



Seleção ótima de unidades de tratamento de ar

CARLA ALEXANDRA PEREIRA DE SOUSA

novembro de 2018

Seleção ótima de unidades de tratamento de ar

Carla Alexandra Pereira de Sousa

Dissertação submetida para a obtenção do grau de
Mestre em Energias Sustentáveis

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica

novembro de 2018

Relatório da Unidade Curricular de Dissertação/Projeto/Estágio do 2º ano do
Mestrado em Energias Sustentáveis

Candidato: Carla Alexandra Pereira de Sousa, Nº 1160043, 1160043@isep.ipp.pt

Empresa: EVAC- Equipamentos de Ventilação E Ar Condicionado, S. A.



Orientação Científica: Olga Dos Remédios Sobral Castro, orc@isep.ipp.pt

Supervisão: Daniela Carina Magalhães Monteiro, daniela.monteiro@evac.pt

Mestrado em Energias Sustentáveis
Departamento de Engenharia Mecânica



novembro de 2018

“Somos feitos da mesma matéria que nossos sonhos, ...” -William Shakespeare

Agradecimentos

Antes de mais, queria expressar o meu sincero agradecimento a todos aqueles que de alguma forma, direta ou indiretamente, ajudaram em todo o meu percurso de estágio e na realização do presente relatório.

Primeiramente, à empresa EVAC - Equipamentos de Ventilação e Ar Condicionado, S. A., que me acolheu durante o período de estágio curricular de 6 meses, cuja excelência em termos de pessoal técnico constituem sem margem de dúvida, um excelente exemplo para quem pretende seguir carreira na área do AVAC.

Seguidamente, a minha supervisora na empresa, a Engenheira Daniela Monteiro, pela disponibilidade e auxílio em todo o processo de integração e desenvolvimento dos projetos.

À responsável pela minha condução pedagógica, a Professora Doutora Olga Castro, por ter aceitado a minha proposta e a disponibilidade demonstrada no desenvolvimento do relatório.

Aos meus amigos/as de curso e trabalho na EVAC que sempre me ajudaram nas situações mais complicadas.

Por último, porque sem eles nada disto seria possível, aos meus pais, por tudo o auxílio dado desde o primeiro dia da universidade até ao momento.

A todos, o Muito Obrigada.

Resumo

O presente relatório tem como finalidade, a seleção ótima de unidades de tratamento de ar (UTA), para diversos casos reais tais como: hospitais, clínicas, museus, hotéis, escolas, entre outros, na empresa EVAC. Esta tem como principal objetivo de criar soluções de aquecimento, ventilação e ar condicionado para as diferentes necessidades do mercado nacional e internacional.

A seleção de unidades de tratamento de ar é efetuada tendo em conta vários fatores, tais como, as especificações mencionadas no caderno de encargos (CE) relativamente aos componentes, a zona onde se vai instalar o equipamento, o tipo de clima, a legislação que deve cumprir, consoante os casos e tipo de máquina, entre outros, que quando aplicados permitem obter uma ou mais soluções possíveis para cada caso proposto. Sendo que, o objetivo final é garantir que a solução apresentada cumpra todos os requisitos, esta é a principal atividade desempenhada na empresa que possibilitou a escrita deste relatório.

No decorrer do estágio, inicialmente destinou-se a adaptação à empresa, o conhecimento da tipologia de unidades produzidas, a legislação a aplicar a cada caso e por último o conhecimento do programa de seleção.

Passou-se posteriormente para a implementação da metodologia de dimensionamento, para a perceção e aprendizagem em selecionar UTAs, através da interpretação dos cadernos de encargos, desenhos técnicos e de seleções de outras marcas concorrentes à EVAC. Primeiramente consistiu em analisar projetos já efetuados para uma maior aprendizagem e compreensão do programa de seleção, e seguidamente, em projetos realizados de raiz, desde casos simples até aos dois casos de estudo.

Por fim, encontra-se a análise aos dois casos de estudo, referentes a uma clínica de saúde e uma unidade hospitalar, sendo apresentadas as devidas observações passo a passo ao trabalho efetuado até à solução final encontrada.

O documento é finalizado com as análises e comparações das seleções finais dos diversos projetos, bem como, uma apreciação mais crítica aos resultados obtidos nos casos de estudo,

referentes às eficiências energéticas das unidades, nos consumos de energia, nas mudanças de componentes efetuadas e o custo total das unidades. Por fim, a observação geral do estudo realizado em ambiente empresarial, juntamente com as conclusões finais do trabalho.

Palavras-Chave: UTA, Legislação, Eficiência energética, Edifícios hospitalares.

Abstract

The purpose of this report is the optimum selection of air handling units (AHU) for several real cases such as: hospitals, clinics, museums, hotels, schools, among others, in the company Evac. It has as its main objective to create heating, ventilation and air conditioning solutions for the different needs of the national and international market.

The selection of air handling units is carried out considering several factors, such as, the specifications mentioned in the paper concerning the components, the area where the equipment is to be installed, the type of climate, the legislation that should comply, depending on the cases and type of machine, etc. That when applied allow to obtain one or more possible solutions for each case proposed. The final objective is to ensure that the solution presented complies with all the requirements, this is the main activity performed in the company that enabled the writing of this report.

During the internship, initially intended to adapted to the company, the knowledge of the type of units produced, the legislation to be applied to each case and last the selection program.

It was subsequently applied to the implementation of the methodology, for the perception and learning in selecting AHU. Through the interpretation of the specifications, technical drawings and selections of other brands competitors to Evac. The work consisted in projects already undertaken for a greater learning and understanding of the selection program, after then, in projects carried out from scratch, from simple cases to the two cases of study.

Lastly, the analysis of the two cases of study, referring to a health clinic and a hospital unit, being made the proper observation step by step to the work performed until the final solution found.

The document is terminated with the appropriate analyses and comparisons of the final selections of the various projects, as well as a more critical assessment of the results obtained in the study cases, referring to the energy efficiency of the units, the electrical consumption, changes in components and the final price.

In last, the general observation of the study carried out in the company, together with the final conclusions of the work.

Keywords

AHU, Legislation, Energy efficiency, Hospital buildings.

Declaração

Carla Alexandra Pereira de Sousa declara, sob compromisso de honra, que este trabalho é original e que todas as contribuições não originais foram devidamente referenciadas, com identificação da fonte.

8 De Março de 2018

Assinatura,

Índice

AGRADECIMENTOS	VII
RESUMO	IX
ABSTRACT	XI
DECLARAÇÃO	XIII
ÍNDICE	XV
ÍNDICE DE FIGURAS	XVII
ÍNDICE DE TABELAS	XXI
NOMENCLATURA	XXIII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.3. CALENDARIZAÇÃO	3
1.4. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	4
2. UNIDADES DE TRATAMENTO DE AR	7
2.1. CONCEITO	7
2.2. COMPOSIÇÃO DA UTA.....	8
2.3. ECODSIGN.....	16
2.4. DIFERENTES TIPOS DE UNIDADES DE TRATAMENTO DO AR.....	18
2.5. ENQUADRAMENTO LEGAL.....	24
3. METODOLOGIA	27
3.1. SELEÇÃO DE UNIDADES DE TRATAMENTO DE AR	27
3.2. PROCEDIMENTO DO DIMENSIONAMENTO DA UTA	31
4. RESULTADOS	35
4.1. CASOS PRÁTICOS	35
4.2. “CLÍNICA ESPAÇO GUIMARÃES – GRUPO TROFA SAÚDE”.....	58
4.3. “REFORMULAÇÃO DOS BLOCOS OPERATÓRIOS DO EDIFÍCIO NEO CLÁSSICO DO CENTRO HOSPITALAR DO PORTO”	62
4.4. ANÁLISE CRÍTICA DO TRABALHO REALIZADO	65
5. CONCLUSÕES	67
REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS	69
ANEXO A. – FOLHA DE SELEÇÃO DO PROJETO NEO CLÁSSICO – CENTRO HOSPITALAR	

DO PORTO	71
ANEXO B. – EN 1886 – DESEMPENHO MECÂNICO DE UNIDADES DE TRATAMENTO DE AR	74
ANEXO C. – REQUISITOS ADICIONAIS DE HIGIENE.....	80
ANEXO D. - COMPARATIVOS DO PROJETO “CLÍNICA ESPAÇO GUIMARÃES – GRUPO TROFA SAÚDE”	82
ANEXO E. - COMPARATIVOS DO PROJETO “REFORMULAÇÃO DOS BLOCOS OPERATÓRIOS DO EDIFÍCIO NEO CLÁSSICO DO CENTRO HOSPITALAR DO PORTO”	85

Índice de Figuras

Figura 1 - Cronograma da empresa EVAC.....	2
Figura 2 - Componentes da UTA	8
Figura 3 - Tipos de ventiladores.	8
Figura 4 - Baterias de arrefecimento e aquecimento.	10
Figura 5 - Tipos de filtros.	10
Figura 6 - Diferentes tipos de recuperador de calor	14
Figura 7 - Registo de caudal.	15
Figura 8 - Atenuador acústico.	16
Figura 9 - Tabela especificações do Ecodesign.....	18
Figura 10 – EVAC - ENGENHARIA DO AR – UTA.....	19
Figura 11 – EVAC - ENGENHARIA DO AR - UTA - H	20
Figura 12 - EVAC - ENGENHARIA DO AR - UTA - RP/RR/RB	21
Figura 13 – EVAC - ENGENHARIA DO AR - UC	21
Figura 14 – EVAC - ENGENHARIA DO AR - URT.....	22
Figura 15 – EVAC - ENGENHARIA DO AR - UFQ.....	22
Figura 16 – EVAC - ENGENHARIA DO AR - MBH.....	23
Figura 17 - Tabela de características das UTA'S – Projeto Metauto, Rio Tinto.....	28
Figura 18 – Software UTA – Condições exteriores e desenho montagem (Loja Kinda – Porto).....	29

Figura 19 - Gama de seleção/ Tamanho da UTA	30
Figura 20 - Seleção da UTA - Sé Patriarcal de Lisboa	31
Figura 21 - Fluxograma do procedimento de seleção	32
Figura 22 - Fluxograma do projeto	33
Figura 23 - Certificação EUROVENT CERTIFIED PERFORMANCE	36
Figura 24 - Características da UTA.....	38
Figura 25 - Configuração da UTAN	40
Figura 26 - Configuração da UTA	40
Figura 27 – UTA	45
Figura 28 - Desenho das UTA e VE	54
Figura 29 - Desenho da UTA	56

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Calendário das Atividades realizadas em estágio.....	4
Tabela 2 - Classificação da velocidade interior na caixa e potência absorvida.....	9
Tabela 3 - Descrição da classificação dos filtros.....	11
Tabela 4 - Classificação dos filtros segunda a norma EN 1822	12
Tabela 5 – Uso de filtragem consoante a qualidade do ar interior/exterior.....	13
Tabela 6 - Classificação dos recuperadores segundo a norma EN 13053	15
Tabela 7 - Configuração da UTA conforme a EN 1886.....	36
Tabela 8 - Seleção do projeto Rio Tinto.....	37
Tabela 9 - Seleção do projeto Lisboa	39
Tabela 10 - Características mecânicas da UTA.....	39
Tabela 11 - Seleção do projeto Tábua	41
Tabela 12 - Características de resistência mecânica.....	42
Tabela 13 - Seleção do projeto Ermida	43
Tabela 14 - Características de resistência mecânica.....	44
Tabela 15 - Seleção do projeto IPO lisboa	45
Tabela 16 - Seleção do projeto de Coimbra	46
Tabela 17 - Seleção do projeto The 7 Hotel	46
Tabela 18 - Classificação das resistências mecânicas	47
Tabela 19 - Seleção do projeto Hospital Barreiro	48

Tabela 20 - Características de resistência mecânica	49
Tabela 21 - Seleção do projeto Hospital Lousada.....	51
Tabela 22 - Características de resistência mecânica	52
Tabela 23 - Seleção do projeto IPO Lisboa.....	52
Tabela 24 - Características de resistência mecânica	53
Tabela 25 - Seleção do projeto Externato Paulo VI.....	54
Tabela 26 - Seleção do projeto Centro Hospitalar do Porto.....	55
Tabela 27 - Seleção do Hotel Porto Antigo.....	56
Tabela 28 -Características de resistência mecânica	57
Tabela 29 - Solução do projeto Urbo - Matosinhos	58
Tabela 30 - Características de resistência mecânica	59
Tabela 31 - Características de resistência mecânica	60
Tabela 32 – Seleção final do projeto Trofa Saúde	62
Tabela 33 - Características de resistência mecânica	63
Tabela 34 - Seleções do Projeto Centro Hospitalar do Porto.....	65

Nomenclatura

Caracteres Romanos

<i>A</i>	–	Altura	(mm)
<i>C</i>	–	Comprimento	(mm)
<i>L</i>	–	Largura	(mm)
<i>V</i>	–	Caudal	(m ³ /h)
<i>Pot</i>	–	Potências	(kW)
<i>P</i>	–	Peso	(kg)
<i>p</i>	–	Pressão	(Pa)
<i>T</i>	–	Tensão	N/m ²
ΔT	–	Temperaturas	(°C)
<i>v</i>	–	Velocidade do ar	(m/s)

Caracteres Gregos

η	–	Rendimento	
--------	---	------------	--

Abreviaturas

CA	– Caixa de ventilação
CE	- Caderno de encargos
DIN	– Diretiva europeia
EN	– Normas europeias
RB	– Recuperador de calor de bateria alhetada
RP	– Recuperador de calor de placas
RR	– Recuperador de calor de roda térmica
UC	– Unidade compacta
UD	– Unidade de desumidificação
UFQ	– Unidade de filtragem química
URT	– Unidade de recuperação de baixo perfil
UTA	– Unidade de tratamento de ar
UTAN	– Unidade de tratamento de ar novo
VDI	– Diretiva europeia
VE	– Ventilador de extração
VI	– Ventilador de insuflação

1. Introdução

1.1. Apresentação da Empresa

Fundada pelo Eng.º Zeferino de Sousa Lapa, a EVAC desenvolve a sua atividade desde 1984, tendo sido criada com o objetivo de criar produtos de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado, AVAC, adaptadas às necessidades do mercado Português.

Sendo os principais concorrentes da EVAC empresas internacionais, maioritariamente europeias, as suas gamas de produtos são concebidas para diferentes necessidades, nomeadamente pela importante incidência das condições climáticas no projeto destes equipamentos.

O estudo de normas e regulamentos e o contacto frequente com projetistas e instaladores tem permitido dar resposta ao aumento das exigências, quer construtivas, quer de eficiência energética. Graças a esta experiência, a EVAC tem atingido os seus principais objetivos: minimizar o custo de aquisição, instalação e de exploração dos seus equipamentos, tendo sempre a preocupação de preservar o meio ambiente adotando soluções industriais menos poluentes, bem como, na redução do consumo energético das unidades de tratamento de ar.

Em 1996, a EVAC iniciou o processo de internacionalização da empresa. Aderiu à Comissão

de Certificação de Unidades de Tratamento de Ar EUROVENT, tendo obtido a certificação da gama UTA em 1998. Em 2001, o sistema de gestão da qualidade implementado era certificado segundo a norma ISO 9001-2000, passando para a norma ISO 9001-2008 em 2010 garantindo assim a conformidade das unidades produzidas com os requisitos normativos e suas especificações.

Em 2015, a entidade Alemã TÜV NORD atribui a certificação higiénica para unidades de tratamento de ar com requisitos adicionais de higiene segundo a norma DIN 1946-4 e VDI 6022, como se pode visualizar na figura 1 o cronograma com a respetiva evolução da EVAC ao longo dos anos.

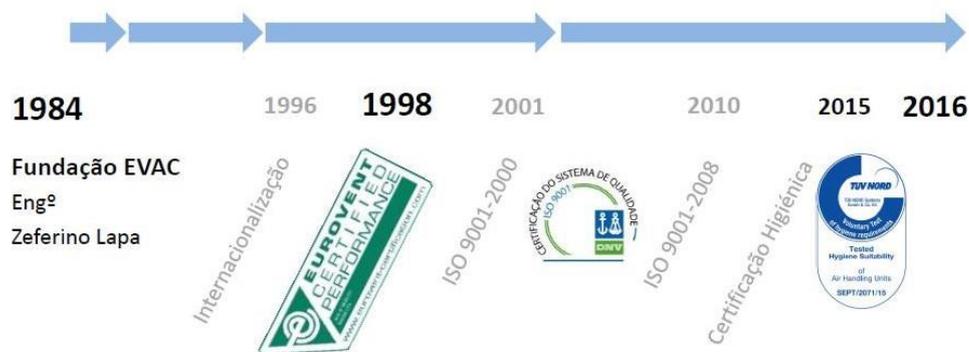


Figura 1 - Cronograma da empresa EVAC

1.2. Objetivos

A elaboração deste relatório de Estágio Curricular, no âmbito da unidade DPEST, deve-se ao acordo efetuado entre a empresa e a instituição de ensino ISEP, num período de 6 meses.

Neste contexto, prevê-se a existência do Estágio Curricular, através do qual se proporciona aos jovens em fase final do Mestrado, um primeiro contacto com o mercado de trabalho. É certo que o principal objetivo deste estágio é a inserção no mercado de trabalho bem como adquirir experiência profissional, no entanto, e de acordo com Bento, 2015, penso ser importante referir outros objetivos que estiveram sempre presentes:

- Possibilitar aos jovens com qualificação de nível superior um estágio em contexto real de trabalho, que facilite e promova a sua inserção na vida ativa;
- Possibilitar uma maior articulação entre a saída do sistema educativo/formativo e o contacto com o mundo do trabalho;
- A aquisição de conhecimentos práticos na área de trabalho subjacentes ao estágio;
- O aprofundamento de conhecimentos técnicos;
- O aprofundamento da capacidade de tomar decisões e de assumir responsabilidades.

No decorrer do trabalho proporcionou a oportunidade para aprofundar os conhecimentos nos domínios de unidades curriculares que foram lecionadas durante o mestrado e na mobilidade Erasmus (em Valência), bem como, a aquisição de novos conhecimentos a nível empresarial.

Assim, este presente relatório tem como objetivo fundamental a descrição dos processos de seleção de unidades tratamento de ar (UTA), através da leitura do/s caderno/s de encargo/s, desenhos técnicos, ou até mesmo, de fichas técnicas de outras marcas concorrentes à EVAC recorrendo a um programa de seleção para a obtenção das seleções de equipamentos.

O relatório está organizado de uma forma sequencial, respeitando a ordem de trabalho realizados na empresa.

1.3. Calendarização

As diversas atividades realizadas no estágio curricular.

Fase 1 – Integração na empresa

Fase 2 – Início de aprendizagem do programa

Fase 3 – Elaboração dos procedimentos do dimensionamento das Utas

Fase 4 – Elaboração dos casos de estudo

A Tabela 1 permite visualizar o plano traçado para os 6 meses de estágio.

Tabela 1 - Calendário das Atividades realizadas em estágio.

Tarefa \ Mês	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto
Fase 1	X					
Fase 2	X	X				
Fase 3		X	X	X		
Fase 4				X	X	X

1.4. Organização do relatório

O presente Relatório de Estágio Curricular tem como objetivo o estudo na seleção de Unidades de Tratamento de Ar, atendendo às legislações em vigor bem como aos pedidos efetuados pelos clientes. De forma concisa apresentam-se a seguir os objetivos de cada capítulo.

No primeiro capítulo consiste na introdução ao tema do estágio, iniciando-se na apresentação breve da empresa, dos principais objetivos a realizar e do respetivo calendário das atividades.

O capítulo seguinte é dedicado à apresentação, descrição, caracterização do funcionamento das unidades de tratamento de ar. Expondo a conhecer os diferentes tipos construtivos e de performance de UTAs fabricadas na empresa.

Para concluir este capítulo, o enquadramento legal a que a empresa está sujeita para garantir a máxima qualidade possível nos seus equipamentos.

O capítulo três tem como objetivo a descrição das tarefas realizadas no estágio, com apresentação do programa de seleção de unidades e dos passos a seguir para a obtenção da seleção final. Ainda neste capítulo será efetuada a apresentação de um ou dois casos de estudo.

Nos últimos dois capítulos, são apresentados os respectivos resultados das seleções de unidades de tratamento de ar bem como da análise dos casos de estudo, finalizando com as respectivas conclusões finais do relatório e uma breve apreciação ao aprendido durante o estágio.

Para finalizar encontram-se em anexos, a respetiva folha técnica de exemplo de um caso de estudo, juntamente com os comparativos realizados durante à análise dos mesmos.

2. Unidades de tratamento de ar

Visto que, o estágio realizado foi numa empresa que fabrica unidades de tratamento de ar, seguem-se alguns pontos que foram abordados durante o estágio.

2.1. Conceito

As unidades de tratamento de ar são equipamentos que se adequam a todas as situações em que se exige o controlo de temperatura, humidade e filtragem do ar. São constituídas por filtros, que fazem a retenção de partículas e impurezas que venham do exterior, registos motorizados, baterias para aquecimento e/ou arrefecimento, recuperador de calor que promove a troca de calor entre o ar exterior com o ar a rejeitar, ventilador (es) e atenuadores acústicos, como se pode visualizar na figura 2. Podendo ainda ser seleccionados, humidificador, bateria de reaquecimento, filtros de carvão, etc., tendo assim unidades simples a complexas.

As unidades dividem-se assim em dois tipo de grupos, tais como, de simples fluxo, onde o ar segue um único sentido e de duplo fluxo em que o ar apresenta um sentido bidirecional. Na de simples fluxos podem apresentar configuração em L ou U, já nas de duplo fluxo podem ser lado a lado ou de duplo deck, podendo também apresentar configurações em L ou U.

2.2. Composição da UTA

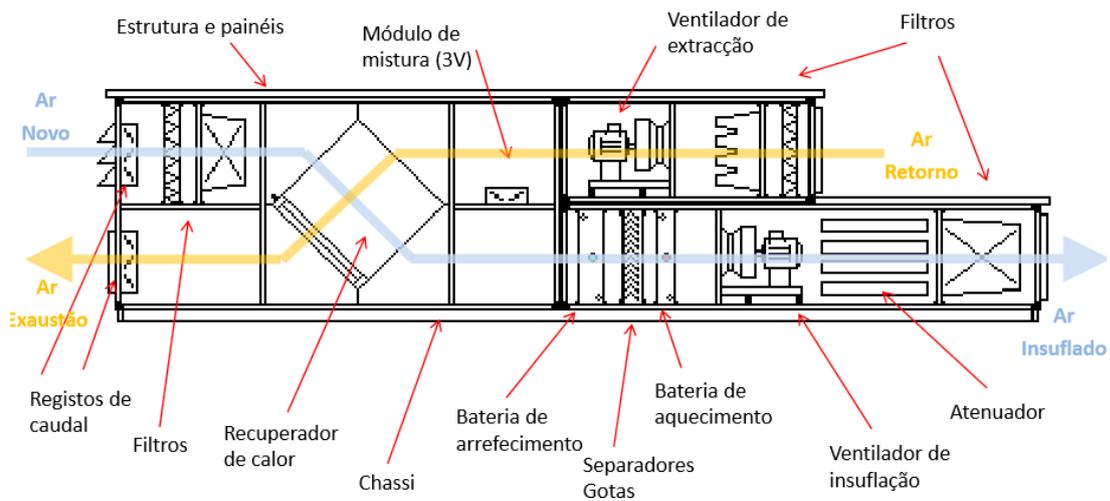


Figura 2 - Componentes da UTA

- **Ventiladores**

É um equipamento que proporciona a extracção e insuflação de ar, através de diferentes tipos de transmissão, direta ou por indireta (correia) como se pode observar na figura 3.

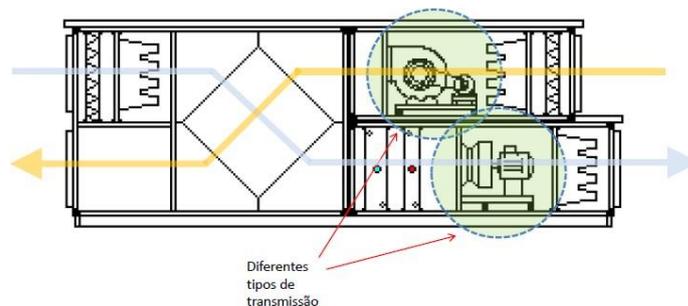


Figura 3 - Tipos de ventiladores.

A classificação destes equipamentos no desempenho energético numa unidade de tratamento de ar vem redigido na norma EN 13053. Esta classifica as unidades consoante a velocidade de passagem do ar no interior da unidade, dado que, esta velocidade de passagem na caixa é totalmente diferente da velocidade de ar que passa nas baterias, juntamente com a respetiva eficiência do conjunto motor – ventilador, podendo visualizar-se na tabela abaixo as respetivas classificações de velocidade e potência absorvida pelo sistema motor – ventilador.

Tabela 2 - Classificação da velocidade interior na caixa e potência absorvida.

Class	Air velocity m/s
Class V1	maximum 1,6
Class V2	> 1,6 to 1,8
Class V3	> 1,8 to 2,0
Class V4	> 2,0 to 2,2
Class V5	> 2,2 to 2,5
Class V6	> 2,5 to 2,8
Class V7	> 2,8 to 3,2
Class V8	> 3,2 to 3,6
Class V9	> 3,6

Melhor

Pior

NOTE The air velocity in the unit has a large influence on energy consumption. The velocities are calculated for air velocity in AHU cross-section. The velocity is based on the square area of filter section of a unit, or if no filter is installed, it is based on the square area of the fan section.

Class	P_m max [kW]
Class P1	$\leq P_{m_{ref}} \times 0,85$
Class P2	$\leq P_{m_{ref}} \times 0,90$
Class P3	$\leq P_{m_{ref}} \times 0,95$
Class P4	$\leq P_{m_{ref}} \times 1,00$
Class P5	$\leq P_{m_{ref}} \times 1,06$
Class P6	$\leq P_{m_{ref}} \times 1,12$
Class P7	$> P_{m_{ref}} \times 1,12$

Melhor

Pior

Each fan shall be specified in the power consumption classes. All values are based on nominal conditions with a density of 1,2 kg/m³.

(Adaptado da EN 13053)

Os ventiladores utilizados na EVAC são centrífugos de simples ou de dupla aspiração.

- **Baterias**

As baterias de ar/água ou ar/fluido frigorígeno para promover o arrefecimento e/ou aquecimento do ar, ilustradas na figura4. Poderão ser utilizados por sistemas, tais como, baterias de resistências elétricas para aquecimento e humidificadores adiabáticos para arrefecimento.

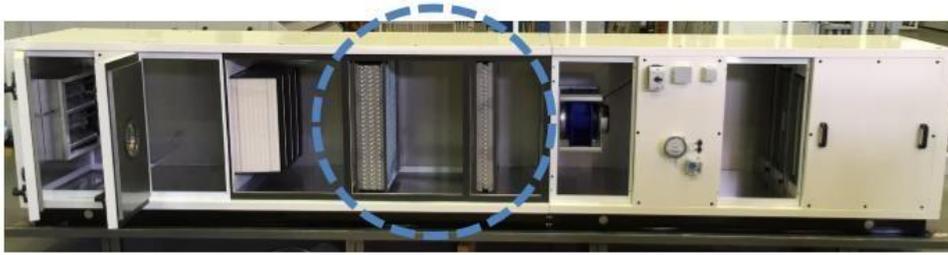


Figura 4 - Baterias de arrefecimento e aquecimento.

- **Filtros**

A filtragem do ar está sempre presente numa unidade de tratamento do ar, isto é, o ar a introduzir num espaço concreto deverá ser sempre limpo e livre de poeiras ou partículas. Este processo é realizado por diferentes tipos de filtros, tais como, plano, filtros de sacos de bolsas, filtros de saco rígido e filtros absolutos (hepa) como se pode visualizar na figura 5.

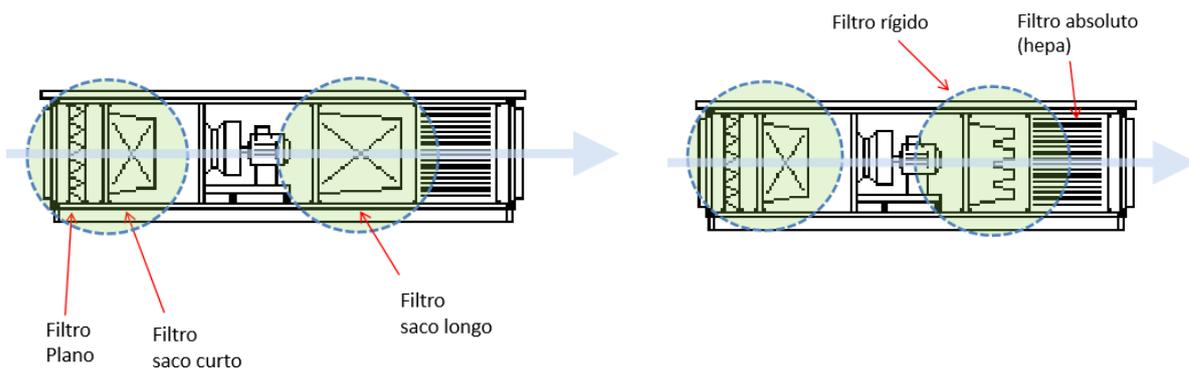


Figura 5 - Tipos de filtros.

A sua funcionalidade é a remoção de partículas, de distintos tamanhos, através de diferentes níveis de filtragem e garantir que este ar chega sem qualquer tipo de contaminantes ao interior do edifício, mantendo também, por sua vez, os componentes da UTA limpos, garantindo uma maior valia na duração dos mesmos. Os níveis de filtragem são estabelecidos pela norma EN 779:2012. Esta classifica os filtros consoante a capacidade de retenção de partículas e a sua eficiência, existindo assim três grupos Grossos-Médios-Finos, como se pode visualizar na tabela 3 abaixo representada.

Tabela 3 - Descrição da classificação dos filtros

	Anterior EN779	Atual EN779	Média Arrasto (%)	Média Eficiência (%)	Mínimo Eficiência (%)	de
Gr ssos	G1	G1	$A_m < 65$	-	-	
	G2	G2	$65 \leq A_m < 80$	-	-	
	G3	G3	$80 \leq A_m < 90$	-	-	
	G4	G4	$90 \leq A_m$	-	-	
Finos	F5	M5	-	$40 \leq E_m < 60$	-	
	F6	M6	-	$60 \leq E_m < 80$	-	
	F7	F7	-	$80 \leq E_m < 90$	35	
	F8	F8	-	$90 \leq E_m < 95$	55	
	F9	F9	-	$95 \leq E_m$	70	

■ Novo na EN779:2012

A classificação standard dos filtros vem de acordo com a performance de filtragem definida pela EN779:

- 250 Pa para o grupo de filtros G;

- 450 Pa para o grupo de filtros F.

(Adaptado da EN779:2012)

De acordo com Sarmiento, 2015, existem, ainda, filtros de ar especiais de elevada eficiência para aplicações específicas, designadamente em hospitais, laboratórios, museus, indústrias farmacêutica, eletrónica e nuclear, entre outros, pois o controlo da qualidade do ar é mais exigente nestes tipos de edifícios.

A EN 1822:2009 classifica os filtros de elevada eficiência em EPA (filtros eficientes, E10 a E12), HEPA (filtros de elevada eficiência, H13 e H14) e ULPA (filtros de penetração ultrabaixa, U15 a U17), podendo-se visualizar na tabela abaixo a sua capacidade de retenção de partículas segundo a EN 1882.

Tabela 4 - Classificação dos filtros segunda a norma EN 1822

Filtros	Classe	Eficiência MPPS (%)
EPA	E10	85
EPA	E11	95
EPA	E12	99,5
HEPA	H13	99,95
HEPA	H14	99,995
UPA	U15	99,9995
UPA	U16	99,99995
UPA	U17	99,999995

(Adaptada da EN 1822:2009)

Para o controlo de poluentes gasosos e odores são utilizados os filtros de carvão ativado, este processo de filtragem baseia-se na adsorção, as moléculas aderem à superfície do material filtrante ficando retidas.

Os filtros de carvão dividem-se em dois tipos de filtragem, tais como, filtros para cheiros/odores e filtros para partículas gasosas.

A utilização dos diferentes tipos de filtros são recomendados pela norma EN 13779:2007, consoante o nível de qualidade de ar interior desejável em cada situação e a qualidade do ar exterior registada, como demonstrado na tabela abaixo.

Tabela 5 – Uso de filtragem consoante a qualidade do ar interior/exterior

Qualidade de ar exterior	Qualidade do ar interior			
	IDA 1	IDA2	IDA3	IDA4
ODA 1 ar puro	F9	F8	F7	M5
ODA 2 poeiras	F7+F9	M6+F8	M5+F7	M5+M6
ODA 3 poeiras grossas	F7+GF+F9	F7+GF+F9	M5+F7	M5+M6

(Adaptado da EN 13779:2007)

Independentemente das recomendações, há que cumprir os requisitos regulamentares estabelecidos no RECS que exige, no mínimo, a existência de um nível de filtragem composto pelo menos, por um filtro e segundo Sarmento, 2015, nas seguintes condições:

- ✓ Classe mínima de M5, antes de qualquer bateria ou recuperador de calor;
- ✓ Classe mínima de F7, a jusante de ventiladores com motores e transmissão por correias em contacto com o ar circulante;
- ✓ Classe mínima de F7, a jusante de atenuadores acústicos, exceto nos casos onde se verifique a existência de um certificado que ateste a sua não desagregação.

Por seu lado, a EUROVENT recomenda a utilização de dois filtros em série, um pré - filtro de classe M5, no mínimo, destinado a reter as partículas de maiores dimensões, seguido de um segundo estágio de filtragem de classe F7, no mínimo, para reter as partículas mais finas, aumentando a sua longevidade e dos componentes da UTA também.

- **Recuperador de calor**

Este componente é utilizado para usufruir da carga térmica do ar a rejeitar, isto é, o recuperador faz uma troca de calor entre o ar do exterior com o ar rejeitado, transferindo a energia do rejeitado para o aspirado provocando uma máxima

eficiência de recuperação associada à menor perda de carga possível e menor consumo para a instalação. Os vários recuperadores de calor que a EVAC tem disponíveis são:

- ✓ Fluxos cruzados (vulgarmente designados por placas), cujo rendimento mínimo encontra-se estipulado pelo Ecodesign em 73%;
- ✓ Roda térmica, apresentando o mesmo valor de rendimento que o de fluxos cruzados;
- ✓ Run-around-coil (vulgarmente designadas por Baterias), relativamente a este tipo, o valor de recuperação mínimo situa-se nos 68%, na figura 6 encontra-se representados os 3 tipos de recuperadores.

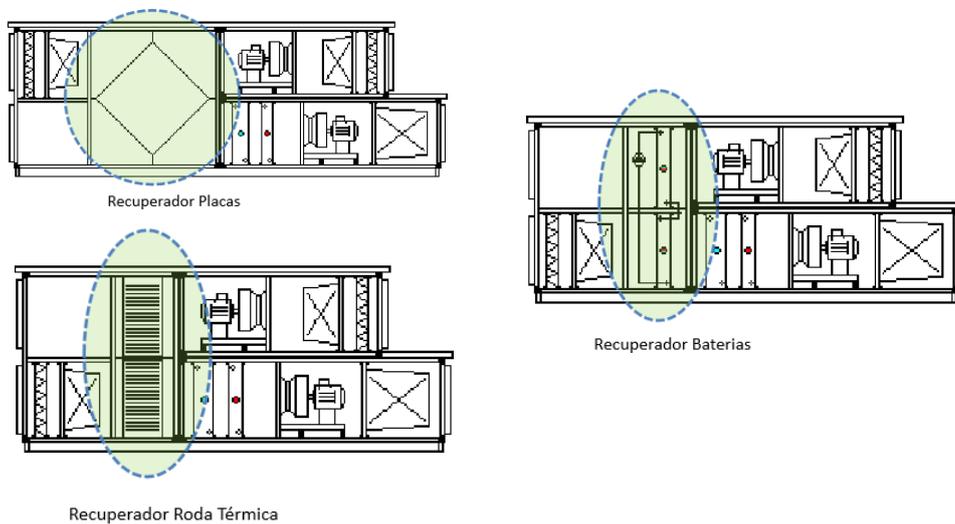


Figura 6 - Diferentes tipos de recuperador de calor.

Estes componentes estão classificados pela norma EN 13053 em categorias I, II e III, como se pode visualizar na tabela 6.

Tabela 6 - Classificação dos recuperadores segundo a norma EN 13053

Categorias	Tipo de recuperador
I – Recuperador	Placas
II – Recuperador com meio intermédio de transferência	Baterias
III – Regenerador (com massa de acumulação térmica)	Roda térmica

(Adaptada da EN 13053)

- **Registo de caudal**

Movendo-se por ação mecânica, os registos alteram a sua posição variando assim a secção de passagem de ar e desta maneira gerem, controlam os caudais de ar, fazendo e corrigindo quando necessário as misturas de ar, conseguindo-se desta maneira diminuir o consumo de energia quer de aquecimento quer de arrefecimento, ilustrado na figura 7. O comando pode ser manual ou motorizado, citando Brito, 2010, através de sistemas *de simples “ON/OFF” ou até mesmo sistemas complexos de automação (sensores, motores, interruptores, entre outros, ...)*.

Quer dizer os servomotores ON/OFF servem basicamente para abrir e fechar a máquina, e quando existe uma caixa de mistura de duas vias com o caudal fixo, já os proporcionais esses tem a funcionalidade de fazer o controlo de caudal, temperatura e humidade.

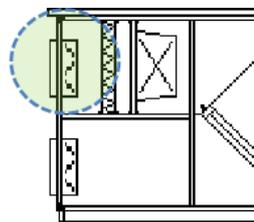


Figura 7 - Registo de caudal.

- **Atenuadores Acústicos**

Como o nome indica estes componentes são utilizados para atenuarem os sons na UTA, garantindo que os ruídos produzidos pelos componentes mais ruidosos se encaixem dentro dos parâmetros permitidos na legislação em vigor. Sendo colocados junto à fonte de ruído, neste caso, o conjunto motor – ventilador, com o objetivo de atenuar o ruído deste componente, quer para o lado do edifício, quer para o exterior, podendo-se visualizar na figura 8 o esquema de montagem do atenuador.

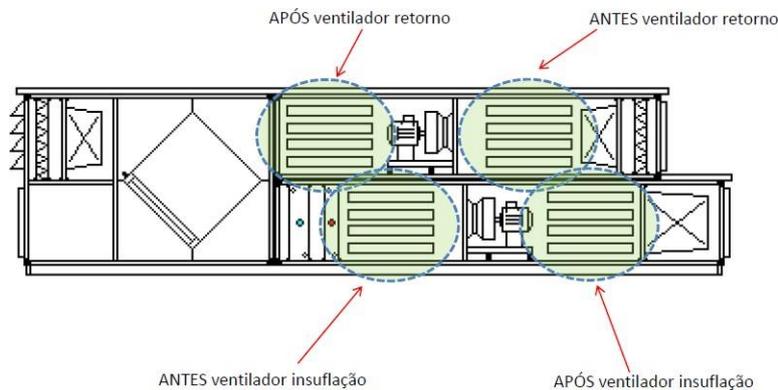


Figura 8 - Atenuador acústico.

2.3. Ecodesign

O Ecodesign surgiu na década de 90, quando as indústrias nos EUA buscavam uma forma de produção que causasse o mínimo de impacto no meio ambiente.

Desde então, que o Ecodesign tem vindo a sofrer alterações devido à forte procura mundial por produtos mais eficientes e com baixo consumo de energia e de recursos. Relativamente na Europa, com a legislação da EU e em conjunto com a rotulagem energética tornaram o Ecodesign numa ferramenta eficaz para melhorar a eficiência energética dos produtos. Esta ajuda a eliminar os produtos com menos desempenho no mercado, contribuindo significativamente para o objetivo de eficiência energética da UE para 2020, a Diretiva é implementada em todos os países da EU, através de regulamentos específicos de produto.

Assim sendo, diretiva Ecodesign fornece normas coerentes e concretas, para melhorar o desempenho ambiental dos produtos, tais como, aparelhos eletrodomésticos, tecnologias da informação e da comunicação ou engenharia. Esta estabelece requisitos mínimos obrigatórios para a eficiência energética destes produtos, isso por sua vez, ajuda a prevenir a criação de barreiras ao comércio, na melhora da qualidade dos produtos e da proteção ambiental.

Entrada em vigor a partir de 01-01-2018 e de acordo com Europeia, 2018:

- Todo e qualquer unidade de ventilação deverá ser fornecida com sistema de velocidade variável ou com sistema de várias velocidades (3V + off);
- Toda e qualquer unidade de ventilação bidirecional (de duplo fluxo – caudais de insuflação e extração) deverá ser dotada de recuperador de calor, com sistema de “bypass” térmico, com um rendimento mínimo de **68%** (para recuperadores do tipo “run around coil”) e de **73%** (para recuperadores do tipo placas ou rotativo);
- Toda e qualquer unidade de ventilação deverá apresentar uma potência específica interna dos componentes de referência inferior a determinados valores estabelecidos (de acordo com a tipologia da unidade de ventilação).
- Toda a unidade de ventilação terá o aviso individual para a colmatação dos filtros.

Podendo-se visualizar na figura 9 a tabela comparativa do regulamento nos respetivos anos de 2016 e de 2018.

Regulamento (EU) 1253/2014 para unidades de ventilação não residenciais (UVNR)		2016	2018	
Ventiladores com sistema de várias velocidades (mínimo 3 + OFF) ou velocidade variável		obrigatório	obrigatório	
Sistema de recuperação de calor com "by-pass" térmico em unidades de ventilação bidirecionais (UVB)		obrigatório	obrigatório	
Rendimento térmico mínimo: $\eta_t = \frac{T_{in} - T_{at,UVB}}{T_{atm} - T_{at,UVB}}$, para caudais iguais de ar seco	Baterias de recuperação "run around coil"	63%	68%	
	Outro: placas, rotativo, ...	67%	73%	
"Specific Fan Power" interno para configuração de referência, UVB $SFP_{int,ref} + SFP_{ext,ref} = SFP_{max,ref}$ W/(m³/s) $SFP_{int,i} = \frac{\Delta P_{tot,i}}{\eta_{int,i}}$ $\eta_{int,i} = \frac{\Delta P_{tot,i} \cdot A \cdot \dot{V}_i}{P_{el,vent,i}}$	$q_{min} < 2$ m³/s	SFP_{max} Baterias de recuperação "run around coil"	1.700 - 300 q_{min} /2 + E - F	1.600 - 300 q_{min} /2 + E - F
	$q_{min} \geq 2$ m³/s	Baterias de recuperação "run around coil"	1.400 + E - F	1.300 + E - F
	$q_{min} < 2$ m³/s	SFP_{max} Outro: placas, rotativo, ...	1.200 - 300 q_{min} /2 + E - F	1.100 - 300 q_{min} /2 + E - F
	$q_{min} \geq 2$ m³/s	Outro: placas, rotativo, ...	900 + E - F	800 + E - F
E - Bónus relativamente ao rendimento térmico do sistema de recuperação de calor, W/(m³/s)	Baterias de recuperação "run around coil"	$(\eta_t - 0,63) \times 3.000$	$(\eta_t - 0,68) \times 3.000$	
	Outro: placas, rotativo, ...	$(\eta_t - 0,67) \times 3.000$	$(\eta_t - 0,73) \times 3.000$	
F - Correção relativamente à configuração de referência, W/(m³/s)	Configuração de referência	0	0	
	Extração sem M5	160	150	
	Insuflação sem F7	200	190	
	Sem ambos os filtros	360	340	
"Specific Fan Power" interno máximo em unidades de ventilação unidirecionais (UVU), com filtro		250	230	
Rendimento estático mínimo do grupo ventilador para UVU	$P \leq 30$ kW	$6,2\% \times \ln(P) + 35\%$	$6,2\% \times \ln(P) + 42\%$	
	$P > 30$ kW	56,1%	63,1%	
Aviso visual individual para colmatação dos filtros		-	obrigatório	

Figura 9 - Tabela especificações do Ecodesign

Em suma, a alteração maior verificada foi no aumento de cerca de 7% no rendimento estático mínimo do grupo dos ventiladores nas potências inferiores e superiores a 30 KW, salientar também, no aumento de 6% nos rendimentos térmicos mínimos dos recuperadores de calor.

2.4. Diferentes Tipos de Unidades de Tratamento do Ar

No decorrer do estágio curricular foi-me dado a conhecer numa primeira instância os diferentes tipos de unidades de tratamento que são produzidas/fabricadas na empresa.

Salientar que todas as unidades de tratamento tem por base o regulamento europeu designado por Ecodesign, tendo que, estar em conformidade com o mesmo, salvo algumas exceções

quando argumentadas pelo cliente ou dependendo do tipo de aplicação para a UTA.

2.4.1. **Unidade Tratamento de Ar**

A gama UTA adapta-se a todas as necessidades do projeto dada a sua versatilidade de construção, apresentando como principais características a elevada qualidade dos materiais e uma configuração modular e ajustável podendo atingir um caudal máximo de ar de aproximadamente $100.000 \text{ m}^3/\text{h}$, na figura 10 pode-se visualizar um exemplar da gama.

Esta está certificada pela EUROVENT nas versões PLUS 50 e ZL 70, encontra-se em conformidade com as principais exigências das normas europeias EN 1886 e EN 13053.



Figura 10 – EVAC - ENGENHARIA DO AR – UTA

2.4.2. **Unidade de Tratamento do Ar Higiénicas**

As UTA – H tem como principal objetivo dar resposta às aplicações onde é imperativo o controlo da contaminação do ar e para que este chegue o mais limpo e sem quaisquer contaminantes às zonas a insuflar. Este equipamento é construído de modo a permitir a fácil lavagem do seu interior e de todos os componentes, garantindo o mínimo contágio entre os elementos bem como um aumento de vida dos mesmos.

Ostenta como principais características a conceção e fabrico, com adoção de requisitos adicionais de higiene, os devidos materiais e soluções construtivas que otimizam a assepsia interior da unidade, podendo-se visualizar um exemplar na figura 11.

Apresenta como principais aplicações edifícios hospitalares, laboratórios, indústrias Farmacêuticas e Alimentares. Tal como a gama UTA apresenta certificação EUROVENT, bem como, a legislação EN 1886 e 13053, acrescentando a certificação higiénica pela DIN 1946-4 na gama ZL 70.



Figura 11 – EVAC - ENGENHARIA DO AR - UTA - H

2.4.3. Unidade de Tratamento do Ar – RP/RR/RB

Estes tipos de unidade destinam-se à recuperação de energia entre o ar extraído do espaço climatizado e o ar novo (ar exterior) necessário a introduzir para ventilação, uma mais-valia para poupar no consumo elétrico, como se pode visualizar na figura 12 um exemplo modelo desta gama. Estas unidades são concebidas e fabricadas de acordo com a gama UTA nas suas várias versões construtivas, com recuperadores do tipo placas, roda e/ou baterias, com configurações modular e ajustável, apresentando elevados rendimentos de recuperação.

Dentro dos recuperadores tipo roda existem três possibilidades diferentes, o de roda térmica, que na qual permite a recuperação de calor sensível e latente da mistura e da extração do ar para a insuflação, os do tipo higroscópica permitem a recuperação de calor sensível e latente do ar de extração para o de insuflação. E por último, o do tipo de adsorção, promove a recuperação de calor sensível e latente do ar de extração, com igual capacidade, para o ar de insuflação, tem como princípio a transferência de adsorção através de uma superfície impregnada que funcionará como peneira molecular, com poros de dimensões muito pequenas, captando as moléculas de água para a recuperação latente, ficando assegurado a máxima eficiência higroscópica e a mínima contaminação cruzada.

Apresenta vários tipos de aplicação, tais como, museus, hotéis, escolas, etc.



Figura 12 - EVAC - ENGENHARIA DO AR - UTA - RP/RR/RB

2.4.4. Unidade Compacta de Baixo Perfil

Este tipo de unidade é especialmente concebido para instalação interior, mais concretamente em teto falso ou espaços cuja dimensão sejam limitadas, em virtude da sua reduzida altura, ilustrada na figura 13. As principais características são a configuração modular e ajustável tendo como caudal máximo de ar de aproximadamente $6.000 \text{ m}^3/h$.



Figura 13 – EVAC - ENGENHARIA DO AR - UC

2.4.5. Unidade de Recuperação de Baixo Perfil

Assim como a gama UTA-RP/ UTA-RR / UTA-RB, estas unidades destinam-se à recuperação de energia entre o ar extraído do espaço climatizado e o ar novo (ar exterior), mas são especialmente concebidas para instalação interior.

Apesar da sua reduzida dimensão e adaptadas para caudais mais pequenos, sendo o

caudal máximo aproximadamente de $3\ 000\ m^3/h$. Este modelo consegue atingir elevados rendimentos de recuperação, apesar do seu tamanho, exemplo do modelo na figura 14.

Tendo como aplicações em espaços com dimensões reduzidas e tetos falsos, tal como as unidades compactas.



Figura 14 – EVAC - ENGENHARIA DO AR – URT

2.4.6. **Unidade Industrial de Filtragem Química**

Tratam-se de unidades especificamente dimensionadas para eliminar contaminantes gasosos no ar, designadamente, gases corrosivos (H_2S, SO_2, SO_3, CL_2 e NO_x) e odores, representada na figura 15. Existindo assim vários tipos de filtragem química, tais como, filtros de carvão ativado em cestos, filtros de carvão em parede e por último os filtros de saco impregnados com carvão.

Especialmente adequadas para ambientes onde o controlo de partículas corrosivas no ar é fundamental, sendo assim, geradas para cada situação em particular, contendo uma elevada robustez e resistência à corrosão.



Figura 15 – EVAC - ENGENHARIA DO AR - UFQ

2.4.7. **Unidade Higiénicas Monobloco**

Os monoblocos são do tipo plug and play, compactas e de construção higiénicas, adaptada para realizar processos de climatização, em que seja necessário garantir maiores condições de higiene e/ou situações em que o espaço seja limitado para a instalação de equipamentos, ilustrada na figura 16. Sendo usualmente utilizadas para áreas mais restritas de uma unidade hospitalar, exemplo: sala operatória ou quartos de recobro, bem como farmácias e hospitais.



Figura 16 – EVAC - ENGENHARIA DO AR - MBH

2.4.8. **Caixas de Ventilação**

As caixas de ventilação são unidades que promovem a insuflação e extração do ar, sendo que podem ainda conter componentes adicionais, tais como, filtros de partículas ou até mesmo ventiladores acionados por correias ou de acoplamento direto. Estas caixas apresentam uma elevada qualidade de fabrico e uma configuração modular e ajustável, sendo que o caudal máximo que este tipo de equipamento é de aproximadamente de 30.000 m³/h.

2.5. Enquadramento Legal

Durante a realização do estágio na EVAC tomou-se conhecimento de todo o tipo de legislação existente desde o projeto, conceção e fabrico das unidades de tratamento de ar.

- **EN 13053:** “Ventilation for buildings - Air handling units - Rating and performance for units, components and sections”
- **EN 1886:** “Ventilation for buildings - Air handling units – Mechanical performance”
- **EN 1822:** “High efficiency air filters (EPA, HEPA and ULPA).”
- **EN 1751:** “Ventilation for buildings - Air terminal devices - Aerodynamic testing of damper and valves”
- **EN 779:** “Particulate air filters for general ventilation — Determination of the filtration performance” - será revogado, passando a ISO16890-1:2016 meados de 2018.
- **EN 305:** “Heat Exchangers – Definitions of performance of heat exchangers and the general test procedure for establishing performance of all heat exchangers”
- **EN 308:** “Heat Exchangers – Test procedures for establishing performance of air to air and flue gases heat recovery devices”
- **EN 1216:** “Heat exchangers - Forced circulation air-cooling and air-heating coils - Test procedures for establishing the performance”
- **EN 13779:** “Ventilation for non-residential buildings – Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems”
- **DIN 1946-4:** “Ventilation and air conditioning – Part 4: VAC systems in buildings and rooms used in the health care sector”

- **ONORM H6020:** “Ventilation and air conditioning plants for locations for medical use – Design, construction, operation, maintenance, technical and hygienic inspections”
- **ONORM H6021:** “Ventilation And Air Conditioning Plants - Specifications Keeping Them Clean And Cleaning”
- **SWKI 99-3:** “Installations de chauffage, ventilation et climatisation des hôpitaux (planification, construction, exploitation)”
- **SWKI VA104-1:**“Exigences hygiéniques pour les installations et appareils aérauliques”
- **VDI 3803 - Part 1:**”Central air-conditioning systems. Structural and technical principles”
- **VDI 3803 - Part 4:**”Air-conditioning, system requirements. Air filtering systems”
- **VDI 6022-Part 1:** “Hygiene requirements for ventilation and air-conditioning systems and units”
- **EU No 327/2011** - Commission Regulation, implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament: “Ecodesign Requirements for fans driven by motors with an electrical input power between 125 W and 500 kW”
- **EU No 1253/2014** - Commission Regulation, implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament: “Ecodesign Requirements for Ventilation Units”
- **Directive 2006/42/EC:** “Machinery Directive”

Sendo que, os regulamentos nacionais aplicados estes variam de país para país consoante o destino final da Unidade Tratamento de Ar.

3. Metodologia

No presente capítulo serão descritas as atividades e processos desempenhados durante o estágio curricular, e uma breve explicação do programa de dimensionamento de UTA.

3.1. Seleção de Unidades de Tratamento de Ar

Para a obtenção das respetivas fichas técnicas das unidades de tratamento do ar, a empresa EVAC recorre a um programa de seleção de UTA, permite selecionar os componentes e efetuar o respetivo dimensionamento que são pedidos pelos clientes. De forma a garantir a melhor resposta ou até mesmo uma alternativa mais económica, consoante os casos.

Antes de se iniciar o processo de dimensionamento, faz-se uma análise detalhada e crítica o caderno de encargos, sobre o/os capítulos donde se descrevem a/as respetivas unidades de tratamento de ar, retendo-se destas partes as mais importantes, tais como:

- Condições Exteriores (Inverno/Verão)
- Condutividade Térmica (T1-T5)
- Fatores de pontes térmicos (TB1-TB5)

- Isolamento da UTA (mm)
- Atenuação Acústica dos painéis
- Fugas bypass (F1- F9)
- Fugas pela Estrutura (L1, L2, L3)
- Classe mecânica (D1, D2, D3)
- Estrutura da UTA (cor, tipo de painéis, perfis internos, entre outros)
- Subcomponentes (filtros, baterias, registos, ventilador, entre outros)
- Velocidade do ar na Bateria (m/s)
- Classes dos filtros (G1 – F9)
- Classe de eficiência do motor de ventilação (IE1 – IE4)
- Tipo de caudal (constante ou variável)

Após a análise da informação acima mencionada encontram-se as tabelas discriminativas da UTA, onde estão estipulados os valores referentes ao funcionamento dos subcomponentes e que serão usados no dimensionamento, sendo elas, as temperaturas, as potências das baterias e dos ventiladores, os caudais de ar de insuflação, retorno e ar novo, a/as pressão de funcionamento, os diferentes tipos de filtros, seções de vazio, o tipo de sistemas de bateria (dois tubos ou 4 tubos), o modo de funcionamento do caudal ao longo da UTA, entre outros, podendo-se observar na Figura 17 o exemplo de uma tabela de características de um projeto retirada do caderno de encargos.

Unidades de tratamento de ar													
Unidade	Potência		Ar Tratado m3/h	Ar novo m3/h	Pressão			Montagem	Dimensões		Constituição	QE AC	Equipamento de referência
	Arrefecimento	Aquecimento			Estática (AT) Pa	Caudal l/h	Calibre DN		larg x altura x comp mm				
	kW	kW											
UTA 1 Hottes	P = 31 kW T insuflação = 18 °C	P = 31,5 kW T insuflação = 18 °C	5400	100%	180	5500	50	In line Exterior	1200 610 2600	Filtro G4 Bateria de arrefecimento / aquecimento Eliminador de gotas Ventilador do tipo EC fan	QE AC 4	Euroclima ZHK 2000	
UTA 2 Cozinha	P = 57 kW T insuflação = 18 °C	P = 60 kW T insuflação = 18 °C	10000	100%	220	10400	65	In line Exterior	1830 1830 2900	Filtro F7 Atenuador de som	QE D 3	Euroclima ZHK 2000	
	Condições de seleção	Temperatura de Verão exterior			30,4	°C							
		Temperatura humidade de Verão			20,4	°C							
		Temperatura de Inverno			0,1	°C							
		Regime hidráulico - arrefecimento			7 / 12	°C							
		Regime hidráulico - aquecimento			45 / 40	°C							
	Controlo	Sonda de temperatura na insuflação Sonda de temperatura e humidade no ar novo Pressostatos nos filtros e no ventilador											
Módulo hidráulico	Válvula de duas vias modulantes Válvulas de balanceamento do tipo TA Duas válvulas de corte												

Figura 17 - Tabela de características das UTA'S – Projeto Metauto, Rio Tinto.

Quando finalizada a respetiva leitura e análise dos documentos acima mencionados, inicia-se então o processo de seleção da unidade de tratamento de ar. Primeiramente, são inseridas as condições exteriores de verão e inverno, que quando não existe informação no CE são colocadas as que se encontram na base de dados, escolhendo-se pela respetiva região onde se efetuará a obra, ou então, são usados os valores de referência do programa. Juntamente com as temperaturas é estabelecido o regime hidráulico das baterias, bem como, as temperaturas de conforto no interior do edifício.

O passo seguinte é o desenho e/ou montagem da unidade. Nesta fase, são selecionados todos os subcomponentes que ficarão no interior da unidade de tratamento de ar, por exemplo: filtro plano G4, ventilador com motor EC e atenuador acústico S3, como se pode visualizar na figura 18 os respetivos valores de temperaturas e desenho da unidade.

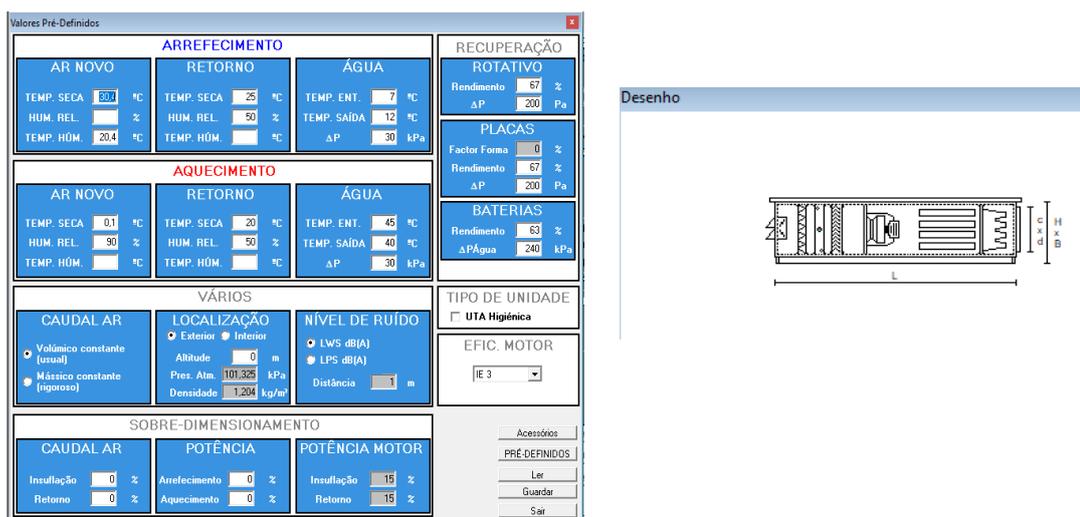


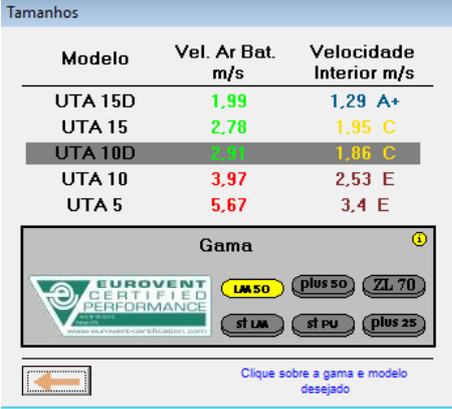
Figura 18 – Software UTA – Condições exteriores e desenho montagem (Loja Kinda – Porto)

Após o preenchimento da tabela anterior, demonstrada na Figura 18, encontra-se o quadro de pré-dimensionamento, neste passo, são inseridos os valores referentes aos caudais de ar, consoante a tipologia da unidade e as potências das baterias arrefecimento e/ou aquecimento.

Avançando assim, para a escolha da gama de UTA, esta realiza-se tendo em conta três fatores, sendo eles, o tipo de isolante, a sua espessura entre os painéis e os fatores de pontes

térmicas, existindo as seguintes;

- T3 / TB3 – plus50 (50 mm de poliuretano)
- T3 / TB3 – LM 50 (50 mm de lã mineral)
- T2 / TB2 – ZL 70 (20 mm de lã mineral + 50 mm de poliuretano)



Modelo	Vel. Ar Bat. m/s	Velocidade Interior m/s
UTA 15D	1,99	1,29 A+
UTA 15	2,78	1,95 C
UTA 10D	2,91	1,86 C
UTA 10	3,97	2,53 E
UTA 5	5,67	3,4 E

Gama

EUROVENT CERTIFIED PERFORMANCE

LM50 plus50 ZL 70

sl LM sl PU plus 25

Clique sobre a gama e modelo desejado

Figura 19 - Gama de seleção/ Tamanho da UTA

A escolha do modelo da unidade é efetuada atendendo à velocidade do ar que passa no permutador de calor compacto. Esta, deve manter-se dentro dos valores estipulados pelo cliente no CE, salvo algumas exceções quando referenciadas.

Possibilitando assim, escolher um equipamento acima do valor referenciado, de forma, a ter mais que uma solução ao caso em análise.

Passando assim, para a última fase do programa o quadro de resultados finais, aqui são inseridos todos os parâmetros e valores dos equipamentos que se encontram na configuração da UTA nas tabelas discriminativas, tais como, as escolhas do/dos ventilador/es de forma a cumprir todos os requisitos de classe energética e potências absorvidas, painéis interiores e exterior, o rendimento do recuperador, entre outros, na Figura 22 encontra-se o exemplo de um quadro final de resultados de um projeto.

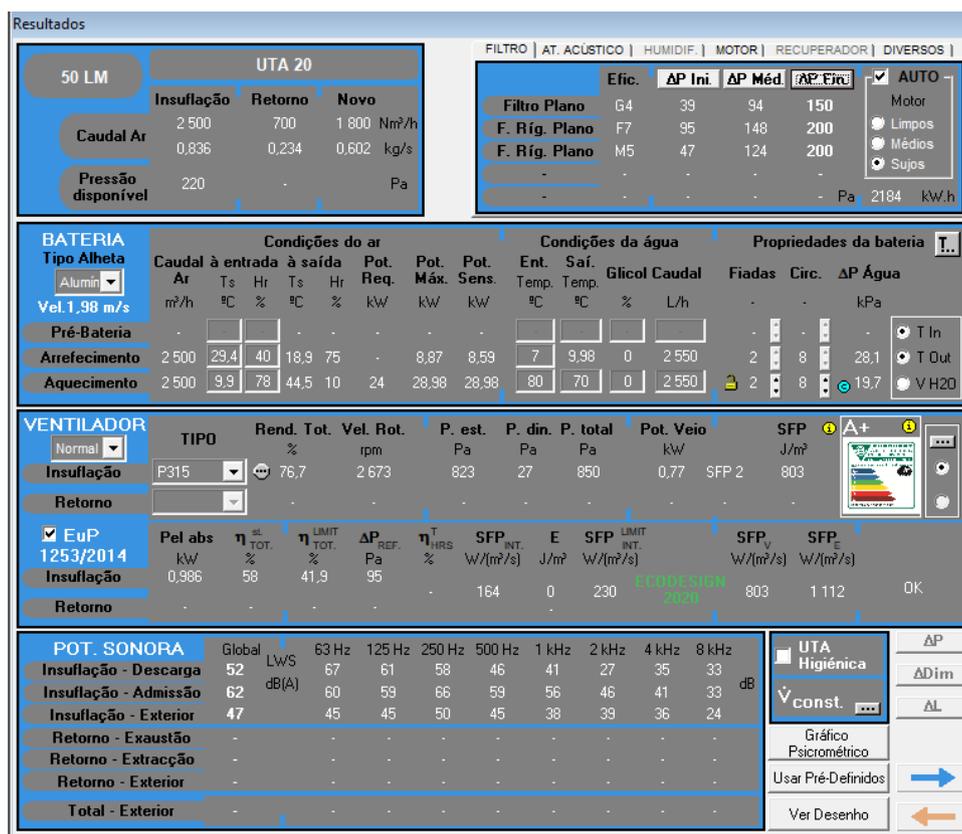


Figura 20 - Seleção da UTA - Sé Patriarcal de Lisboa

Para finalizar, o processo de seleção há que garantir que a unidade cumpre todos os requisitos legais, relativamente, ao ECODESIGN e normas solicitadas no CE. Assim que se verifica, procede-se à obtenção das fichas técnicas da/as utas, podendo-se visualizar no Anexo A respetiva ficha técnica da UTA do projeto Neo Clássico. Estas serão enviadas posteriormente ao cliente juntamente com o devido orçamento para análise e confirmação da unidade para encomenda.

3.2. Procedimento do dimensionamento da UTA

Para a obtenção da melhor solução, a cada projeto, são várias as fases de trabalho até chegar a uma conclusão. Fases essas que se encontram descritas no subcapítulo anterior e aqui serão

descritas de forma simples e de rápida compreensão através de um fluxograma e de um exemplo de um caso em concreto.

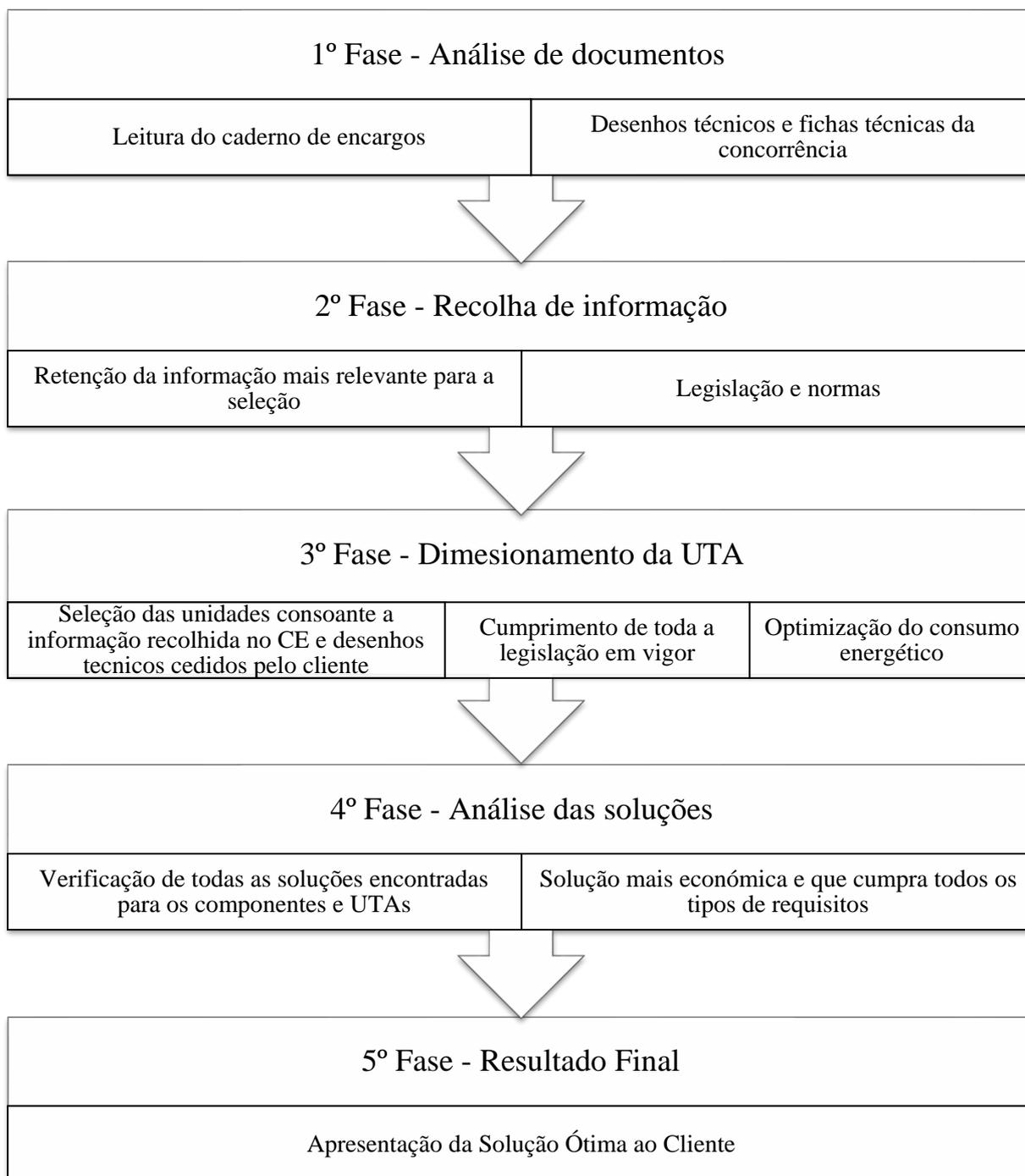


Figura 21 - Fluxograma do procedimento de seleção

Exemplo de implementação das fases de trabalho – Projeto Clínica de hemodiálise de

Penafiel, representado na figura 22.

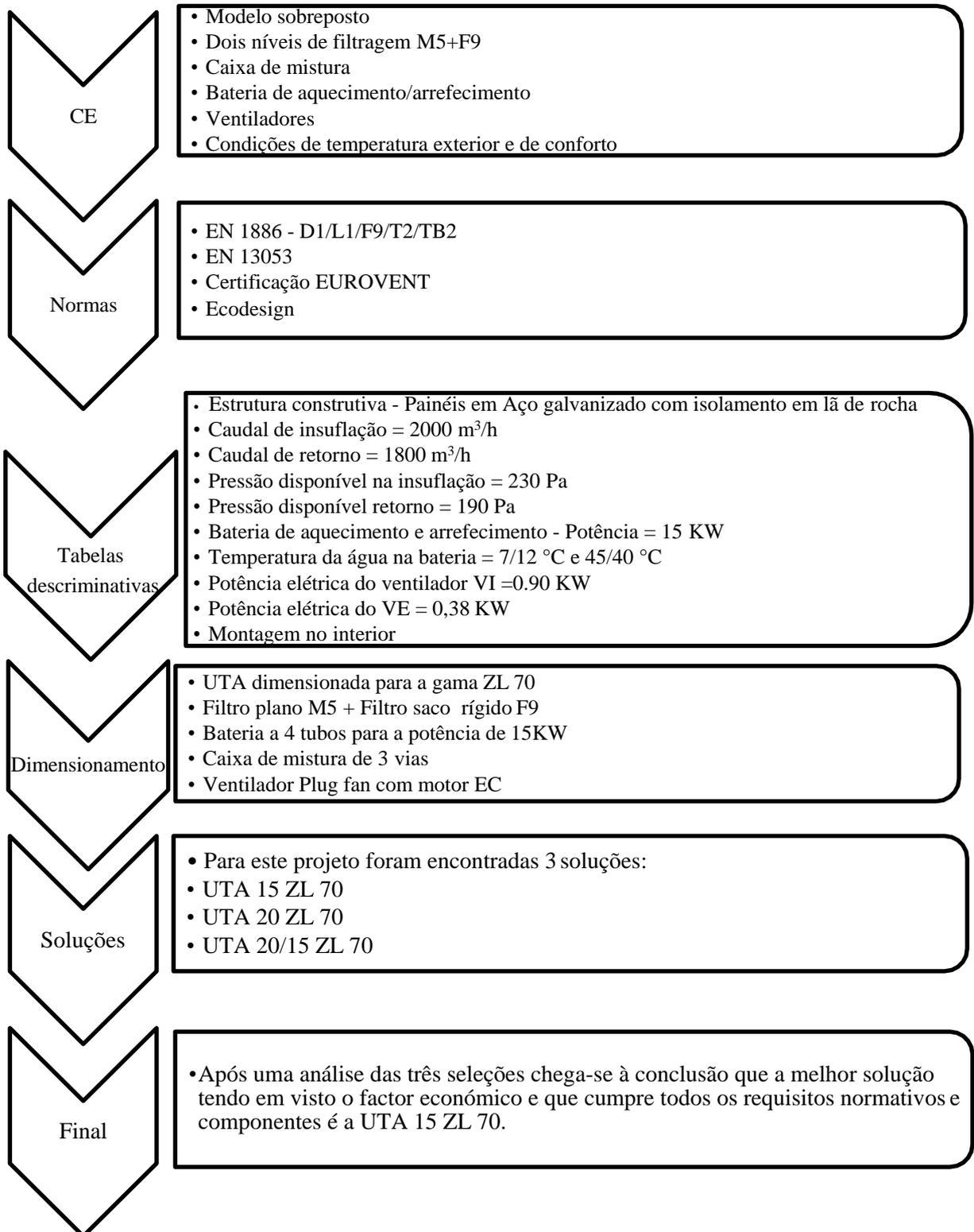


Figura 22 - Fluxograma do projeto

4. Resultados

Neste capítulo são apresentadas as análises e os respectivos resultados dos casos práticos. Análise essa referente ao que é solicitado por parte do cliente, para o resultado final encontrado, justificando as devidas alterações ocorrentes no processo de seleção.

4.1. Casos práticos

Os casos práticos encontram-se alinhados de forma sequencial, primeiramente os projetos de adaptação e aprendizagem, de seguida os projetos realizados de raiz e por último os casos de estudo.

4.1.1. Projeto Metauto – Rio Tinto

Neste projeto foram solicitadas três unidades de tratamento de ar para os respectivos pisos, -1 e 0, ambas para montagem no exterior e função de 100% renovação de ar novo, apresentando como configuração: módulos de filtragem, bateria de aquecimento e/ou de arrefecimento e uma seção de ventilação.

As unidades deste projeto têm como destino a fábrica de Metauto, Rio tinto no distrito do Porto, após a análise e leitura ao caderno de encargos retiraram-se os seguintes valores, na qual se encontram na tabela 7 sendo referentes à configuração, tendo em conta a norma EN1886.

Tabela 7 - Configuração da UTA conforme a EN 1886

Condutibilidade térmica	T2
Fator de pontes térmicas	TB3
Fuga por bypass nos filtros	≤ 0,2%
Fugas na envolvente	Classe estanquidade L1
Estabilidade mecânica	Classe resistência mecânica D1

Aquando da análise desta, verificou-se que o cliente fazia referência à atenuação dos painéis, a nível de ruído para a envolvente das máquinas, assim sendo, e antes de se iniciar o processo de seleção procedeu-se a uma verificação das várias gamas de UTA da EVAC, relativamente aos valores expressos pelo cliente, valores esses que se encontram através da página web da EUROVENT, como se pode visualizar na Figura 23 abaixo representada.

Range : UTA												
Diploma Nr. : 99.05.012												
Software name : UTA												
Software version : 4.8.1.11												
Factory country : Portugal												
Factory city : Penafiel												
Standard (E)												
Model	CS class	CAL class -400 Pa	CAL class +700 Pa	FBL class	TT class	TBF class	Casing accoustical insulation at 125 Hz dB	Casing accoustical insulation at 250 Hz dB	Casing accoustical insulation at 500 Hz dB	Casing accoustical insulation at 1000 Hz dB	Casing accoustical insulation at 2000 Hz dB	Casing accoustical insulation at 4000 Hz dB
	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
 LM50 "NEW !"	D3(M)	L1(M)	L1(M)	F9(M)	T3	TB3	20,0	24,0	26,0	32,0	27,0	30,0
 PLUS50	D1(M)	L1(M)	L1(M)	F9(M)	T3	TB3	12,0	13,0	13,0	17,0	16,0	29,0
 ZL70	D1(M)	L1(M)	L1(M)	F9(M)	T2	TB2	19,0	24,0	23,0	33,0	26,0	29,0

Figura 23 - Certificação EUROVENT CERTIFIED PERFORMANCE

Após a análise da gama das UTA e da leitura dos documentos fornecidos pelo cliente realizou-se o processo de seleção para a obtenção da melhor solução ao problema.

Assim sendo, e durante o processo, optou-se pela modificação do isolamento da UTA, para o poliuretano, sabendo que este tipo de material é mais barato em relação ao que se encontrava solicitado inicialmente.

Relativamente aos restantes subcomponentes teve-se em consideração em seguir o que se encontrava no CE, mas também, em consideração ao preço final da UTA, pois o preço é o fator determinante para o cliente optar pela compra.

No final e como este projeto já se encontrava finalizado, realizou-se uma comparação de unidades de forma a verificar-se se as seleções obtidas eram as mesmas que tinham sido enviadas ao cliente. As devidas soluções de seleção de unidades encontram-se na tabela 8.

Tabela 8 - Seleção do projeto Rio Tinto

	Tipo de Equipamento	Classe Energética
UTA 1.1	UTA 15 PLUS 50	D
UTA 0.1	UTA 20 PLUS 50	D
UTA 0.2	UTA 5 PLUS 50	C

4.1.2. **Projeto Sé Patriarcal de Lisboa**

Para a instalação do núcleo arqueológico e recuperação dos claustros inferiores e superiores da Sé Patriarcal de Lisboa prevê-se a climatização a cargo de uma unidade de tratamento de ar, sendo para montagem no interior e com principal função a de renovação de ar novo. Apresentando as seguintes características estruturais e energética, solicitadas pelo cliente:

- Classe energética A
- Isolamento com 50 mm de espessura em lã mineral
- Painéis exteriores e interiores em chapa de Aluzinc 185

A unidade será de módulo simples e com a seguinte constituição, módulo de registos, secção de pré-filtragem G4 + filtro F7, secção de atenuação acústica, módulo de ventilação e por último bateria de aquecimento/arrefecimento. Só serão aceites modelos que estejam em conformidade com os valores referentes à norma EN 1886, valores esses que se encontram na Figura 24.

Atenuação acústica dos painéis certificada pela Eurovent

Hz	125	250	500	1000	2000	4000	8000
dB	10	21	26	27	28	29	31

Classes de resistência mecânica, conforme DIN EN 1886:

Teste	Pres.	Un.	60mm de isolamento standard, Thermal break	
			Classe	Limite
Estabilidade mecânica	—	mm/m	D2	10
Fugas pela estrutura	- 400Pa	l/sm ²	L3	1.32
Fugas pela estrutura	+700Pa	l/sm ²	L3	1.9
Fugas bypass filtros	+400Pa	%	F9	0,5
Isolamento térmico	—	W/m ² K	T2	0,5 < U ≤ 1,0
Fact. pontes térmicas	—	—	TB4	0,3 ≤ kb < 0,45

Figura 24 - Características da UTA

Relativamente, ao que foi solicitado pelo cliente, através do CE e mencionado nos parágrafos anteriores, a solução final teria de vir com a classe energética igual ao superior, o que na realidade não aconteceu devido uma revisão de leitura dos documentos.

Denotou-se que não havia referência do valor limite na velocidade de passagem do ar na bateria, assim sendo, optou-se por se apresentar duas soluções ao pedido de cotação deste projeto.

A primeira solução consistiu em uma unidade onde a velocidade se encontraria abaixo do valor marcado cumprindo todos os elementos pedidos, já a segunda solução o valor da velocidade será maior que o tablado, mas, com a única exceção da classe energética.

Em suma, as devidas diferenças entre as duas seleções foram devidamente argumentadas ao cliente de forma explícita e coerente, deixando ao respetivo a escolha da unidade que ficará na Sé de Lisboa, sendo que as soluções se encontram na tabela 9, estando em conformidade com a legislação em vigor.

Tabela 9 - Seleção do projeto Lisboa

	Tipo de equipamento	Classe energética
UTA 1	UTA 15 LM 50	B
UTA 1	UTA 20 LM 50	A+

4.1.3. **Palácio da justiça Tábua**

Após umas semanas com seleções de unidades de tratamento de ar simples, na adaptação ao programa, optou-se a partir deste projeto iriam começar a análise a gamas mais complexas, com recuperadores de calor, humidificadores e de construção do tipo higiénicas para uma compreensão ainda mais aprofundada à seleção de UTAs.

Assim sendo, o presente projeto tem como destino o Palácio da Justiça de Tábua, ficando as unidades para montagem no interior ou exterior consoante os casos, estas serão para funcionamento a 100% ar novo.

Devendo ainda cumprir com as seguintes características de resistência mecânica de acordo com a norma EN 1886, representadas na tabela 10:

Tabela 10 - Características mecânicas da UTA

Teste	Classe
Estabilidade mecânica	D1 (M)
Fugas pela estrutura	L1 (M)
Fugas bypass filtros	F9
Isolamento térmico	T2
Fator de pontes térmicas	TB3

Estruturalmente, o corpo principal da UTA integra o ventilador de insuflação e de retorno que estarão diretamente acoplados ao motor elétrico com comutação

eletrónica de velocidade (ECfans), filtro F7 na insuflação e no retorno, recuperador de calor do tipo rotativo de adsorção, sistema de controlo e comando terminal, que permitirá efetuar leituras e alterar todos os parâmetros de funcionamento, como se pode visualizar na Figura 25.

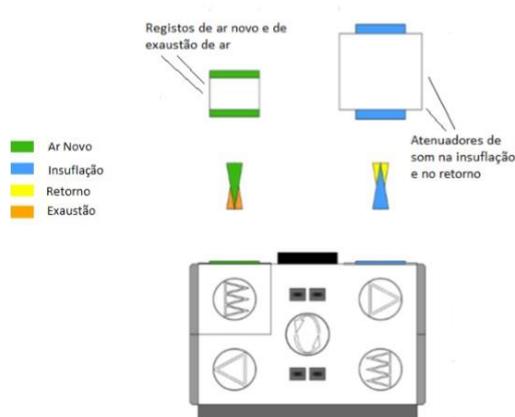


Figura 25 - Configuração da UTAN

Relativamente, à unidade que ficará na sala de audiências esta apresentará a mesma composição que a UTAN com a adição de um permutador de calor compacto do tipo ar/fluido com funções de aquecimento e/ou arrefecimento, demonstrado no esquema de montagem na Figura 26.

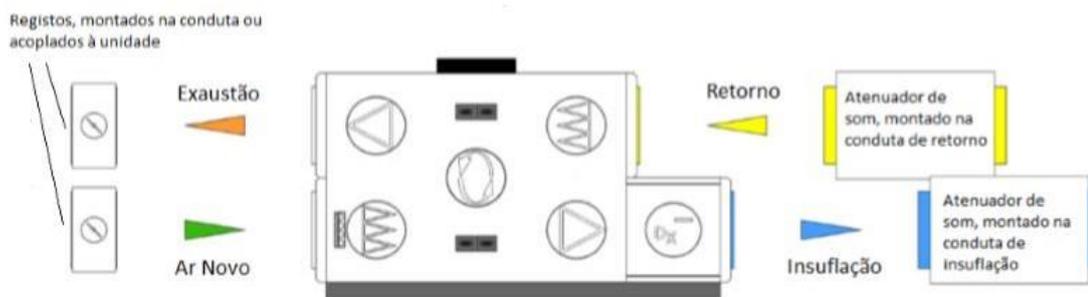


Figura 26 - Configuração da UTA

A solução encontrada para este projeto sofreu algumas modificações ao que se encontrava descrito pelo cliente no CE. Modificações essas relativas ao tipo de isolamento, passando a usar o poliuretano em vez de lã de rocha, possibilitando a construção de unidades mais baratas e estando a cumprir com os requisitos da EN 1886 relativamente aos fatores de pontes térmicas T3/TB3.

Na UTAN optou-se por colocar um recuperador de calor do tipo adsorção para recuperação de calor sensível e latente com eficiência na ordem dos 80%, o equipamento será do tipo compacto, para minimizar o espaço ocupado em planta e possuirá controlo integrado para gestão de todas as funções, tendo como base a otimização do consumo energético ao longo do seu uso.

Já a UTA apresentará a mesma constituição a nível de filtragem e recuperador que a UTAN a única diferença é a adição de aquecimento e arrefecimento do ar através de um permutador de calor do tipo ar/fluido.

Concluindo, as unidades apresentadas ao cliente apresentarão conformidade com os requisitos da norma EN 1886 apesar da mudança de isolante e das normas especificadas no caderno de encargos, bem como, nos restantes componentes. As seleções encontram-se na Tabela 11.

Tabela 11 - Seleção do projeto Tábua

	Tipo de equipamento	Classe energética
UTAN	UTA 10 plus 50	A+
UTA	UTA 10 plus 50	A+

4.1.4. **Lidl – Ermida**

As unidades solicitadas pelo cliente serão para um hipermercado em Ermida, para montagem no exterior e destinadas a tratamento de ar novo requerido para estabelecer as condições de qualidade do ar interior dos espaços a que estão interligadas.

Ambas as unidades terão estrutura rígida e resistente em ALUZINC, com isolamento em poliuretano e de espessura igual a 45mm, apresentando como configuração, módulo de registos, caixa de mistura de 3 vias (só na UTA de refeitório), seção de filtragem, recuperador de calor do tipo rotativo, bateria de aquecimento/arrefecimento Dx R410a, ventilação com motor EC e atenuadores acústicos na insuflação e retorno.

Além de que, deverá garantir as seguintes características de resistências mecânicas conforme a EN 1886:

Tabela 12 - Características de resistência mecânica

Tipo	Classes
Resistência mecânica	D1
Estanquidade a 400 Pa/700 Pa	L1/L2
Fugas bypass	F9
Comportamento térmico	T3
Pontes térmicas	TB3

Na análise ao caderno de encargos do projeto o cliente já especificava a respetiva classe energética das unidades, daí que as devidas seleções venham de acordo com o que foi solicitado, classe energética A+, também se verificou a restrição da velocidade de passagem ar no permutador de calor compacto, não podendo exceder os 2,5 m/s.

Assim sendo, as UTANs serão estruturadas para assegurar a insuflação do caudal de ar novo requerido por razões higiénicas, não descorando a filtragem adequada de forma a garantir a qualidade do ar interior, neste caso serão usados na insuflação filtros de classe M5 + F7 do tipo plano e bolsas, já no retorno filtro plano de classe M6.

Sendo dimensionadas para tratarem termicamente o ar novo para as temperaturas de insuflação de referência (21/24°C).

Já a UTA será dimensionada para remover a carga térmica do espaço a que esta afeta, para a temperatura ambiente interior de referência, sendo dotada de recuperador de roda térmica com eficiência acima dos 80% e com bypass mecânico, promovendo freecolling e a mistura de ar recirculado.

Em suma, as unidades apresentarão conformidade com os requisitos legais, classe energética e o caderno de encargos, com exceção nos filtros de bolsas no retorno, optou-se por colocar do tipo plano, já que em termos de preço estes são mais que os

de bolsas, as devidas seleções finais encontram-se na tabela 13.

Tabela 13 - Seleção do projeto Ermida

	Tipo de equipamento	Classe Energética
UTAN BAL.	UTA - RR 30 plus 50	A+
UTAN SALA REUNIÕES	UTA – RR 20D plus 50	A+
UTAN OPEN-SPACE	UTA – RR 20D plus 50	A+
UTAN PISO 0	UTA – RR 15 plus 50	A+
UTAN PISO 1	UTA – RR 15 plus 50	A+
UTAN REFEITÓRIO	UTA - RR 20D plus 50	A+

4.1.5. **IPO Lisboa – Unidade de Transplante de Medula**

As unidades solicitadas pelo cliente para cotação têm como finalidade a unidade hospitalar de Lisboa mais concretamente o IPO, estas serão para montagem exterior de simples deck do tipo higiénica.

Para as UTAN 1,2,3 e 4 a sua composição é a seguinte: registos de caudal, seção de filtragem, bateria de arrefecimento, seção de vazio, bateria de aquecimento, seção de vazio, ventilação, seção de filtragem, humidificador e seção de vazio.

Relativamente à UTAN 5 esta apresentará as mesmas características construtivas e componentes com a única exceção a retirada da seção de humificação na unidade. As unidades serão testadas em laboratório e portadoras de certificado CE e EUROVENT com as seguintes características da tabela 14:

Tabela 14 - Características de resistência mecânica

Tipo	Classes
Resistência mecânica	D1
Classe de Estanquidade	L1
Fugas bypass	$\leq 0,2 \%$
Comportamento térmico	T2
Pontes térmicas	TB3

Tratando-se de unidades que irão climatizar áreas hospitalares, assim sendo, teve-se o máximo cuidado possível na seleção, atendendo a legislação e os requisitos de higiene existentes.

Para garantir que ao ar a insuflar nas áreas demarcadas é o mais limpo possível, os filtros escolhidos para esta situação foram os do tipo rígidos de classe F7 e F9, assegurando a contaminação mínima do ar quer em funcionamento ou parada.

Assim sendo, as unidades que irão climatizar os quartos, serão dotadas por módulo de registro de ar novo, dois níveis de filtragem de classe F7 + F9 do tipo bolsas rígidas, ventilação do tipo plug-fan como motor EC, permutadores de calor compacto do tipo ar/água que irão promover o aquecimento e arrefecimento do ar, módulo de humidificação a vapor garantindo a temperatura e humidade desejada para cada ala e seção de atenuação acústica, apresentando no geral um baixo nível de ruído adequado ao local onde irão ficar e a máxima qualidade do ar a insuflar nas áreas demarcadas.

As unidades selecionadas apresentam, assim, uma gama mais adequada a situações de requisitos de higiene e com certificação pela DIN 1946-4, estando em conformidade com o solicitado pelo caderno de encargos. As seleções encontram-se na tabela 15:

Tabela 15 - Seleção do projeto IPO lisboa

	Tipo de equipamento	Classe energética
UTAN 1, 2, 3 e 4	UTA – H 15 ZL 70	B
UTAN 5	UTA – H 20 ZL 70	C

4.1.6. Hotel Mondego – Coimbra

As unidades de tratamento serão do tipo modular para montagem no exterior e com isolamento em lã mineral, com destino a cidade de Coimbra, mais propriamente para uma unidade hoteleira “Hotel Mondego”.

As Utas terão como estrutura: registo à entrada do ar, pré-filtro (G4), bateria de expansão direta (só para modo de arrefecimento, com fluído frigorígeno R410a), ventilador e filtro final (F7- bolsa), podendo-se visualizar na figura 27 o respetivo fluxograma da UTA.

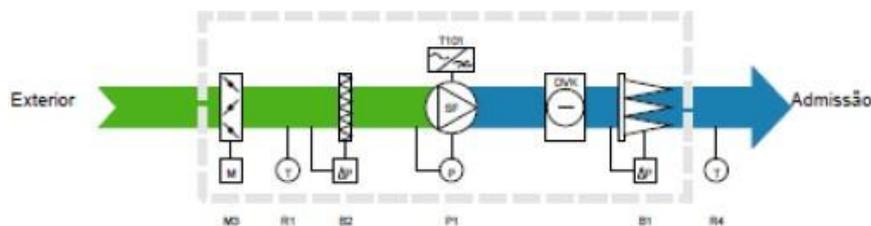


Figura 27 – UTA

A solução encontrada para este caso processou-se na modificação do isolante mantendo os restantes componentes de acordo com o caderno de encargos, assim sendo, estruturalmente possuirão painéis em Aluzinc com isolamento em poliuretano, módulo de registos de classe dois à entrada do ar novo, permutador de

calor compacto do tipo ar/fluido só para arrefecimento do ar e ventilador do tipo plug-fan acoplado a motor EC.

Estas unidades encontram-se em conformidade com o caderno de encargos e com classe energética A+ nas duas unidades, encontrando-se na tabela 16 as respetivas soluções:

Tabela 16 - Seleção do projeto de Coimbra

	Tipo de equipamento	Classe Energética
UTAN 1	UTA 5 plus 50	A+
UTAN 2	UTA 15 plus 50	A+

4.1.7. **The 7 Hotel – Lisboa**

A unidade solicitada neste projeto tem como destino a unidade hoteleira The 7 hotel na cidade de Lisboa, será de fabrico em série, com construção modular própria para instalação à intempérie. A envolvente será construída em perfis de alumínio e os painéis de dupla parede em chapa de aço galvanizado, com isolamento térmico em lã mineral com 50 mm de espessura, apresentará como composição: módulo de registo à entrada do ar novo, filtragem à entrada, ventilação, atenuador acústico e filtragem final na insuflação.

Este processo é muito semelhante ao anterior onde a única alteração foi o isolante, em que, os restantes componentes ficarão de acordo com o CE, a solução para este caso encontra-se na tabela 17.

Tabela 17 - Seleção do projeto The 7 Hotel

	Tipo de equipamento	Classe Energética
UTA	UTA 15 plus 50	B

4.1.8. Centro Hospitalar do Barreiro -Montijo

As unidades solicitadas neste projeto tem com destino o centro hospitalar no Barreiro – Montijo, ficarão localizadas no interior ou exterior consoante os caos e irão promover a climatização das salas de espera e da sala de cirurgias.

Relativamente às unidades que ficarão localizadas nas salas de espera do hospital apresentam como constituintes módulo de registos na admissão do ar e no retorno, módulo de filtragem com filtros planos e de sacos, recuperador de calor do tipo fluxos cruzados, bateria de aquecimento e arrefecimento e por último módulo de ventilação com motor EC.

Por último a unidade de tratamento que ficará na sala de cirurgias apresentará certificação higiénica pela norma VDI 6022, apresentando os mesmos constituintes que as unidades da sala de espera relativamente à insuflação, retirando apenas o recuperador e colocando um módulo de humidificação ficando com uma unidade de simples deck.

Todas as unidades apresentarão classificação de eficiência energética Classe A que garantem todos os Critérios Ecodesign 2018 e Certificação Eurovent. Deverá ainda estar em conformidade com as seguintes performances mecânicas, térmicas e acústicas, conforme classificação da EN 1886, representadas na tabela 18:

Tabela 18 - Classificação das resistências mecânicas

Tipo de ensaio	EN 1886
Integridade Estrutural	D1
Estanqueidade a 400Pa/700Pa	L1
Fugas bypass Filtros	F9
Transmissão Térmica	T3
Pontes Térmicas	TB2

Durante o processo de seleção teve-se em atenção às informações do caderno de encargos de modo a que sejam garantidas as condições de conforto e de qualidade do ar interior do edifício, sem dispêndios excessivos de energia.

A UTA que ficará na ala de Cirurgia serão servidas pela distribuição de água a 4 tubos e estarão equipadas com duas baterias uma de aquecimento e outra de arrefecimento juntamente com os restantes módulos de constituintes pedidos pelo cliente, tendo em conta que esta unidade é do tipo higiénica a gama selecionada foi a Plus 50 em vez da ZL 70, simplesmente pelo facto de o cliente ter especificado que a UTA tinha de ter apenas certificação com a VDI 6022. Já as restantes unidades serão servidas também pela distribuição de água a 4 tubos promovendo o aquecimento e arrefecimento do ar proveniente do recuperador de calor do tipo roda térmica, o equipamento será do tipo compacto, para minimizar o espaço ocupado em planta e possuirá controlo integrado para gestão de todas as funções, tendo como base a otimização do consumo energético.

As seleções encontradas apresentam conformidade com a norma EN 1886 e com os requisitos descritos no caderno de encargos, inclusive, a classe energética A+, por último as respetivas seleções encontram-se na tabela 19.

Tabela 19 - Seleção do projeto Hospital Barreiro

	Tipo de equipamento	Classe Energética
UTA Cirurgia	UTA 15 plus 50	A+
UTA Espera 20	UTA – RR 20 plus 50	A+
UTA Espera 28	UTA – RR 20 plus 50	A+
UTA Espera 39	UTA – RR 20 plus 50	A+
UTA Espera 40	UTA – RR 20 plus 50	A+
UTAN 1	UTA 20 plus 50	A+
UTAN 2	UTA 20 plus 50	A+

4.1.9. **Ampliação do Hospital de Lousada**

As unidades solicitadas para cotação neste projeto serão para a unidade hospitalar de Lousada e com destino para os diferentes pisos do hospital, desde o piso -1 até ao piso 2, sendo unidades que apresentarão construção normal do tipo duplo deck com recuperação e simples deck, restando a unidade que ficará na sala de exames essa apresentará construção do tipo higiénica.

Apresentando como composição as unidades de construção normal: módulos de registos, filtragem na insuflação e retorno, caixa de mistura, recuperadora de calor, bateria de aquecimento e arrefecimento e seção de ventilação com motor EC.

A unidade que apresentará certificação higiénica será composta por um modelo linear ou simples deck, módulo de filtragem, baterias de aquecimento e arrefecimento e seção de ventilação com motor EC. Ambas as unidades têm que estar em conformidade com as respetivas classes de resistência mecânica da norma EN 1886, como se pode visualizar na tabela 20.

Tabela 20 - Características de resistência mecânica

Tipo de ensaio	EN 1886
Integridade Estrutural	D1
Estanqueidade a 400 Pa /700 Pa	L1
Bypass Filtros	F9
Transmissão Térmica	T2
Pontes Térmicas	TB2

As unidades que ficarão no piso -1 apresentarão os componentes de acordo com o caderno de encargos. No piso 0 onde se localizam as áreas de maior dimensão,

precisamente a de recepção aos utentes e a zona de espera, a unidade aqui instalada será equipada com caixa de mistura, promovendo a recirculação do ar, aproveitando o calor latente e sensível do ar de retorno possibilitando um meio de poupança energética nos ventiladores e baterias, já nos gabinetes de trabalho e na circulação pelo interior do hospital a unidade terá a mesma composição com a única exceção de não ter caixa de mistura.

Para finalizar, neste andar ficará a unidade de tratamento com requisitos de concepção do tipo higiénica, equipada com módulo de pré-filtragem com filtro saco curto de classe M5 e filtragem intermédia com filtro de bolsas de classe F7, sistema de ventilação do tipo plug-fan acoplado a motor EC e permutadores de calor compacto do tipo ar/água que promoverão o aquecimento e arrefecimento do ar até as temperaturas desejadas.

Nos pisos superiores piso 1 e 2 ficaram as unidades simples de um único andar, equipadas com módulo de filtragem de classe G4+F7, ventilação, bateria de aquecimento e de arrefecimento.

Em suma, todas as unidades serão da gama ZL 70 incluindo a higiénica, devido ao facto de se encontrar especificado na tabela de resistências mecânicas no caderno de encargos que o fator de pontes térmicas de T2/TB2.

Possuirá também a máxima eficiência de recuperação associada à menor perda de carga possível nas unidades com recuperação e com baixo consumo elétrico no sistema de ventilação, já os filtros utilizados serão do tipo bolsas, não cedem a carga estática e mantendo a sua eficiência constante durante toda a vida útil cumprindo assim os requisitos da VDI 6022, as devidas soluções encontram-se na tabela 21.

Tabela 21 - Seleção do projeto Hospital Lousada

	Tipo de equipamento	Classe Energética
UTA gastro	UTA – H 10 ZL 70	C
UTA 0.2	UTA – RR 30D ZL 70	B
UTAN 0.1	UTA – RR 3 ZL 70	A
UTAN 1.1	UTA 40 ZL 70	E
UTAN 2.1	UTA 40 ZL 70	E
UTAN -1.1	UTA – RR 10 ZL 70	A+
UTAN -1.2	UTA 20 ZL 70	E

4.1.10. **IPO – Lisboa**

A devida unidade de tratamento solicitada neste projeto tem com destino final o IPO de Lisboa, especificamente no bloco 1, optou-se pela instalação de uma unidade de tratamento de ar novo UTAN.1, com 100% ar novo, do tipo higiénica, sendo que esta apresentará conformidade com a VDI 6022 e com a DIN 1946 – 4.

Todas as unidades são de construção interior inteiramente lisa e metálica, sem parafusos aparentes, a UTAN será equipada com uma bateria de água fria e bateria de água quente, secção de humidificação, secções de filtragem, atenuador acústico, ventilação e filtros G4 +M6 + F9, esta unidade irá efetuar a insuflação de ar novo, assim como, a climatização do espaço apresentando certificação Eurovent e Ecodesign 2018.

A sua construção terá de responder as exigências da norma europeia EN 1886 apresentadas na tabela abaixo.

Tabela 22 - Características de resistência mecânica

Tipo de ensaio	EN 1886
Integridade Estrutural	D1
Estanqueidade a 400 Pa /700 Pa	L1
Bypass Filtros	F9
Transmissão Térmica	T3
Pontes Térmicas	TB2

Sendo que, a unidade será responsável pela termoventilação independente dos restantes sistemas, serão do tipo modular e próprias para montagem no exterior. A unidade apresentada ao cliente apresentará os componentes em conformidade com o caderno de encargos salvaguardando que o recuperador de calor será do tipo fluxos cruzados com rendimento igual a 80%. Por uma secção de filtragem na insuflação por filtros plano G4 + M6, respetivamente aos filtros situados no final da insuflação serão do tipo rígidos, pelo simples facto de termos uma situação de controlo higiénico mais complexo e para prevenir a contaminação entre o filtro e fundo da unidade de tratamento de ar quando esta não estiver em funcionamento, já a filtragem na extração ficou-se pelo filtro plano G4.

Apresentando conformidade com as devidas normas exigidas, bem como, a classe energética A+, a solução encontra-se na tabela 23.

Tabela 23 - Seleção do projeto IPO Lisboa

	Tipo de equipamento	Classe Energética
UTA	UTA – RP – H 20 ZL 70	A+

4.1.11. Externato Paulo VI – Gondomar

A unidade de tratamento solicitada para cotação tem como finalidade a climatização geral do Externato Paulo VI, na cidade de Gondomar, para montagem no exterior, os diferentes blocos serão totalmente independentes e estanques, não permitindo fugas de um bloco para o outro.

Sendo que a unidade deverá apresentar a seguinte composição no módulo de insuflação:

- Registos de entrada do ar;
- Filtragem G4 + F7;
- Módulo de recuperação do tipo adsorção;
- Bateria para expansão direta com fluído R410a;
- Ventilador com motor EC e controlador;
- No módulo de extração: filtros M5 no retorno, recuperador do tipo adsorção, ventilador com motor EC e na seção de saída do ar com registos.

Deverão cumprir com as disposições do Regulamento (EU) N° 1253/2014 que aplica a Diretiva 2009/125/CE no que diz respeito aos requisitos de conceção ecológica das unidades de ventilação e ECODESIGN. A estrutura, base e painéis, de acordo com a EN 1886:

Tabela 24 - Características de resistência mecânica

Tipo de ensaio	EN 1886
Integridade Estrutural	D1
Bypass Filtros	F9
Transmissão Térmica	T3
Pontes Térmicas	TB2

No processo de seleção selecionou-se vários modelos de UTAs chegando-se à conclusão de que UTA 30 apresentava melhor preço relativamente às restantes

soluções, apesar do aumento do recuperador e ficando com uma caixa de recuperação maior, conseguiu-se manter os restantes módulos sem restrições bem como a classe energética solicitada A+.

A unidade apresenta conformidade com as normas descritas no caderno de encargos e o Ecodesign, encontrando-se na tabela 25 a seleção deste projeto.

Tabela 25 - Seleção do projeto Externato Paulo VI

	Tipo de equipamento	Classe Energética
UTANR	UTA – RR 20D plus 50	A+

4.1.12. Centro Hospitalar do Porto – Serviços Farmacêuticos

Para este projeto está previsto duas unidades de tratamento de ar para montagem no interior para o Centro Hospitalar do Porto e de construção higiénica, bem com, as respetivas unidades de ventilação com filtragem.

As UTAs serão compostas por módulo de registos quer na admissão do ar quer na descarga, caixa de mistura de duas vias, bateria de arrefecimento e aquecimento, seção de filtragem e ventilador com motor EC. Já os VE apresentaram módulo de registos, ventilador com motor EC e filtros absolutos (H13), como demonstra na figura 28.

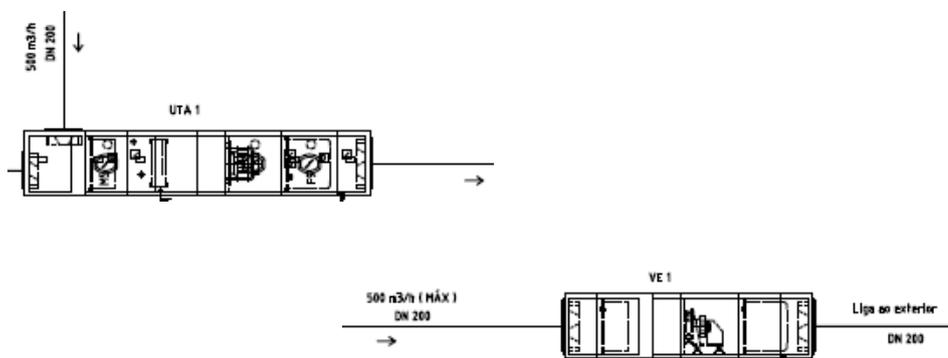


Figura 28 - Desenho das UTA e VE

Optou-se assim em escolher uma gama mais elevada que a concorrência, oferecendo melhores características de resistência mecânica, a gama ZL 70, que apresenta como desempenho mecânico de D1, L1, F9 e T2/TB2 relativamente à norma EN 1886.

Também garantiu-se que todos os subcomponentes tinham as mesmas ou melhores características que as folhas da concorrência, respetivamente ventiladores, baterias e filtros.

No final, apresentou-se uma unidade que apresenta melhor gama, melhor desempenho mecânico e estando em conformidade com as devidas normas EN 1866 e Ecodesign, apresentando como classe energética A+ e com certificação higiénica tendo em conta a VDI 6022 e DIN 1946-4.

Tabela 26 - Seleção do projeto Centro Hospitalar do Porto

	Tipo de equipamento	Classe Energética
UTA 1 e 2	UTA – H 30 ZL 70	A+
VE 1 e 2	UTA – H 5 ZL 70	A+

4.1.13. **Hotel Porto Antigo**

O presente projeto tem como finalidade responder à necessidade de climatização na unidade hoteleira na cidade do Porto, consistindo, em duas UTAs para a zona de restaurante e cozinha, com a seguinte constituição: módulo de registo na admissão do ar novo, filtragem de saco, ventilador com motor EC e bateria de expansão direta com R410a. Sendo que para montagem no exterior a unidade deverá possuir cobertura bem como a sua envolvente em material de Aço Galvanizado, devendo ainda estar em conformidade com as devidas normas do Ecodesign e EN 1886.

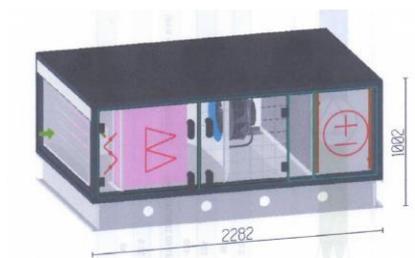


Figura 29 - Desenho da UTA

Para a climatização da unidade hoteleira foi solicitado a cotação de duas UTAs para comparação de um pedido de cotação concorrente à EVAC, assim sendo, a seleção procedeu-se de forma a obter uma melhor unidade relativamente à recebida.

Desta forma, as unidades encontradas para este projeto apresentam os respetivos módulos que vinham descritos na folha de seleção da concorrência, uma unidade simples, com ventilação do tipo plug-fan acoplado a motor EC, filtragem de saco de classe F7 e permutador de calor compacto do tipo ar/fluido que promoverão o aquecimento e arrefecimento da ar. A solução apresentada tem os devidos valores de potências absorvidas abaixo da concorrência, bem como, as perdas de carga no permutador de calor compacto apresentando uma maior otimização do consumo energético ao longo do seu uso.

No final, foram apresentadas duas soluções ao cliente, o que realmente diferencia entre elas é o preço final da unidade deixando ao critério do cliente a escolha. A devida solução deste projeto encontra-se abaixo na tabela 27.

Tabela 27 - Seleção do Hotel Porto Antigo

	Tipo de equipamento	Classe Energética
UTA 1	UTA 40 plus 50	E
UTA 2	UTA 20D plus 50	E

4.1.14. **Urbo Business Center – Matosinhos**

A renovação do ar no edifício de Matosinhos ficará assegurada por meio de unidades de tratamento de ar novo com recuperação de calor, deverão ser construídas num único bloco ou com um número de secções facilmente montadas de acordo com sua transportabilidade e/ou manuseio.

Apresentando como composição registos na entrada do ar novo e na rejeição, secção de filtragem na insuflação com pré filtro G4 + F7 e extração com filtros de bolsas F7, bateria de expansão direta para aquecimento e/ou arrefecimento, módulo de recuperação do tipo roda térmica e ventilador com motor EC.

Apenas serão aceites unidades com certificação EUROVENT, apresentando as seguintes características mínimas e de classe energética A, representado na tabela 28:

Tabela 28 -Características de resistência mecânica

Tipo de ensaio	EN 1886
Integridade Estrutural	D1
Bypass Filtros	F9
Transmissão Térmica	T2
Pontes Térmicas	TB3

As unidades de tratamento de ar seleccionadas permitirão fazer o pré-arrefecimento ou pré-aquecimento do ar novo, através do módulo de recuperação de calor do tipo rotativo, ou seja, permitirão a troca de calor sensível e latente, possuirão também permutadores de calor do tipo ar/fluido com ligações às unidades exteriores do tipo expansão direta.

As devidas seleções para este projeto tiveram em consideração o que se encontrava no caderno de encargos de forma a garantir que se cumpriam todos os requisitos e normas relativamente aos filtros e Ecodesign, encontrando-se as soluções na tabela

29.

Tabela 29 - Solução do projeto Urbo - Matosinhos

	Tipo de equipamento	Classe Energética
UTAN 1	UTA – RR 40D plus 50	A
UTAN 2	UTA – RR 40DS plus 50	A
UTAN 3	UTA – RR 50D plus 50	A
UTAN 4	UTA 40DS plus 50	A

4.2. “Clínica Espaço Guimarães – Grupo Trofa Saúde”

O presente projeto tem como finalidade a climatização de uma clínica na cidade de Guimarães, devendo ser construídas num único bloco ou com um número de secções facilmente montadas de acordo com sua transportabilidade e/ou manuseio, sendo estas para montagem no interior e de construção normal ou do tipo higiénica consoante os casos.

As unidades de duplo deck que irão climatizar as zonas de maior dimensão serão dotadas de:

- Registos interiores na admissão do ar novo e rejeição, com exceção na UTAN geral onde estes mesmos registos serão montados do lado de fora da unidade;
- Módulo de filtragem de classe M5 + F7 na insuflação e de classe M5 no retorno;
- Módulo de recuperação que poderá ser de roda térmica com eficiência de recuperação acima dos 80% ou do tipo placas com uma eficiência acima dos 83%, dependendo dos casos;
- Módulo de permutadores de calor do tipo ar/fluido, a velocidade máxima admissível na bateria será de 2,5 m/s, por último o módulo de ventilação com

motor do tipo EC.

Apenas serão aceites unidades com certificação EUROVENT, apresentando as seguintes características mínimas e de classe energética A, na tabela 30:

Tabela 30 - Características de resistência mecânica

Tipo	Classes
Resistência mecânica	D1
Estanquidade a 400 Pa/700 Pa	L1/L2
Fugas bypass	F9
Comportamento térmico	T3
Pontes térmicas	TB3

Relativamente às unidades do tipo Higiénica, destinadas à climatização das respetivas salas de operações e de recuperação, serão dotadas de registos na admissão do ar novo, módulos de aquecimento e arrefecimento através de permutadores de calor do tipo ar/fluido, seção de pré-filtragem com classe G4 e filtragem intermédia e final de classe M5 + F9 na insuflação, módulo de humidificação a vapor, ventilação com motor EC e por último por uma seção de atenuadores acústicos de tamanho 600 mm.

Sendo que, só serão aceites unidades que estejam em conformidade com os respetivos valores das características de resistência mecânica segundo a norma EN 1886, valores esses que se encontram na tabela abaixo indicada, bem como, certificação pela norma VDI 6022 e com classe energética A+.

Tabela 31 - Características de resistência mecânica

Tipo	Classes
Resistência mecânica	D1
Estanquidade a 400 Pa/700 Pa	L1/L2
Fugas by pass	F9
Comportamento térmico	T3
Pontes térmicas	TB3

Inicialmente o projeto continha seis unidades de tratamento de ar, onde na qual, constavam as utas do tipo higiênicas, certificadas apenas pela norma VDI 6022, que iriam promover a climatização de zonas mais restritas, sendo elas, a sala de operação, sala de recuperação e cirurgia ambulatoria.

Devido a reformulações por parte do cliente estas últimas três utas deixaram de existir passando a restar as unidades: do ginásio, geral e RMN, originando assim uma nova revisão do projeto “Clínica Espaço Guimarães”. Já que os valores estipulados inicialmente para estas unidades foram alterados, assim sendo, deu-se prioridade as características que vinham no novo caderno de encargos, para que estas garantam todos os requisitos solicitados pelo cliente, via telefone e correio eletrônico.

A gama selecionada será a plus 50, não só por vir referenciado na tabela de características de resistência mecânica, T3/TB3, mas também por o isolamento ser o poliuretano. A velocidade de passagem do ar nos permutadores de calor compacto será igual ou inferior a 2,5 m/s, não ultrapassando o valor máximo fixado no caderno de encargos.

A UTAN que ficará a climatizar a zona de maior dimensão será dotada de registos na admissão do ar novo e rejeição de classe 2, instalados na parte exterior da unidade, já os níveis de filtragem serão do tipo plano com classe M5 na insuflação e retorno e filtragem final da insuflação do tipo bolsas de classe F9. Quanto à seção de recuperação de calor será do tipo roda térmica, com eficiência de 80%, promovendo o calor latente e sensível entre o

ar de extração e ar novo para a insuflação.

O permutador de calor compacto será do tipo ar/fluido, na qual promoverá o aquecimento e arrefecimento do ar proveniente do recuperador de calor e por último os ventiladores do tipo plug-fan com motor EC, tanto na insuflação como no retorno.

Já a unidade que irá promover a climatização do ginásio será dotada de uma caixa de mistura, promovendo assim a recirculação de ar, quanto aos níveis de filtragem será do tipo plano de classe M5 na insuflação e retorno e do tipo bolsas de classe F7 no final da insuflação, os restantes elementos apresentam os mesmos constituintes que a UTAN geral respetivamente aos ventiladores, permutadores de calor e recuperador do tipo roda térmica. Esta unidade não possuirá bypass na recuperação já que o recuperador foi projetado para o caudal de ar novo é igual ao da insuflação.

Relativamente, à última UTA será dotada de uma caixa de mistura de três vias, promovendo a mistura de caudais de ar novo e retorno, apresenta os mesmos constituintes das unidades anteriores em termos de ventiladores, permutadores de calor compacto e filtragem na insuflação. Esta unidade acabou por sofrer uma alteração de constituintes já que a soma dos caudais ar novo e extração igualam o de insuflação, possibilitando a troca de elementos ao invés de recuperador + caixa de mistura, ficando-se pela caixa de mistura de 3 vias.

Acabando por ficar mais barata e com o modelo mais pequeno, esta solução foi apresentada ao cliente das duas formas, com recuperador e só com a caixa de mistura, acabando por optar por a solução mais barata.

De forma a garantir-se que as unidades selecionadas pela EVAC apresentam melhores desempenhos que os da concorrência realizou-se um comparativo, entres os modelos deles com os da EVAC, anexado no Anexo D, retirando-se as seguintes conclusões:

- As unidades de tratamento de ar da EVAC apresentam a máxima eficiência de recuperação associada à menor perda de carga possível;
- Apresentam também um baixo consumo elétrico na ventilação devido a terem a potência elétrica de alimentação mais baixa que as da concorrência, garantindo uma maior otimização do consumo elétrico ao longo do seu uso e uma baixa emissão de poluentes associadas ao motor e qualidade do ar interior;

- No geral as unidades apresentarão um menor consumo elétrico através do desempenho dos vários componentes constituintes.

Por último, cumprem todos os elementos normativos e requisitos do caderno de encargos, as respetivas seleções finais deste projeto encontram-se na tabela 32:

Tabela 32 – Seleção final do projeto Trofa Saúde

	Tipo de equipamento	Classe Energética
UTA Ginásio	UTA – RR 20D plus 50	A+
UTAN Geral	UTA – RR 40D plus 50	A
UTAN RMN	UTA 5 plus 50	A+

4.3. “Reformulação dos Blocos Operatórios do Edifício Neo Clássico do Centro Hospitalar do Porto”

O atual projeto tem como finalidade a substituição das antigas unidades de tratamento de ar por novas, modificando o sistema dos permutadores de calor de ar/fluido por umas novas de permuta ar/água a 4 tubos, estas serão para montagem no interior, do centro hospitalar, e irão promover a climatização das salas operatórias.

Para a climatização dos blocos operatórios, cujo as exigências de controlo e filtragem são muito específicas, serão dotadas de filtros com classe F7, F9 e H13.

Serão utilizadas unidades alimentadas a quatro tubos que promoverão o aquecimento e arrefecimento, módulo de humidificação do ar a vapor e ventilador do tipo plug-fan diretamente acoplado a motor EC.

Estruturalmente, os painéis deverão ter uma espessura de 65 mm de isolamento em poliuretano injetado a quente, a face exterior será em aço galvanizado, a face interior será em Aluzinc e o painel do fundo em inox. Todas as unidades deverão ter certificação EUROVENT bem como certificação higiénica pela diretiva DIN 1946-4.

Deverão ainda possuir as seguintes classificações mínimas de acordo com os parâmetros seguintes da norma EN 1886 representados na tabela 33:

Tabela 33 - Características de resistência mecânica

Tipo de ensaio	EN 1886
Integridade Estrutural	D1
Fugas bypass Filtros	F9
Transmissão Térmica	T2
Pontes Térmicas	TB2

De forma a otimizar-se uma solução mais económica e melhor que a concorrência realizou-se um estudo/análise às seleções das unidades dessa marca e do respetivo caderno de encargos de formar a recolher-se a informação dos subcomponentes e devidos modelos existentes.

Optou-se por se escolher a gama ZL 70, sendo esta a gama que possui certificação higiénica para unidades de tratamento de ar com requisitos adicionais de higiene segundo a norma DIN 1946 - 4 e VDI 6022. Apresentando como características de resistência mecânica segundo a norma EN 1886 de D1 e nos fatores de pontes térmicas de T2/TB2. Estruturalmente as unidades certificadas pela DIN têm de ter estrutura em ferro, com os painéis exterior em plastificado branco, interior em Aluzinc e fundo em aço inox.

Durante a seleção teve-se o máximo cuidado na escolha e colocação dos filtros já que se trata de unidades higiénicas, esta apresenta parâmetros que na qual devem ser cumpridos, sendo eles, o tipo de classe de sala, que determina os níveis de filtragem a usar, a sua colocação para que não haja contaminação do ar limpo entre componentes, os espaços para se efetuar inspeção e/ou limpeza para que o processo em si mesmo não seja gerador de contaminantes e partículas para o fluxo de ar e os devidos acessórios nos filtros.

Neste caso, estamos perante a classe I pelo simples facto de se encontrar identificado filtros terminais do tipo absolutos na descrição da UTA, no caderno de encargos, esta classe obriga

à utilização de três níveis de filtragem de classe F7+F9+H13 ou no mínimo M5+F9+H13.

Optou-se por filtros de saco rígido, para os de classe F7 e F9, pois garantem uma maior prevenção na contaminação entre os filtros e o fundo da unidade quando esta não estivesse em funcionamento ou quando a sua remoção para limpeza e/ou inspeção, já que não chegam a tocar no fundo da unidade de tratamento de ar. Os filtros serão colocados antes dos permutadores de calor compacto e depois da seção de ventilação, garantindo o acesso pelo lado sujo.

Estas unidades permitirão fazer o aquecimento e arrefecimento do ar através do módulo de permutadores de calor compacto do tipo ar/água, sendo que estas estarão ligadas ao sistema de distribuição de água arrefecida e de água aquecida provenientes de um chiller. As baterias de arrefecimento foram preferencialmente dimensionadas para uma velocidade que evite a utilização de separador de gotas.

Também será dotada de um módulo de humificação a vapor que garantirá a humidade desejada nas salas entre 43% a 45%, equipado com óculo e iluminação interior para verificações e limpezas.

No final e de forma a chegar-se a uma melhor conclusão das seleções realizou-se um comparativo entre os modelos selecionados pela EVAC com os da concorrência.

De forma, a garantir-se uma solução bem mais concisa e na identificação da solução mais barata por parte da EVAC, atendendo às normas exigidas, bem como, ao consumo energético das unidades, o respetivo comparativo encontrando-se no Anexo E.

No geral, as unidades apresentadas pela EVAC apresentam classe energética C na maioria dos casos, com exceção na UTAN 2 que apresenta classe B. Todas as seleções têm as perdas de carga mais baixas relativamente às baterias que a concorrência, não sendo necessário uma pressão elevada sobre a água para promover o aquecimento/arrefecimento do ar, bem como, no consumo elétrico nos motores apresentando as potências elétricas mais baixas, tornando-se uma mais-valia em termos de custos, já que o consumo elétrico será mais em conta.

Concluindo assim, que as unidades apresentarão uma maior eficácia energética ao longo do seu uso, bem como, uma melhor garantia de ar a insuflar sair limpo e fresco sem qualquer tipo de contaminante nas áreas demarcadas a climatizar, quanto às seleções finais estas encontram-se na tabela 34.

Tabela 34 - Seleções do Projeto Centro Hospitalar do Porto

	Tipo de equipamento	Classe Energética
UTAN 1	UTA – H 20 ZL 70	C
UTAN 2	UTA – H 15 ZL 70	B
UTAN 3 e 4	UTA – H 15 ZL 70	C
UTAN 5 e 6	UTA – H 20D ZL 70	C

4.4. Análise crítica do trabalho realizado

Durante o período de estágio, que foi proporcionado pela EVAC, foi com grande entusiasmo e expectativas que o efetuei, tratando-se do primeiro contacto enquanto aluna de mestrado com o mundo empresarial. Sem dúvida que os conhecimentos adquiridos durante a licenciatura e mestrado foram de grande utilidade, destacando em particular a área de climatização cujas temáticas abordadas nas aulas contribuíram bastante no meu desempenho.

Com o decorrer do tempo do estágio foi adquirido outras capacidades de trabalho graças ao apoio constante da minha orientadora e restantes colegas de trabalho. O esforço realizado na interação da empresa, a paciência nos ensinamentos e dúvidas durante os processos, bem como, na generosidade em partilharem conhecimentos, permitiram uma maior aprendizagem no processo de seleção.

O tempo passado na empresa, quer a realizar o trabalho quer a viver o dia-a-dia do departamento comercial fez perceber que desde a chegada do caderno de encargos à finalização das unidades é preciso uma cooperação entre os vários departamentos sendo esta uma tarefa inerente a todo os colegas, o que enriqueceu e muito este período dedicado ao projeto.

Analisar, compreender, seleccionar, concretizar e decidir passaram a ser os verbos mais

constantes no dia-a-dia, à medida que o tempo foi passando desde os primeiros projetos até aos de maior complexidade, levaram à melhor análise do funcionamento de uma unidade de tratamento de ar essencial no processo de seleção.

Este estágio permitiu, então, adquirir experiência empresarial, transitando da vida curricular para a profissional, preparando-me para o mundo laboral e cumprindo novos desafios e tarefas ao longo da vida. Restando apenas agradecer a todos os colegas de trabalho da EVAC, aos professores sempre disponíveis para o esclarecimento de dúvidas e em especial a minha orientadora de estágio.

Em suma, as metas traçadas no início desta etapa foram alcançadas na aprendizagem na seleção/dimensionamento de unidades de tratamento de ar, de forma a garantir que cada unidade selecionada garanta a qualidade do ar desejada, bem como, os consumos energéticos sejam os mais razoáveis possíveis. Realçar também que a comunicação entre o cliente e empresa e o preço final das unidades são fatores fulcrais para assegurar a venda dos diversos equipamentos.

5. Conclusões

No decorrer do estágio curricular foram propostos vários casos de estudo, numa primeira instância para aprendizagem e compreensão no programa de dimensionamento de unidades de tratamento de ar, seguidamente, em processos de grau mais elaborativo e por último em dois casos de estudo.

A realização deste trabalho permitiu perceber e desenvolver uma capacidade de perceção no dimensionamento de UTAs, baseando-se na análise de documentos, normas e desenhos técnicos, de forma a, no final chegar-se a uma seleção ótima da unidade de tratamento do ar.

O dimensionamento permitiu ampliar a noção de funcionamento, configuração e caracterização de sistemas de tratamento do ar, a nível de construção de equipamentos para edifícios comerciais e habitacionais, bem como, para edifícios com requisitos de higiene (exemplo: hospital ou farmácia).

A aplicação coerente das normas e legislações, em cada caso, respetivamente, aos ventiladores, níveis de filtragem, recuperadores, baterias e a escolha do tipo de material construtivo da unidade, sendo um ponto fulcral na seleção das unidades, foi também essencial no processo de aprendizagem a nível profissional.

Tendo sempre em conta que, no final da seleção nem sempre o que nos é pedido inicialmente pelo cliente é a solução perfeita, a nível de preço ou até mesmo na questão da eficiência energética. Foi possível verificar que na maior parte dos casos a possibilidade de modificar alguns componentes era bem aceite pelo cliente (exemplo: mudança de isolamento, tipo de filtro, etc.), devidamente argumentando sempre que possível para que a seleção fique mais económica do que se encontrava inicialmente.

Salvo algumas exceções, em que, os requisitos legislativos ou construtivos imponham a colocação de determinados componentes, exemplo, níveis de filtragem que são abrangidos por normas que impõem requisitos mínimos obrigatórios para diversas situações (exemplo: sala operações, clínicas, ...). Tentado sempre em garantir máquinas o mais eficientes possíveis com consumos energéticos nem muito baixos nem muito elevados.

Concluindo-se assim, que a determinação da seleção ótima varia de caso para caso dependendo do tipo de UTA, colocação e a flexibilidade do cliente em aceitar novas soluções. Tendo sido assim alcançado o pressuposto desde o início do estágio até ao final, saber dimensionar cumprindo o CE e legislação, mas, acima de tudo saber encontrar soluções para as alterações de última instância de forma a garantir a venda do equipamento.

Referências Documentais

- Bento, J. H. (2015). *Relatório de estágio: Direcção de obra - AVAC*. Coimbra.
- Brito, V. E. (2010). *Tratamento e distribuição de ar em sistemas de climatização*. Coimbra.
- DIN. (1946). *Ventilation and air conditioning – Part 4: VAC systems in buildings and rooms used in the health care sector”*.
- EN1886. (2009). *“Ventilation for buildings - Air handling units - Mechanical performance”*.
- European Commission. (s.d.). Obtido em 16 de Maio de 2018, de http://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/ecodesign_pt
- EUROVENT CERTIFIED PERFORMANCE. (s.d.). Obtido em 21 de Março de 2018, de http://www.eurovent-certification.com/es/Productos_certificados/Access_by_programme.php?lg=es&rub=04&srub=01&select_prog=AHU&select_partic=99&select_marque=EVAC&select_class=MB+%2F+MB+%2F+MECH
- EVAC - ENGENHARIA DO AR. (s.d.). Obtido em 13 de Março de 2018, de <https://www.evac.pt/produtos/ventilacao/>
- EVAC - ENGENHARIA DO AR. (s.d.). Obtido em 15 de Março de 2018, de <https://www.evac.pt/produtos/tratamento-de-ar/>
- EVAC - ENGENHARIA DO AR. (s.d.). Obtido em 8 de Março de 2018, de <https://www.evac.pt/produtos/aplicacoes-especiais/>
- Lapa, P., & Jesus, M. (2016). *Unidades de tratamento de ar - Um fato à medida*. Porto.
- Sarmento, I. (2015). *Climatização - Tema 7*. Porto.
- VDI 6022, P. I. (s.d.). *“Hygiene requirements for ventilation and air-conditioning systems*

and units". German.

Anexo A. – Folha de Seleção do Projeto Neo Clássico – Centro Hospitalar do Porto



EVAC - EQUIPAMENTOS DE VENTILAÇÃO E AR CONDICIONADO S.A.

www.evac.pt

DE	EVAC S.A. - Carla Sousa	MODELO	UTA-H 20D ZL 70
OBRA	Ref. Blo. Oper. Edi.Neo Clássico - hospital Porto	REF.	UTAN 5 e 6 - 20D

1. Implementação da diretiva 2009/125/EC - Regulamento 1253/2014 (requisitos Ecodesign)

	Insuflação	Extracção	NRVU - UVU
Sist. transmissão de várias vel. ou velocidade variável			
Potência eléctrica absorvida	Pel abs 2,4	-	kW
Rendimento estático global - grupo ventilador	η_{sys} 62,6	-	%
Perda de carga interna - ecodesign	ΔP 64	-	Pa
Specific Fan Power - ecodesign	SFP _{int.} 102		J/m³
Specific Fan Power máximo - ecodesign	SFP _{int.máx.} 230		J/m³
Taxa máxima de fuga externa -400 Pa	(o) 0,6		%
Taxa máxima de fuga externa +400 Pa	(o) 0,8		%
Consumo energético anual dos filtros (Base cálculo documento 4/20 EUROVENT)	(p) 7708		kW.h

A unidade está em conformidade com o regulamento, parâmetros 2018.

2. Especificações Construtivas

Estrutura de 70 em ferro interior. Calhas interiores em Inox 304/Epoxy. Painéis duplos com isolamento de poliuretano com densidade 44 kg/m³ e lã mineral com 55 kg/m³.

Chapa exterior em aço galvanizado plastificada de cor branca.

Chapa interior em Aluzinc (AZ185) Chapa interior do fundo em aço inox 304L.

Tendo em consideração as recomendações da norma: EN 13053, VDI 6022, DIN 1946-4

Classificação segundo a Norma EN 1886:2007: D1(M) / L1(M) / G1-F9 / T2 / TB2

3. Especificações Gerais

	Insuflação	Extracção	Ar novo	
Caudal Ar	5 000		5 000	Nm³/h
Densidade: 1,204 kg/m³		1,672	1,672	kg/s
Pressão estática requerida	200			Pa
Condições do ar - Inverno / Verão				
Temperatura bolbo seco			0 / 32	°C
Humidade relativa			90 / 40	%

4. Esquisso

H = 807 + 100	
B = 1 403	
L = 5 270 ± 5%	
a = 1 050	b = 350
c = 707	d = 1 303
Nº Módulos : 2	
Peso maior: 470 kg ± 5%	
Peso total: 930 kg ± 5%	

5. UTA - Classificação da eficiência energética

	Insuflação	Extracção	
Temperatura de projecto inverno	tODA 0		°C
Factor: Perda carga Sist. Recup. Calor/eficiência	fpe 8,1		Pa/%
Velocidade referência	Vs 1,6		m/s
Perda de carga interna	DPs-interno 862	0	Pa
Pressão de correcção devido à velocidade	DPx -314	0	Pa
Pressão de correcção devido à perda de carga do SRC	DPy -190	0	Pa
Pressão de correcção devido à eficiência do SRC	DPz 551	0	Pa
Razão de ar de retorno	mr 0		%
Potência de ventilação referência	Pref 2,76	0	kW
Caudal Ar	qv 1,39	0	m³/s
Factor de potência absorvida	fs-Pref 0,87		





6. Secção de entrada - Insuflação

Para ligação a conduta
Registo proporcional - Classe 2 (EN 1751)

7. Secção de filtragem inicial - Insuflação

	Eficiência	Perda carga		Cálculo	Pa
		Inicial	Final		
Filtro Saco rígido (292 mm)	F7 (EN779)	64	200	132	
Extras:					
Pressostato diferencial: F. Saco Ríg.					
Manómetro de agulha: F. Saco Ríg.					
Óculo e iluminação: F. Saco Ríg.					

8. Secção térmica - Bateria de Arrefecimento / Bateria de Aquecimento

Permutador compacto com alhetas em alumínio e tubo em cobre.			
Tabuleiro de recolha de condensados em aço inox 304L.			
Fiadas	8	3	
Ligação	2"	2"	
Condições do ar			
Caudal	5 000	5 000	m³/h
Velocidade facial no alhetado	2,21	2,21	m/s
Perda carga (seca/húmida)	144/204	34	Pa
Temperatura bolbo seco / Humidade relativa - Entrada	32 / 40	0 / 90	°C / %
Temperatura bolbo seco / Humidade relativa - Saída	11 / 99	30,1 / 13	°C / %
Potência sensível	34,67	50,36	kW
Fluído primário - Água/Glicol	0	0	%(kg)
Caudal	8 820	8 760	L/h
Potência total	51,45	50,36	kW
Temperatura - Entrada / Saída	7 / 12	45 / 40	°C
Perda carga	28,3	25,6	kPa
projectado para condições secas			
Extras:			
Óculo e iluminação			
Secção vazia (305 mm) depois Bateria de Arrefecimento			

9. Secção Humidificador - Vapor

Modelo	K18
Condições do ar	
Temperatura bolbo seco / Humidade relativa - Entrada	30 / 34,3 °C / %
Temperatura bolbo seco / Humidade relativa - Saída	30,4 / 45 °C / %
caudal de vapor	18 kg/h
Tabuleiro de recolha de condensados em aço inox 304L.	
Separador de Gotas	
Extras:	
Óculo e iluminação	

10. Secção do ventilador - Insuflação

Ventilador centrífugo de simples aspiração, pás recuadas, concebido para o uso sem envolvente "Plug Fan".

Modelo	P3556ECM				
Caudal	5 000	Nm ³ /h	Pressão estática disponível	200	Pa
Vel. Rotação	2 928	rpm	Pressão estática total	1 082	Pa
Potência no veio	2,01	kW	Pressão dinâmica	82	Pa
SFP (Class 1)	1 372	W/(m ³ /s)	Pressão total	1 164	Pa
SFPv / SFPe	1 372 / 1 773	W/(m ³ /s)			
Motor Eficiência EC					
Potência nominal	3,7	kW	Potência absorvida	2,4	kW
Número de polos	-		Classe protecção/isolamento	IP54/I	
Vel. rotação nominal	3400	rpm	Tensão nominal	3~ 380..480	V
Frequência funcionamento	43,1	Hz	Corrente nominal	5,8	A

O efeito do sistema no ventilador é tido em conta no seu desempenho.

Extras:
 Interruptor motor eléctrico
 Óculo e iluminação

Secção vazia (500 mm) depois Insuflação

11. Secção de filtragem final - Insuflação

	Eficiência	Perda carga			
		Inicial	Final	Cálculo	
Filtro Saco rígido (292 mm)	F9 (EN779)	107	300	204	Pa
Filtro Absoluto	H13 (EN1822)	249	400	324	Pa

Extras:
 Pressostato diferencial: F. Saco Ríg., Filtro Absoluto
 Manómetro de agulha: F. Saco Ríg., Filtro Absoluto
 Óculo e iluminação: F. Saco Ríg., Filtro Absoluto

Secção vazia (505 mm) depois Filtro Saco

12. Secção de saída - Insuflação

Para ligação a conduta

13. Espectro Acústico

	LWS	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz
Insuflação - Descarga	68 dB(A)	72	66	71	66	63	50	36	29	dB
Insuflação - Admissão	66 dB(A)	70	61	70	67	57	47	38	30	dB
Insuflação - Exterior	62 dB(A)	67	62	64	55	59	54	37	32	dB

Anexo B. – EN 1886 – Desempenho mecânico de Unidades de Tratamento de ar

(...)

5 Mechanical strength of casing

5.1 Requirements and classification

Air handling unit casings shall be categorised into classes in accordance to Table 2.

Table 2 — Casing strength classification of air handling units

Casing class	Maximum relative deflection mm × m ⁻¹
D1 D2 D3	4 10 exceeding 10
NOTE The leakage test shall be done after the strength test.	

For clear and non-ambiguous differentiation it shall always be indicated whether the measurement was made on the real unit or on the model box by using letter "M" for the model box and "R" for the real unit in documentation.

EXAMPLE D1 (M)

Class D1 and Class D2 casings shall be designed and selected so that the maximum deflection of any span of the panels and/or frames does not exceed the limits in Table 2 (see Figure 2).

DIN EN 1886:2009-07
EN 1886:2007 (E)

The casings of class D1, D2 and D3 have to withstand the maximum fan pressure (not shock pressure) at the selected design fan speed. No permanent deformation (hysteresis maximum ± 2,0 mm per m frame/panel span) of the structural parts (structures and supports) or damage of the casing may occur.

Table 3 — Test pressures

Test criteria	Kind of casing	
	Model box (M)	Real unit (R)
Deflection	± 1 000 Pa	Normal operating conditions at selected design fan speed
Withstand maximum fan pressure	± 2 500 Pa	Maximum fan pressure at selected design fan speed

Parts of the real unit, which are running under positive pressure, shall be tested under positive pressure. Parts of the real unit, which are running under negative pressure, shall be tested under negative pressure.

Deviating test pressures shall be specified between the manufacturer and purchaser.

6 Casing air leakage

6.1 Requirements and classification

The leakage test shall be done after the strength test.

6.1.1 Units operating under negative pressure only

The air leakage of the assembled air handling unit shall be tested at 400 Pa negative pressure and it shall not exceed the applicable rate given in Table 4.

Table 4 — Casing air leakage classes of air handling units, 400 Pa negative test pressure

Leakage class of casing	Maximum leakage rate (f_{400}) $l \times s^{-1} \times m^{-2}$	Filter class (EN 779)
L1	0,15	superior to F9
L2	0,44	F8 to F9
L3	1,32	G1 to F7

NOTE The maximal leakage rates given in Table 4 are according to the ductwork leakage classes specified in EN 1507 and EN 12237, (e.g. L2 = B), but the test pressures are different.

NOTE Class L1 for units for special application e.g cleanrooms.

In the case of units tested at a pressure deviating from 400 Pa the measured leakage rate shall be converted into a value at reference pressure, using the following formula:

$$f_{400} = f_m \left(\frac{400}{\text{test pressure}} \right)^{0,65} \quad (1)$$

where:

f_m is the measured leakage rate at the actual test pressure;

f_{400} is the converted leakage rate at 400 Pa , see Table 4.

(...)

6.1.2 Units operating under both negative and positive pressure

Air handling units with sections operating under positive pressure shall, in all cases, have the positive pressure sections tested separately from the rest of the unit where the operating pressure immediately downstream of the fan exceeds 250 Pa positive pressure. If the positive pressure does not exceed 250 Pa, a negative pressure test shall be sufficient. The test pressure applied to the positive pressure sections shall be 700 Pa positive pressure or the air handling unit's maximum positive operating pressure, whichever is the greater. The remainder of the unit shall be tested in accordance with 6.1.1, with the applicable leakage rate being governed by the efficiency of the filter immediately upstream of the fan. It is also allowed to test the entire unit under positive and negative pressure.

The air leakage from the sections subjected to 700 Pa positive pressure shall be in accordance with Table 5.

Table 5 — Casing air leakage classes of air handling units, 700 Pa positive test pressure

Leakage class of casing	Maximum leakage rate (f_{700})
	$l \times s^{-1} \times m^{-2}$
L1	0,22
L2	0,63
L3	1,90

NOTE Class L1 for units for special application e.g cleanrooms.

In the case of units tested at a pressure deviating from 700 Pa the measured leakage rate shall be converted into a value at reference pressure, using the following formula:

$$f_{700} = f_m \left(\frac{700}{\text{test pressure}} \right)^{0.65} \quad (2)$$

where

f_m is the measured leakage rate at the actual test pressure;

f_{700} is the converted leakage rate at 700 Pa , see Table 5.

(...)

7 Filter bypass leakage

7.1 Requirements

7.1.1 General

Air bypass around filter cells will decrease the effective efficiency of the filter, especially a high efficiency one, because the bypass air is not filtered. In addition, any inward leakage through the casing downstream of the filter has the same effect. Therefore for filters located upstream of the fan, the air tightness and area of the casing between the filter and the fan are factors that can affect the filter bypass leakage rate.

7.1.2 Acceptable filter bypass leakage rates

Table 7 gives the acceptable filter bypass leakage rate, related to different filter classes, as percentages of the specified or nominal air flow rate of the air handling unit to be tested. If the filter is upstream of the fan, leakages of the sections between the filter and fan are deemed to be included in the specified values. In the case of downstream filters the specified values are for the bypass around the filter only.

The acceptable filter bypass leakage rate q_{va} is specified by the formula:

$$q_{va} = k \times q_{vnom} / 100 \quad (3)$$

where

q_{vnom} is the air flow rate of the filter section, see Table 6;

k is the filter bypass leakage rate, in percent of specified or nominal volume flow rate, see Table 7.

Table 6 — Air flow rate of the filter section (q_{vnom}) subject to the kind of unit

Test criteria	Kind of unit	
	Model box (M)	Real unit (R)
Volume flow rate	Corresponds to a filter face velocity of 2,5 m/s (e.g. 0,93 m ³ /s at 610 × 610 mm)	Normal operating conditions at selected design fan speed

Table 7 — Acceptable filter bypass leakage, 400 Pa test pressure

Filter class	G1 to F 5	F 6	F 7	F 8	F 9
Maximum filter bypass leakage rate k in % of the volume flow rate	6	4	2	1	0,5

Tabulated percentages represent the leakage of unfiltered air.

- Unfiltered air for filters located upstream the fan is considered to be the bypass leakage around the filter cells plus the casing air leakage of the sections between the filter and the fan.
- Unfiltered air for filters located downstream the fan is considered to be the bypass leakage around the filter cells only.

The unit shall be deemed to pass if the specified value for the filter bypass leakage rate, determined in 7.2, is no greater than the acceptable filter bypass leakage rate q_{va} .

(...)

8.2 Requirements and classification

8.2.1 Thermal transmittance

The thermal transmittance, U ($W \times m^{-2} \times K^{-1}$), shall be determined when the steady state temperature difference is 20 K. Under these conditions, the value of U shall be classified in accordance with Table 8. The area used for the purposes of calculating the U value shall be that of the external surface of the casing (without a base frame and roof overhang e.g. as integral part of weatherproof units).

$$U = \frac{P_{el}}{A \times \Delta t_{air}} \quad (7)$$

where

P_{el} is the electrical power input for heater and circulating fans;

A is the external surface area;

Δt_{air} is the air-to-air temperature difference, $\Delta t_{air} = t_i - t_a$;

t_i is the mean internal air temperature;

t_a is the mean external air temperature.

Table 8 — Classification of thermal transmittance U of the casing of air handling units

Class	Thermal transmittance (U) $W \times m^{-2} \times K^{-1}$
T1	$U \leq 0,5$
T2	$0,5 < U \leq 1,0$
T3	$1,0 < U \leq 1,4$
T4	$1,4 < U \leq 2,0$
T5	No requirements

(...)

Anexo C. – Requisitos Adicionais de higiene

Encontra-se na tabela abaixo os respetivos requisitos dos filtros a cumprir quando são pedidas unidades com certificação higiénica pela VDI 6022 ou pela DIN 1946-4, resumo efetuado pela EVAC.

6 – FILTROS de partículas	EN 13053	VDI 6022	DIN 1946-4
Testados de acordo com a norma EN 779 ou EN 1822.		4.3.9.1	6.5.7.3
Testados e classificados de acordo com a norma EN 779.	6.9.2		
Constituídos por materiais microbiologicamente inertes.	6.9.1 6.9.2	4.3.9.1	
Borrachas de vedação utilizadas nos caixilhos do tipo celular, de célula fechada.	6.9.2	4.3.9.2	
Sistema de fixação, incluindo as borrachas de vedação, estável e duradouro.	6.9.2	4.3.9.2	
Fácil acesso / remoção do filtro para inspeção e limpeza, por forma a que o processo de inspeção e/ou substituição do filtro, em si mesmo, não seja gerador de contaminantes e partículas para o fluxo de ar.		4.3.9.1	6.5.7.1
Manómetro instalado para monitorização da pressão diferencial e subsequente estado de colmatção do filtro.	6.9.2	4.3.9.2	
OPCIONAL: Instalação de pressostátos diferenciais ou outro tipo de sensores.		4.3.9.2	
Óculo e iluminação interior nas secções de filtração em unidades com uma altura livre superior a 1.3m.		4.3.5	
Óculo e iluminação interior nas secções de filtração em unidades com uma altura livre superior a 1.6m.	6.9.2		
Níveis de filtração de acordo com as exigências específicas do projectista dos sistemas de ventilação de climatização (norma EN 13779). Assegurado, no mínimo os seguintes níveis de filtração:			
o Pré-filtros (opcional, para protecção dos outros componentes e filtros)	6.9.2		
o F7 (ar exterior)	6.9.1 6.9.2	4.3.9.3	
o F5 (ar recirculado)		4.3.9.3	
Utilização de um pré-filtro na entrada da unidade para protecção dos componentes da UTA, assim como dos filtros subsequentes.	6.9.2	4.3.9.1 4.3.9.3	
Possibilidade de verificação e inspeção visual do filtro, através de portas:			
o apenas do lado do ar contaminado	6.9.1		

REQUISITOS ADICIONAIS DE HIGIENE ...			
As câmaras dos filtros (1º e 2º estágio) devem ser projectadas por forma a que o processo de troca do filtro não suje o lado limpo do circuito de ar.			6.5.7.1
Os filtros devem ser trocados através do lado sujo do circuito de ar.			6.5.7.1
O espaço (comprimento) requerido antes do filtro para a sua manutenção, deve ser no mínimo igual ao comprimento do filtro.			6.5.7.1
Para salas classe Ia e Ib não é permitida a extracção lateral do filtro.			6.5.7.1
Área de filtragem mínima $\geq 10\text{m}^2$ por m^2 da secção transversal da unidade.			6.5.7.1
Necessários 3 níveis de filtragem para salas classe I (recomendado F7 + F9 + H13. No mínimo F5 + F9 + H13).			6.5.7.4
Necessários 2 níveis de filtragem para salas classe II (sem filtro terminal).			6.5.7.4
Utilização preferencial, no circuito de extracção, de um filtro de classe mínima F5 para protecção dos componentes da UTA (em sistemas com carga de partículas).			6.5.7.4

Anexo D. - Comparativos do Projeto “Clínica Espaço Guimarães – Grupo Trofa Saúde”

Tabela de comparações de Potências Absorvidas entre a Concorrência e a EVAC

		UTAN		
			Daikin	EVAC
Potências Absorvidas	(kW)	UTA Ginásio	4,12	4,07
			2,6	3,12
		UTAN Geral	0,34	0,255
			0,25	0,19
		UTAN RMN	1,35	1,262
			1,29	1,192
Total		9,95	10,089	

				UTA Geral			UTA RMN				UTA Ginásio		
				CE	CE	EVAC 40D	CE	CE	EVAC 10D	EVAC 5	CE	CE	EVAC 20D
Baterias	Arrefecimento	Potência Total (kW)		23,5	23,5	41,51	3,5	3,5	3,9	3,62	19	19	24,41
		Potência Sensível (kW)		15,5	15,4	27,23	2,2	2,2	2,51	2,84	13,2	13,2	14,84
		Tentrada de ar			26,2	26,3		26	26,1	25,5		27,3	26,1
		Tsaída de ar (°C)			22	18,5		18	16,6	14,8		16,5	13,2
		Velocidade do ar na bateria (°C)			2,03	2,19		1,18	1,27	1,81		2,56	1,55
	Aquecimento	Potência Total (kW)		27,7	27,7	31,07	4,5	4,5	4,37	4,66	19,8	19,8	24,64
	Tentrada de ar			16	15,6		16,7	16,3	18		15,8	16,3	
	Tsaída de ar (°C)			23,6	24,2		33	32,6	35,4		32,1	37,3	
Ventilação	Insuflação	Caudal (m3/h)		10655	10475	10655	800	800	800	800	3500	3500	3500
		Caudal de ar novo (m3/h)		10655	10475	10655	70	800	800	70	1300	3500	3500
		Dp (Pa)		250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
		Potência absorvida (kW)			4,12	4,07		0,34	0,331	0,255		1,35	1,262
	Extracção	Caudal (m3/h)		10520	10210	10520	800	800	800	730	1600	3800	3800
		Dp (Pa)		250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Potência absorvida (kW)				2,6	3,12		0,25	0,245	0,147		1,29	1,192	
Dimensões	Caixa de mistura		Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
	Comprimento (mm)			3 990	3 800		3 740	2 880	2 240		3 000	3 230	
	Largura (mm)			1 940	1 762		720	1 017	552		990	1 362	
	Altura (mm)			2 220	2 270		1 360	1 114	1 144		1 580	1 630	
	Filtros na insuflação		M5+F9	M5+F7+F9	M5+F9	M5+F7	F7+F9	M5+F7	M5+F7	M5+F7	M5+F7	M5+F7	
	Filtro no retorno		M5	M5	M5	M5	M5	M5	M5	M5	M5	M5	
Recuperador	Eficiência de recuperação %		80,00%	81%	80%	80,00%	83%	80%	-	80,00%	79%	80%	
	Potência no inverno (kW)			78	79,6		6,3	6	-		26,2	26,6	
	Tentrada de ar (°C)			-1	-1		-1	-1	-		-1	-1	
	Tsaída de ar (°C)			16	15,6		16,7	15,8	-		16,4	16,3	
	Potência no Verão (kW)			18	18,8		1,4	1,4	-		6,1	6,4	
	Tentrada de ar (°C)			31,3	31,3		31,3	31,3	-		31,3	31,3	
	Tsaída de ar (°C)			26,2	26,3		26	26,3	-		26,1	26,1	
	Perdas de carga (Insuf.) (Pa)			237	222		140	151	-		281	218	
	Perdas de carga (Retor.) (Pa)			230	220		140	151	-		306	237	
Construtivas	Aluzinc		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Classe Energética		A	A+	A	A	A+	A+	A+	A	A+	A+	
	T3		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	TB3		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Registo no Ar novo		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Registo na exaustão		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Anexo E. - Comparativos do Projeto “Reformulação dos Blocos Operatórios do Edifício Neo Clássico do Centro Hospitalar do Porto”

Tabela de comparações de Potências Absorvidas entre a Concorrência e a EVAC

		UTAN		
			CE	EVAC
Potências Absorvidas	(kW)	UTAN 1	1,33	1,299
		UTAN 2	1,05	1,002
		UTAN 3 e 4	1,15	1,2
		UTAN 5 e 6	2,49	2,43
Total			6,02	5,931

		UTAN 1		UTAN 2			UTAN 3 e 4			UTAN 5 e 6		
		CE	EVAC (UTA 20)	CE	EVAC (UTA 15)	EVAC (UTA 20)	CE	EVAC (UTA 15)	EVAC (UTA 20)	CE	EVAC (UTA 20D)	EVAC (UTA 40)
Arrefecimento	Potência Total (kW)	25,1	26,02	17,37	17,9	17,57	19,31	19,5	20,93	48,26	51,45	53,94
	Potência Sensível (kW)	17,57	17,67	12,16	12,24	11,99	13,52	13,39	14,07	33,78	34,67	35,87
	T entrada de ar	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
	T saída de ar (°C)	12	11,4	12	11,4	11,8	12	11,7	10,7	12	11	10,3
	Perdas de carga (kPa)	38	29	32	21,5	26,2	42	25,1	27,8	46	28,3	28,9
	Número de fiadas	7	8	5	8	6	5	8	8	7	8	8
Velocidade do ar (m/s)	2,21	2,06	2,19	2	1,43	2,2	2,22	1,59	2,21	2,21	1,82	
Aquecimento	Potência Total (kW)	30,87	33,78	21,37	23,45	21,59	20,35	21,64	20,45	50,87	50,36	53,36
	T entrada de ar (°C)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T saída de ar (°C)	35	33,78	35	38,9	35,8	30	32,3	30,5	30	30,1	31,9
	Perdas de carga (kPa)	22	27,2	12	21,9	25,3	20	24,7	23	13	25,6	24,5
	Número de fiadas	4	6	3	6	4	3	4	3	3	3	3
Insuflação	Caudal (m3/h)	2600	2600	1800	1800	1800	2000	2000	2000	5000	5000	5000
	Caudal de ar novo (m3/h)	2600	2600	1800	1800	1800	2000	2000	2000	5000	5000	5000
	Dp (Pa)	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200
	Potência absorvida (kW)	1,33	1,299	1,05	1,002	0,84	1,15	1,2	1,014	2,49	2,43	2,21
Pressões ventil.	Pressão Estática Total (Pa)	1016	994	967	1045	808	1005	1152	904	1048	1092	984
	Pressão Dinâmica (Pa)	32	32	15	15	15	19	19	19	47	82	82
	Pressão Total (Pa)	1048	1026	982	1060	823	1024	1171	923	1095	1174	1066
Dimensões	Comprimento (mm)	3440	3515	3440	3 515	3 375	5180	4980	5 020	5360	5300	5 300
	Largura (mm)	950 (insu.) + 950 (retor.)	748 (insu.) + 780 (retor.)	820 (insu.) + 820 (retor.)	748 (insu.) + 748 (retor.)	748 (insu.) + 748 (retor.)	870	748	748	1150	1403	1 058
	Altura (mm)	840 (insu.) + 840 (retor.)	929 (insu.) + 929 (retor.)	780 (insu.) + 780 (retor.)	729 (insu.) + 729 (retor.)	929 (insu.) + 929 (retor.)	780	729	929	1090	807	1 264
	Filtros na insuflação	F7	F7	F7	F7	F7	F7	F7	F7	F7	F7	F7
	Filtro no retorno	F9 + H13	F9 + H13	F9 + H13	F9 + H13	F9 + H13	F9 + H13	F9 + H13				
Seções de vazio	Bateria de arrefecimento (mm)	500	305	500	305	305	500	305	305	500	305	305
	Ventilador (mm)	700	500	600	500	500	500	500	500	500	500	500
	Filtro F9 (mm)	560	505	560	505	505	500	505	505	500	505	505
Humidificador	Capacidade kg/h	8,61	8	5,96	8	8	6,63	8	8	16,57	18	18
	Temp à entrada (°C)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	Humidade à entrada %	34,5	35,3	35,3	35,3	35,3	35,3	35,3	35,3	35,3	35,3	35,3
	Temp à saída	30	30,3	30	30,5	30,5	30	30,4	30,4	30	30,4	30,4
	Humidade à saída %	44,7	44	44,7	48	48	44,7	47	47	44,7	45	46
Construtivas	Exterior	Plastificado cinzento	Plastificada cor branca	Plastificado cinzento	Plastificada cor branca	Plastificada cor branca	Plastificado cinzento	Plastificada cor branca	Plastificada cor branca	Plastificado cinzento	Plastificada cor branca	Plastificada cor branca
	Interior	Aluzinc	Aluzinc	Aluzinc	Aluzinc	Aluzinc	Aluzinc	Aluzinc	Aluzinc	Aluzinc	Aluzinc	Aluzinc
	Fundo	Aço Inox	Aço Inox 304	Aço Inox	Aço Inox 304	Aço Inox 304	Aço Inox	Aço Inox 304	Aço Inox 304	Aço Inox	Aço Inox 304	Aço Inox 304
	Isolamento	Poliuretano	Poliuretano + lâ mineral	Poliuretano	Poliuretano + lâ mineral	Poliuretano + lâ mineral	Poliuretano	Poliuretano + lâ mineral	Poliuretano + lâ mineral	Poliuretano	Poliuretano + lâ mineral	Poliuretano + lâ mineral
	T2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	TB2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Classe energetica		C		B	A		C	B		C	B