	VÁLVULA DE SECCIONAMENTO
	-	VÁLVULA DE 3 VIAS
	-	VÁLVULA DE SECCIONAMENTO MANÓMETRO
	-	PONTO DE CONTROLO OU MONITORIZAÇÃO COM VISUALIZAÇÃO NA GTC
	-	PONTO DE CONTROLO OU MONITORIZAÇÃO COM VISUALIZAÇÃO NO EQUIPAMENTO LOCAL
	-	PONTO DE CONTROLO OU MONITORIZAÇÃO COM VISUALIZAÇÃO NO QUADRO LOCAL

Indice	Alterações	Data	Nome
Especialidades		Designação	
		<b>AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO E CLIMATIZAÇÃO</b> <b>DIAGRAMA P&amp;ID - SISTEMA UTA.SL.01 DX</b>	
		NOS LUSOMUNDO - CINEMAS VASCO DA GAMA	
Desenhou	Verificou	Cliente	
T.S.	J.C.	<b>NOS LUSOMUNDO</b>	
Data	Substitui	Fase do projecto	
Julho 2016		<b>EXECUÇÃO</b>	
Escalas	Substituído	Desenho n°	Indice
S/E		1006.AVC.D.006	EO



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	Difference	
E	Electrical Parameter		Reader Function
F	Flow	Proportion	
G	Distance, Length, Position, Strain, Amplitude		
H	Manual Input		High Limit Indication
I			
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, Rotatiom Speed, Frequency		Switch, Process Control, Logic Control
T	Temperature		Transducer
U			Combined Engine Functions
V			
W	Weigth, Bulk		
Y			Function Calculation
Z			Emergency, Security by Trigger, Safety Equipment, Security Events

SÍMBOLO	ABREVIATURA	DESCRIÇÃO
	ETA	AR DE EXTRAÇÃO
	RCA	AR DE RETORNO
	SUP	AR DE INSUFLAÇÃO
	ODA	AR NOVO
	SEC	RECIRCULAÇÃO
	-	PONTO DE MEDIÇÃO
	-	LINHA DE REFERÊNCIA
	-	LINHA DE COMANDO
	-	SETA DE CONTROLO
	-	PONTO DE CONTROLO
	-	ELEMENTO MOTOR, GERAL (COM ENERGIA NORMAL OU AUTOMÁTICA)
	-	ELEMENTO MOTOR, EM CASO DE FALHA DE ENERGIA O EQUIPAMENTO IRÁ ABRIR
	-	ELEMENTO MOTOR, EM CASO DE FALHA DE ENERGIA O EQUIPAMENTO IRÁ FECHAR
	-	COMANDO MANUAL E LOCAL
	-	ELEMENTO MOTOR, EM CASO DE FALHA DE ENERGIA O EQUIPAMENTO MANTERÁ A POSIÇÃO
	-	ELEMENTO MOTOR, EM CASO DE FALHA DE ENERGIA O EQUIPAMENTO MANTERÁ A POSIÇÃO, COM POSSIBILIDADE DE REPOSICIONAMENTO
	-	ELEMENTO MOTOR, EM CASO DE FALHA DE ENERGIA O EQUIPAMENTO MANTERÁ A ÚLTIMA POSIÇÃO, COM POSSIBILIDADE DE REPOSICIONAMENTO
	-	VÁLVULA DE SECCIONAMENTO
	-	VÁLVULA DE 3 VIAS
	-	VÁLVULA DE SECCIONAMENTO MANÓMETRO
	-	PONTO DE CONTROLO OU MONITORIZAÇÃO COM VISUALIZAÇÃO NA GTC
	-	PONTO DE CONTROLO OU MONITORIZAÇÃO COM VISUALIZAÇÃO NO EQUIPAMENTO LOCAL
	-	PONTO DE CONTROLO OU MONITORIZAÇÃO COM VISUALIZAÇÃO NO QUADRO LOCAL

Indice	Alterações	Data	Nome
Especialidades		Designação	
		<b>AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO E CLIMATIZAÇÃO</b> DIAGRAMA P&ID - SISTEMA UTAN.PROJ.03 DX	
		NOS LUSOMUNDO - CINEMAS VASCO DA GAMA	
Desenhou	Verificou	Cliente	
T.S.	J.C.	<b>NOS LUSOMUNDO</b>	
Data	Substitui	Fase do projecto	
Julho 2016		<b>EXECUÇÃO</b>	
Escalas	Substituído	Desenho n°	Indice
S/E		<b>1006.AVC.D.046</b>	<b>EO</b>