



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

Dimensionamento de um sistema de climatização para um centro escolar

Design of an HVAC systems for a school building

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica na Especialidade de Energia e Ambiente

Autor

Bernardo Manuel Palmeirão Carrilho

Orientadores

Professor Doutor Adélio Gaspar

Engenheiro Luís Carvalho Homem

Júri

Presidente Professor Doutor José Carlos Miranda Góis
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Orientador Professor Doutor Adélio Manuel Rodrigues Gaspar
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Vogal Professor Doutor António Manuel Mendes Raimundo
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Colaboração Institucional



MECH Consultores
Arquitectura e Engenharia Lda.

Coimbra, Julho, 2018

Agradecimentos

Concluindo esta tese de mestrado gostaria de deixar umas palavras de apreço e agradecimento a todos aqueles que me apoiaram ao longo do meu percurso académico.

Estas palavras são dirigidas:

À empresa MECH Consultores, com principal foco ao Engenheiro Luís Carvalho Homem e à Engenheira Joana Ambrósio por todo o tempo que disponibilizaram para me orientar.

Ao meu orientador Professor Doutor Adélio Gaspar pelo seu apoio e disponibilidade ao longo do semestre.

Um agradecimento especial à minha família, namorada e amigos por todo o apoio e amizade, com principal foco ao meu colega e amigo Nuno Saraiva que muito do seu tempo dedicou a ajudar me na realização deste trabalho.

Muito obrigado a todos

Resumo

Nos dias de hoje, tem havido um crescente desenvolvimento na Engenharia de Edifícios, aliado a um crescimento exponencial da civilização Mundial. Este crescimento é responsável por uma maior procura na obtenção de maior conforto de âmbito térmico e acústico. Aliado a esta procura, também o estilo de vida, contemporâneo e expectável, se tem vindo a alterar, onde, parte da população passa cada vez mais tempo no interior dos edifícios, revelando-se vital encontrar soluções e técnicas que satisfaçam as exigências ambientais necessárias ao conforto e segurança dos ocupantes dos edifícios e que, vão ao encontro da sustentabilidade.

Esta dissertação de Mestrado foi realizada no âmbito de um estágio curricular na empresa MECH Consultores, onde se procurou abordar temáticas chaves dos sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC). Procurou-se desenvolver o projeto de uma solução de climatização para um edifício específico. No desenvolvimento desta solução procurou-se, ainda, ir ao encontro da realidade tecnológica e normativa desta engenharia, tendo como principal foco o uso de soluções inovadoras que contribuam para uma redução dos consumos de energia do edifício.

A solução que se procura desenvolver tem por base o cálculo e definição das necessidades específicas de cada espaço, com recurso ao programa CYPE, para que posteriormente se encontre a melhor solução que garanta as necessidades e que seja mais eficiente do ponto de vista energético. Após se obter a melhor solução, será feita uma quantificação dos consumos energéticos para a solução adotada. Juntamente com o desenvolvimento de um sistema de AVAC, fez-se também o dimensionamento de um sistema de Águas Quentes Sanitárias (AQS), que garanta todas as necessidades calculadas de acordo com os consumos que foram assumidos.

Como fase final do trabalho, será realizado um dimensionamento e seleção de equipamentos adequados ao tratamento de ar ambiente e de AQS a instalar num Centro Escolar, tendo em consideração todo o seu consumo energético e respetivos custos de exploração.

Palavras-chave: AVAC, AQS, Eficiência energética, Necessidades térmicas, Classe energética, Simulação energética.

Abstract

In the past years, we have witnessed a great development in Building Engineering, following an exponential growth of the world population. This growth is partly responsible for a greater demand in what comes to both thermal and acoustic comfort. Alongside, predictably, different ways of living and lifestyles have arisen, leading to an increasing time spent indoors. Therefore, it becomes vital that we find solutions that match the environmental and populational demands, while allowing simultaneously the occupants' safety, comfort and the sustainability concept.

This Master's Thesis was developed while doing an internship at MECH Consultores company. Key topics such as Heating, Ventilating and Air Conditioning (HVAC) systems were addressed, in the search of a solution for a specific building project. In the development of this project, while coming upon the technological and normative reality of this engineering, the main focus was to find cutting-edge solutions that contribute to an overall reduction of the energetic consumptions of the building.

The endpoint rests on the setting and calculation of the specific needs for each division, using the CYPE program so that the best solution, both from an energetic and efficient point of view, is ultimately found. Afterwards, an estimation of the energy costs charged for this optimal solution is required. Together with the development of an HVAC system, a structural dimensioning of a DHW (Domestic Hot Water) system – one that guarantees the supply of the calculated needs (accordingly to the outlined consumptions) - is also to be accomplished.

Lastly, the need for indoor environment air treatment, air conditioning and sanitary hot water requires dimensioning and selection of adequate equipments, taking into account the school's specific demands, its energetic consumptions and the respective costs of exploitation.

Keywords HVAC, DHW, Energy efficiency, Thermal needs, Energy class, Energy simulation.

Índice

Índice de Figuras	x
Índice de Tabelas	xiii
Simbologia e Siglas	xv
Simbologia	xv
Siglas	xvii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivos	4
2. METODOLOGIA	1
2.1. Zoneamento Climático	4
2.2. Certificação Energética	4
3. CASO DE ESTUDO	7
3.1. Clima Portugal	7
3.2. Edifício em estudo	9
3.2.1. Envolvente do edifício	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4.1. Modelação do edifício	12
4.2. Ventilação	13
4.3. Dimensionamento do sistema de ventilação	16
4.4. Potências Térmicas	18
4.5. Climatização	21
4.6. Águas Quentes Sanitárias	24
4.7. Classificação Energética	30
4.8. Limitações do programa CYPE	34
5. SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS	36
5.1. Equipamentos AQS	36
5.1.1. Vasos de expansão	36
5.1.2. Depósitos	37
5.1.3. Dissipador de calor	38
5.1.4. Painéis Solares	38
5.1.5. Bomba de Circulação e Recirculação	39
5.1.6. Bomba de Calor de apoio ao sistema de AQS	39
5.2. Equipamentos Ventilação	40
5.2.1. Unidade Tratamento de Ar (UTA'S)	40
5.2.2. Unidades Condensadoras	41
5.2.3. Grelhas de extração e insuflação	42
5.2.4. Ventiladores	43
5.3. Equipamento Climatização	45
5.3.1. Unidade exterior	45
5.3.2. Unidades interiores (VRF)	46
5.3.3. Unidades interiores (Tipo Mural)	47

6. CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXO A- FICHAS TÉCNICAS EQUIPAMENTOS	53
ANEXO B- ESQUEMAS DE PRINCÍPIO	70
ANEXO C- ORÇAMENTO	77
ANEXO D- SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PERFIS DE OCUPAÇÃO	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1-Custo económico durant eo ciclo de vida de um nZEB(Raimundo,2012)	2
Figura 1.2-Legislação em vigor(ADENE)	3
Figura 2.1-Estação de arrefecimento e aquecimento (SCE 2013).....	4
Figura 2.2-Níveis de certificação energética (ADENE 2018).....	5
Figura 2.3-Certificados energéticos gerados nos últimos anos (ADENE 2018).....	6
Figura 3.1-Variação de temperatura exterior(Cype)	8
Figura 3.2-Planta do centro escolar e respetivos compartimentos(Autocad)	9
Figura 3.3-Soluções Construtivas	10
Figura 3.4-Perfil de ocupação Sala Multimédia.....	11
Figura 4.1-Modelo 3D do edifício desenvolvido no IFC BUILDER.....	12
Figura 4.2-Fórmulas de cálculo do caudal de ar mínimo de extração (Diário da República)	14
Figura 4.3-Zona de confeção (Autocad)	15
Figura 4.4-Dimensionamento de condutas(Cype Hvac)	16
Figura 4.5-Dimensionamento de grelhas (Cype Hvac)	17
Figura 4.6-Parametrização de sombreamentos no Cype Loads	19
Figura 4.7-Seleção do sistema de climatização (Cype Hvac)	21
Figura 4.8-Cálculo do volume de água quente (Folha PSE)	25
Figura 4.9-Distribuição do volume de água quente (Folha PSE).....	25
Figura 4.10-Indicadores de eficiência previstos (Cype Recs).....	31
Figura 4.11-Indicadores de eficiência de referência (Cype Recs).....	32
Figura 4.12-Resultados de certificação energética (Cype Recs).....	33
Figura 5.1-Vasos de expansão (DP/VRV 100l e 12l) selecionado (Mecalia)	36
Figura 5.2-Vaso de expansão (DP/VSV 80 l) selecionado (Mecalia)	37
Figura 5.3-Depósito de 1000 l selecionado(Buderus)	37
Figura 5.4-Dissipador de calor selecionado (Buderus)	38
Figura 5.5-Painel solar selecionado (Buderus).....	38
Figura 5.6-Bomba de circulação e recirculação selecionada (Grundfus).....	39
Figura 5.7-Bomba de calor selecionada (Buderus)	39
Figura 5.8-UTA 1 Dimensionada.....	40

Figura 5.9-UTA 2 Dimensionada	41
Figura 5.10-Unidade condensadora selecionada (Toshiba).....	42
Figura 5.11-Grelhas selecionadas (France Air)	43
Figura 5.12-Ventilador de porta selecionado para a zona dos lixos (France Air)	43
Figura 5.13-Ventilador Hotte selecionado (France Air).....	44
Figura 5.14- Ventilador selecionado WC (France Air)	44
Figura 5.15-Unidade exterior selecionada (Toshiba)	46
Figura 5.16-Unidade interior do tipo cassette selecionada(Toshiba)	47
Figura 5.17-Unidade interior do tipo parede selecionada (Toshiba)	48
Figura 0.1-Ficha técnica grelha GAC 10 (France Air)	53
Figura 0.2-Ficha técnica grelha GAC10 (2) (France Air)	54
Figura 0.3-Ficha técnica grelha GAC 91 (France Air)	55
Figura 0.4-Ficha técnica grelha AUSTRALE (France Air)	56
Figura 0.5-Ventilador Energy 100/150 (France Air).....	57
Figura 0.6-Ficha técnica ventilador hotte SIMOUN (France Air)	58
Figura 0.7-Ventilador CanalFast (France Air)	59
Figura 0.8-Unidade condensadora UTA 1 (Toshiba)	60
Figura 0.9-Unidade condensadora UTA 2 (Toshiba)	61
Figura 0.10-Ficha técnica bomba de circulação e recirculação ALPHA2 (Grundfus).....	62
Figura 0.11-Ficha técnica bomba de circulação e recirculação ALPHA2 (2) (Grundfus) ..	63
Figura 0.12-Ficha técnica vasos de expansão DP/VR/VRV/VS/VSV (Mecalia).....	64
Figura 0.13-Ficha técnica depósito 1000 l (Buderus	64
Figura 0.14-Ficha técnica bomba de calor (Buderus).....	65
Figura 0.15-Ficha técnica bomba de calor (2) (Buderus)	66
Figura 0.16-Ficha técnica painel solar (Buderus).....	66
Figura 0.17-Ficha técnica dissipador de calor (Buderus)	67
Figura 0.18-Ficha técnica unidade interior cassette VRF (Toshiba)	68
Figura 0.19-Ficha técnica unidade interior de parede VRF (Toshiba)	69
Figura 0.20-Esquema de principio VRF	70
Figura 0.21-Esquema de principio AQS.....	71
Figura 0.22-Esquema de condutas(Verde extração; Azul Insuflação) (Cype Hvac).....	72
Figura 0.23-Instalações técnicas + Início de tubagem AQS.....	73
Figura 0.24-Continuação da tubagem AQS.....	74
Figura 0.25-Representação dos equipamentos na cobertura	75

Figura 0.26-Esquema rede de condensados	76
Figura 0.27-Restantes Soluções Construtivas	83
Figura 0.28-Perfil ocupação sala de aula	84
Figura 0.29-Perfil ocupação sala de educadores	84
Figura 0.30-Perfil ocupação secretaria	84
Figura 0.31-Perfil ocupação sala de atividades	85
Figura 0.32-Perfil ocupação cozinha.....	85
Figura 0.33-Perfil ocupação refeitório	85

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1-Informação para cálculo da estação de arrefecimento e aquecimento(Diário da República)	7
Tabela 4.1-Caraterísticas dos principais compartimentos	13
Tabela 4.2-Resultados dos caudais de extração das WC e balneários.....	14
Tabela 4.3-Caudais de ar novo para cada compartimento útil.	15
Tabela 4.4-Diâmetro, comprimento e caudais das condutas desenhadas.	18
Tabela 4.5-Coefficientes de transmissão térmica lineares de referência (Diário da República)	19
Tabela 4.6-Resultados das potências térmicas	20
Tabela 4.7-Listagem da tubagem necessária para o sistema VRF(Interior e Exterior)	23
Tabela 4.8-Diâmetros e comprimentos tubagem PVC de drenagem da tubagem de condensados.....	23
Tabela 4.9-Dispositivos usados na circuito AQS	29
Tabela 4.10-Informação sobre tubagem AQS	30
Tabela 5.1- Orçamento total dos sistemas de AVAC e AQS	48
Tabela 0.1-Ficha técnica unidade exterior VRF (Toshiba)	69
Tabela 0.2-Orçamento UTA + Tubagem.....	77
Tabela 0.3-Orçamento condutas + lonas flexíveis.....	77
Tabela 0.4-Orçamento Grelhas	78
Tabela 0.5-Orçamento Ventiladores	78
Tabela 0.6-Orçamento vasos de expansão.....	79
Tabela 0.7-Orçamento Depósitos + Termómetro	79
Tabela 0.8-Orçamento Painéis solares.....	79
Tabela 0.9-Orçamento tubagem interior AQS.....	80
Tabela 0.10-Orçamento tubagem exterior AQS	80
Tabela 0.11-Orçamento Válvulas	80
Tabela 0.12-Orçamento outros acessórios AQS	81
Tabela 0.13-Orçamento unidades exteriores VRF(Toshiba).....	81
Tabela 0.14-Orçamento unidades interiores VRF (Toshiba).....	82

Tabela 0.15-Orçamento Tubagem interior VRF(Toshiba).....	82
Tabela 0.16-Orçamento Tubagem exterior VRF.....	82
Tabela 0.17-Orçamento juntas Y (Toshiba).....	82

SIMBOLOGIA E SIGLAS

Simbologia

GD- Graus-Dias de Aquecimento

GD_{REF} – Graus-Dias de Aquecimento de referência

$\theta_{ext,v}$ – Temperatura média exterior na estação de arrefecimento[°C]

$\theta_{ext,vref}$ -Temperatura média exterior na estação de arrefecimento de referência[°C]

t_m -Temperatura máxima admissível[°C]

e - Coeficiente de expansão da água

C- Capacidade total da instalação

P_i - Pressão de pré-carga do vaso[*bar*].

P_f - Pressão máxima de teste à qual foi calibrada a válvula de segurança considerando o desnível de altura entre a válvula e o vaso [*bar*].

V_v - Volume do vaso [*L*]

Q- Caudal [m^3/h]

Z- Altitude [*m*]

Z_{ref} -Altitude de referência [*m*]

a - [°C/km]

IEE_{pr} -Indicador de Eficiência Energética previsto [kWh/m. ano]

IEE_{ref} -Indicador de Eficiência Energética de referencia [kWh/m. ano]

$IEE_{ref,S}$ -Indicador de Eficiência Energética de referência associado aos consumos do tipo S [kWh/m. ano]

$IEE_{ref,T}$ -Indicador de Eficiência Energética de referência associado aos consumos do tipo T [kWh/m. ano]

$IEE_{pr,S}$ - Indicador de Eficiência Energética previsto associado aos consumos do tipo S [kWh/m. ano]

$IEE_{pr,T}$: Indicador de Eficiência Energética previsto associado aos consumos do tipo T [kWh/m. ano]

$IEE_{pr,REN}$: Indicador de Eficiência Energética previsto associados à produção de energia elétrica e térmica a partir de fontes renováveis[kWh/m. ano]

Siglas

AQS – Águas Quentes Sanitárias

DEM – Departamento de Engenharia Mecânica

FCTUC – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

AVAC– Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado

REH- Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação

RECS - Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comercio e Serviços

SCE-Sistema de Certificação Energética dos Edifícios

UTA- Unidade Tratamento de Ar

VRF- Variable Refrigerant Flow

VRV- Variable Refrigerant Volume

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

Nos dias de hoje, tem havido uma preocupação humana crescente, em garantir o conforto na habitação própria, no local de trabalho e, também, no meio de deslocação. Assim sendo, estudam-se formas que consigam garantir tanto as boas condições no interior de um edifício, como uma eficiência energética adequada. Com o avanço da tecnologia, tem havido cada vez mais uma maior procura de recursos disponíveis da terra e a sua correta utilização, por forma a garantir a qualidade de vida procurada, minimizando a poluição inerente à sua utilização.

Desta forma, em 1972 em Estocolmo, Suécia, realizou-se a primeira conferência no âmbito do Parlamento Europeu e do Conselho, na tentativa de levar o Homem a preocupar-se com o meio ambiente promovendo, assim, o desenvolvimento sustentável. Mais tarde, em 1992, com a autoria das Nações Unidas, realizou-se uma conferência onde se abordaram vários temas, com um principal foco nas mudanças climáticas, na tentativa de alertar o ser humano relativamente à sustentabilidade do planeta, ou seja, garantir as suas necessidades sem prejudicar as gerações futuras. Esta conferência foi denominada por ECO-92. A forte aderência à ECO-92 resultou na construção de uma base, com o objetivo de que em 1997 fosse assinado o Protocolo de Quioto. A adesão dos países a este protocolo garante que em 2020 haja uma redução da emissão de gases poluentes que estão a afetar a camada da ozono em 20%, relativamente a 1990[ECEEE, 2011] .

No ano de 2010, a União Europeia lançou uma nova diretiva[Diretiva EPBD, 2010] exigindo que a partir de 2018 e após 2020, todo o tipo de edifício construído de raiz por parte de entidades públicas e, todo o edifício destinado a prestar serviços tem que ser visto como edifícios nZEB (near Zero Energy Buildings). Este conceito considera que os edifícios devem ser muito eficientes e, segundo Crawley et al.[2009], poupem energia de uma forma ativa e passiva, de forma a serem considerados edifícios eficientes do ponto de vista energético e pouco consumidores de energia, sendo essa energia proveniente de fontes de energia verdes, ou seja, não poluentes. Como exemplo dessas fontes, são mais

usuais os painéis fotovoltaicos e os sistemas de coletores solares para aquecimento de águas sanitárias [Torcellini et al.,2006]. No entanto, aliado à construção de edifícios com consumo de energia quase nulo, estão os elevados custos de construção [Raimundo ,2012], que podem vir a prejudicar o ponto ótimo de rentabilidade económica da vida útil de um edifício. Esta relação está representada na Figura 1.1.

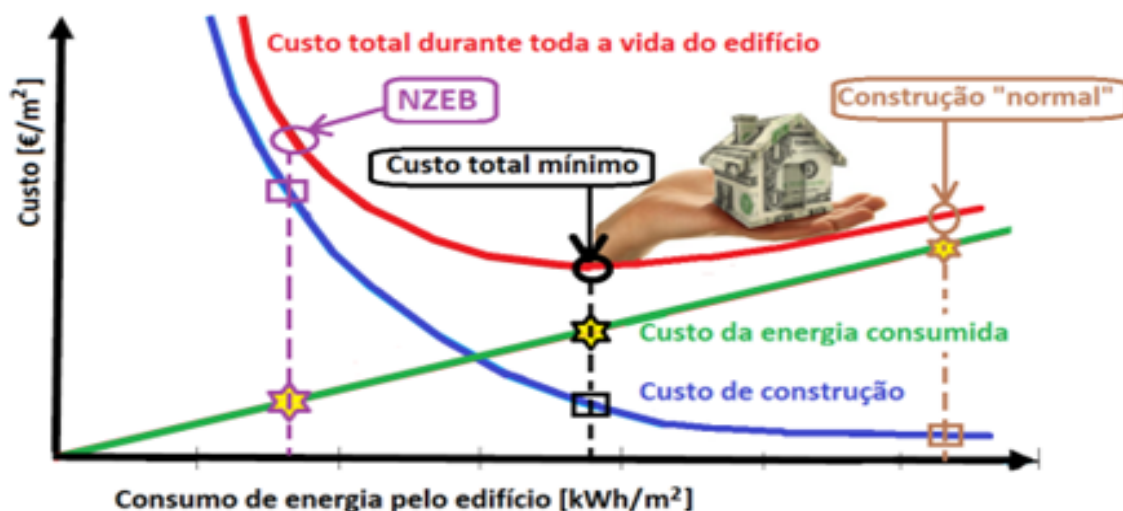


Figura 1.1-Custo económico durante o ciclo de vida de um nZEB(Raimundo,2012)

Assim, nos dias de hoje há uma necessidade crescente em informar a sociedade sobre a qualidade térmica dos edifícios no momento da sua construção, podendo classificá-los energeticamente. Esta necessidade levou os Estados-Membros da União Europeia a implementar um sistema de certificação energética (SCE) onde é obrigatório constar toda a informação relativamente à qualidade térmica e energética do edifício.

Com base no que foi referido anteriormente, pode ser abordado o conceito de AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado). Este tipo de projetos referem as funções base e principais destinadas ao controlo das condições de conforto e qualidade do ar no interior de edifícios. Os sistemas de AVAC têm na sua constituição uma variedade de equipamentos e componentes que interagem entre si, de modo a atingir o seu propósito na climatização de um edifício.

Em Portugal, a legislação base que enquadra os critérios de conformidade a serem verificados no âmbito do Sistema de Certificação Energética corresponde ao Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS).

Na realização de projetos de AVAC é necessário seguir critérios que permitam uma correta utilização energia disponível na fase de operação, dispostos em regulamentos vigentes e aprovados a nível nacional. Cada projeto é tratado de forma singular, dependendo da tipologia do edifício, tipo de sistema e suas necessidades. Na Figura 1.2 apresenta-se um esquema com as diferentes imposições regulamentares em torno do projeto de AVAC.

Base	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Decreto-Lei 118/2013 – SCE / REH / RECS ▪ Lei 58/2013 – Técnicos do SCE 														
Portarias	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 349-A/2013 – SCE – Funcionamento do SCE ▪ 349-B/2013 – REH – Requisitos ▪ 349-C/2013 – Licenciamento – Procedimentos licenciamento e folhas de cálculo ▪ 349-D/2013 – RECS – Requisitos e metodologias ▪ 353-A/2013 – Ventilação e Qualidade Ar Interior – Requisitos e metodologias ▪ 66/2014 – Sistema de avaliação dos técnicos do SCE 														
Despachos	<table border="0"> <tbody> <tr> <td>▪ 15793-C/2013 – Tipos de certificados</td> <td>▪ 15793-J/2013 – Classif. energética</td> </tr> <tr> <td>▪ 15793-D/2013 – Fatores conversão (Fpu)</td> <td>▪ 15793-K/2013 – Param. Térmicos</td> </tr> <tr> <td>▪ 15793-E/2013 – Regras simplificação</td> <td>▪ 15793-L/2013 – Viabilidade económica</td> </tr> <tr> <td>▪ 15793-F/2013 – Dados climáticos</td> <td>▪ 7113/2015 – Qualidade SCE</td> </tr> <tr> <td>▪ 15793-G/2013 – Receção instalações PM</td> <td>▪ 8892/2015 – Classificação ascensores</td> </tr> <tr> <td>▪ 15793-H/2013 – Energia renovável</td> <td>▪ 14985/2015 – Energia renovável de BC</td> </tr> <tr> <td>▪ 15793-I/2013 – Necessidades REH</td> <td>▪ 6470/2016 – Requisitos dos PRE</td> </tr> </tbody> </table>	▪ 15793-C/2013 – Tipos de certificados	▪ 15793-J/2013 – Classif. energética	▪ 15793-D/2013 – Fatores conversão (Fpu)	▪ 15793-K/2013 – Param. Térmicos	▪ 15793-E/2013 – Regras simplificação	▪ 15793-L/2013 – Viabilidade económica	▪ 15793-F/2013 – Dados climáticos	▪ 7113/2015 – Qualidade SCE	▪ 15793-G/2013 – Receção instalações PM	▪ 8892/2015 – Classificação ascensores	▪ 15793-H/2013 – Energia renovável	▪ 14985/2015 – Energia renovável de BC	▪ 15793-I/2013 – Necessidades REH	▪ 6470/2016 – Requisitos dos PRE
▪ 15793-C/2013 – Tipos de certificados	▪ 15793-J/2013 – Classif. energética														
▪ 15793-D/2013 – Fatores conversão (Fpu)	▪ 15793-K/2013 – Param. Térmicos														
▪ 15793-E/2013 – Regras simplificação	▪ 15793-L/2013 – Viabilidade económica														
▪ 15793-F/2013 – Dados climáticos	▪ 7113/2015 – Qualidade SCE														
▪ 15793-G/2013 – Receção instalações PM	▪ 8892/2015 – Classificação ascensores														
▪ 15793-H/2013 – Energia renovável	▪ 14985/2015 – Energia renovável de BC														
▪ 15793-I/2013 – Necessidades REH	▪ 6470/2016 – Requisitos dos PRE														

Figura 1.2-Legislação em vigor(ADENE)

Neste contexto, esta dissertação de mestrado tem por base a realização de um projeto de AVAC para um Centro Escolar, onde se procura fazer um correto dimensionamento de um sistema de ventilação e climatização de forma a que os alunos, os professores e os funcionários se sintam confortáveis no seu local de estudo e trabalho, e que seja eficiente em termos energéticos.

1.2. Objetivos

Os projetos de AVAC têm como objetivo garantir o conforto dos utilizadores, definindo sistemas de climatização para o edifício em estudo, sistemas esses que têm de estar adaptados aos requisitos específicos a cumprir, de acordo com a sua tipologia e enquadramento regulamentar, podendo ainda juntar um sistema de preparação de águas quentes sanitárias (AQS).

Neste projeto, numa primeira fase pretende-se fazer uma caracterização do edifício a estudar e da sua envolvente, implantação do edifício onde se vai ter em conta o local, altura em relação ao nível do mar, distância à costa marítima e zona climática do edifício.

Após esta fase inicial, pretende-se fazer, através de um ficheiro CAD, um levantamento do tipo de divisões e suas funções, face às necessidades térmicas e ao horário de funcionamento. De seguida faz-se um enquadramento dos requisitos regulamentares vigentes, consoante a tipologia de edifício.

Estando concluída a fase de caracterização e levantamento do edifício estão reunidas as condições para o cálculo do caudal de ar novo, do caudal a extrair das instalações sanitárias e balneários e das potências térmicas dos compartimentos a climatizar. Com estes cálculos efectuados passa-se à fase do dimensionamento do/s sistema/as a implementar, como por exemplo condutas e grelhas de extração das instalações sanitárias e balneários, sistema de preparação de AQS, condutas e grelhas de extração e, insuflação de ar novo e conseqüente Unidade de Tratamento de Ar (UTA). Por fim, obtém-se o sistema de climatização que consiga cumprir os requisitos térmicos calculados.

Como fase final do projeto realiza-se uma seleção de equipamentos a usar nos sistemas dimensionados. Para o sistema de AQS tem-se um enorme leque de escolha de equipamentos, como por exemplo: vasos de expansão; caldeiras; depósitos; painéis solares, entre outros. Quanto ao sistema de climatização também existem inúmeros que podem ser escolhidos: ventiloconvetores; sistemas VRV; sistemas VRF, entre outros. Como conclusão desta fase final do projeto, temos o desenho dos esquemas de principio dos sistemas de climatização e AQS, incluído todos os equipamentos seleccionados bem como, uma análise económica onde é feito um orçamento de todo o projeto realizado.

2. METODOLOGIA

Para o dimensionamento, análise de desempenho energético e seleção de equipamento de um sistema de AVAC, o projetista deve recorrer a um conjunto de ferramentas informáticas. Neste sentido, ao longo do projeto realizado foram estudados e utilizados os seguintes *softwares* e métodos de cálculo:

- **Autocad**

No início da realização deste projeto, através do *software* AutoCad, foi feito um estudo da planta do edifício onde se fez uma análise das áreas de cada compartimento, uma aproximação do número de pessoas que os iriam ocupar e, quais os compartimentos que iriam ter ocupação permanente e não permanente.

- **Folha de Cálculo LNEC-Método analítico RECS**

A folha de cálculo LNEC-Método analítico RECS, foi desenvolvida de acordo com o Decreto-Lei 118/2013 de 20 de Agosto, mais precisamente a Portaria 353-A/2013 que, nos leva ao cálculo de caudal mínimo de ar novo, cumprindo com os requisitos de desempenho térmico e energético de edifícios já existentes. Para o cálculo de ar novo, existem dois métodos: Método Analítico e Método Prescritivo. O Método Analítico traduz a aplicação da evolução temporal da concentração de dióxido de carbono previsível no espaço, em função dos respectivos perfil de ocupação, perfil de ventilação e as características físicas dos ocupantes. O Método Prescritivo determina os caudais de ar novo que garantam a diluição da carga poluente devido aos ocupantes do espaço e em função do tipo de atividade física e, ao próprio edifício e em função do tipo de materiais usados na construção, nos revestimentos das superfícies e no mobiliário. Para o presente projeto foi utilizado o Método Analítico para o cálculo do caudal de ar novos dos compartimentos a climatizar.

- **Folha de Cálculo IS_QAN**

A folha de Cálculo IS_QAN é uma folha de Excel que foi criada de raiz e disponibilizada pela empresa que tem como o objetivo de se calcular o caudal de extração nas casas de banho e balneários. Esta folha foi criada segundo a Portaria nº 353-A/2013 e teve em conta a área do compartimento e o número de pessoas máximas que o podem ocupar.

- **Software Calumen**

O *software* Calumen é uma ferramenta de cálculo que permite a simulação de inúmeras combinações de produtos da “Saint-Gobain Glass”. É possível simular várias diversidades de vidro como: vidro simples; vidro duplo; vidro triplo e os respetivos coeficientes de transmissão térmica.

- **Folha de Cálculo SCE.ER**

A folha de cálculo SCE.ER é uma folha de Excel disponibilizada pela Direção Geral de Energia e Geologia que permite a escolha do número de painéis a usar num sistema de AQS. O número de painéis escolhidos é feito por tentativas, de forma a que a energia satisfeita por energia solar seja superior à energia satisfeita pelo sistema de apoio e, de forma a que se atinja a eficiência exigida pela legislação.

- **Folha de Cálculo Solar PSE**

Esta folha de cálculo foi disponibilizada numa disciplina do curso de Engenharia Mecânica e permite calcular o volume dos depósitos presentes no sistema de AQS, bem como, calcular a potência do sistema de apoio.

- **Software CYPE**

O Cype é um *software* desenvolvido pela Cype Ingenieros e permite a realização de projetos que abrangem várias áreas, como as de Arquitetura, de Engenharia e Construção. Este *software* é composto por vários programas que trabalham em diferentes áreas. No caso deste projeto foram usados: o IFC BUILDER; o Cype Loads, o Cype Hvac, o Cype Recs e, finalmente, o Cype Gerador de preços.

O projeto começou com o uso do IFC BUILDER, onde foi feito um desenho do edifício em formato 2D e 3D, tendo em conta as espessuras das paredes exteriores e interiores, as espessuras das coberturas, as portas, os pilares e, por fim, os vãos envidraçados. Todas estas características serviram como *inputs* para a construção do modelo de edifício.

De seguida, exportou-se o ficheiro do IFC BUILDER para o Cype Loads. Neste programa, após um estudo das soluções construtivas do plano arquitetónico, foi feita uma caracterização da composição das paredes e coberturas, do tipo de vãos envidraçados, sombreamentos, do tipo de porta e, por fim, das pontes térmicas lineares. Com todos estes *inputs* colocados no programa, consegue-se o cálculo das potências térmicas de arrefecimento e aquecimento que caracterizam cada compartimento a climatizar.

Com os valores das potências calculadas no Cype Loads e de caudal de ar novo determinado na “Folha de Cálculo LNEC”, foi possível fazer o *input* desses valores no Cype Hvac. Neste programa, com os valores que foram introduzidos, foi realizada uma seleção do sistema de climatização a usar, sendo igualmente possível fazer um desenho das condutas de extração e insuflação que vão conduzir o caudal de ar novo de uma UTA (Unidade Tratamento de Ar) para os compartimentos, e vice-versa.

Concluindo esta fase do projeto, através o Cype Recs e usando como *input* todos os resultados extraídos dos anteriores programas usados, foi possível gerar o Certificado Energético que atribui uma classificação energética ao edifício.

Por fim, com o Gerador de Preços CYPE, foi feita uma consulta dos preços de construção do edifício que têm em conta os custos de aquisição de material e os gastos relativos à mão de obra.

2.1. Zoneamento Climático

Para uma correta realização do projeto é importante começar por uma correta seleção da zona climática onde se insere o edifício em estudo. Desde 2013, em Portugal, esta seleção é feita através do SCE (Sistema de Certificação Energética de edifícios). Como esta representado na Figura 2.1, este sistema é capaz de distinguir as estações de arrefecimento e aquecimento de uma dada localização em três categorias, no verão que corresponde à estação de arrefecimento, temos V1,V2 e V3, no inverno correspondente à estação de aquecimento, temos I1, I2 e I3.

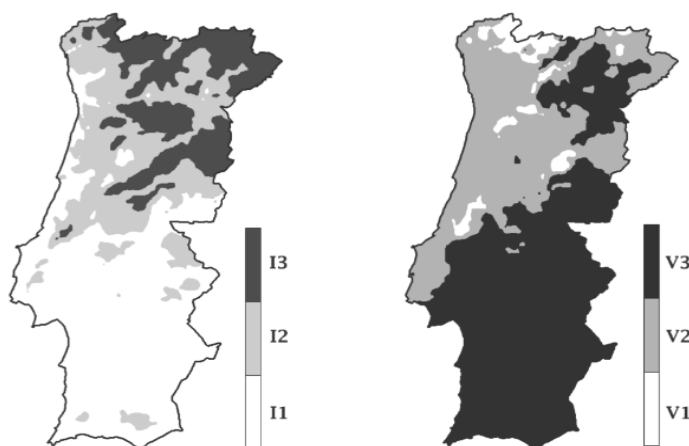


Figura 2.1-Estação de arrefecimento e aquecimento (SCE 2013)

2.2. Certificação Energética

Este subcapítulo destina-se a fazer uma introdução sobre a certificação energética de edifícios para, posteriormente, se apresentar a classificação atribuída ao edifício em estudo.

A certificação energética é um documento emitido por um perito qualificado no âmbito do Sistema Nacional e Certificação Energética (SCE) que permite avaliar e validar o desempenho energético de um imóvel, bem como alternativas de melhoria. Em Portugal, estes certificados são gerados pela Agência de Energia (ADENE). Esta certificação energética também é disponibilizada a quem queira comprar ou arrendar um edifício ou fração autónoma e tem em conta diversos fatores, como:

- Arquitetura
- Acabamentos
- Local
- Envolvente e o seu isolamento
- Materiais de construção
- Eficiência dos sistemas técnicos instalados
- Energias renováveis
- Consumos de energia

Aos edifícios podem ser atribuídas seis diferentes classes. Estas são conferidas dependendo dos fatores anteriormente referidos e, igualmente, se se trata de um edifício de habitação (novo ou existente), ou de comércio e serviço (novo ou existente). Na Figura 2.2 apresentam-se as classes mínimas a serem atribuídas a cada um dos tipos de edifícios referidos anteriormente. Pode-se observar que, quer no caso dos edifícios de habitação, quer no caso dos edifícios de comércio e serviço, a classificação mínima para os edifícios novos é o B- e para os sujeitos a grandes intervenções a mesma encontra-se na classe C.

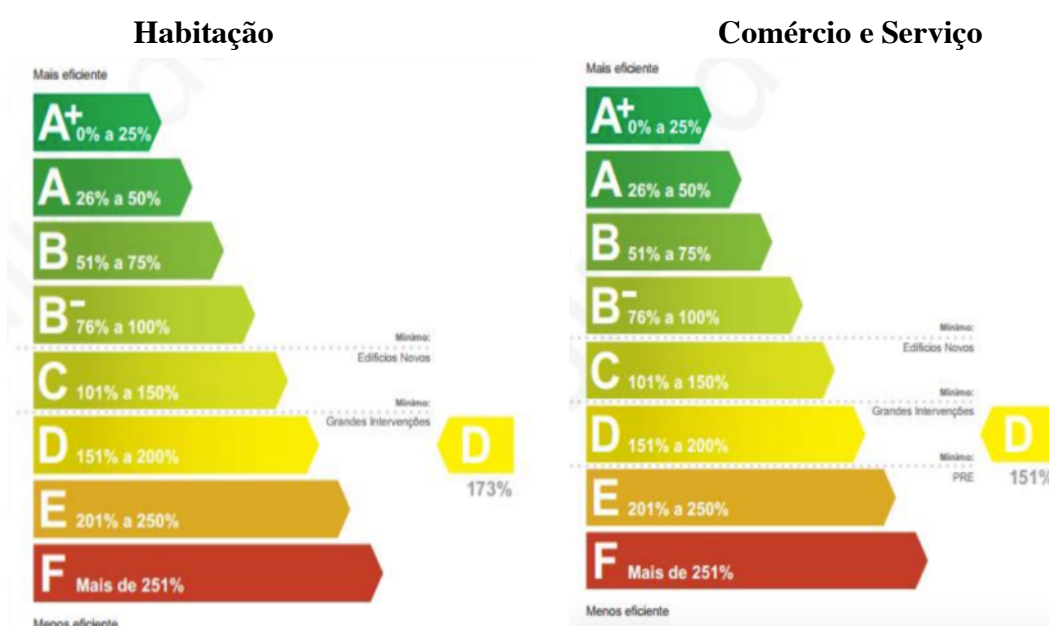


Figura 2.2-Níveis de certificação energética (ADENE 2018)

Por fim, a Figura 2.3 apresenta a percentagem de certificados energéticos gerados nos últimos anos, incluindo a classificação em que se insere e do tipo de edifício que se trata. Como se pode observar, a maioria dos edifícios considerados novos ou de reabilitação, encontram-se nas classes B e B-, enquanto que no que toca a edifícios existentes, a maioria dos certificados gerados encontram-se classificados na categoria C. Assim, conclui-se que há em todos os tipos de edifícios uma grande margem de melhoria no desempenho energético, que vai depender do tipo de edifício que é e das alterações que são feitas no mesmo.

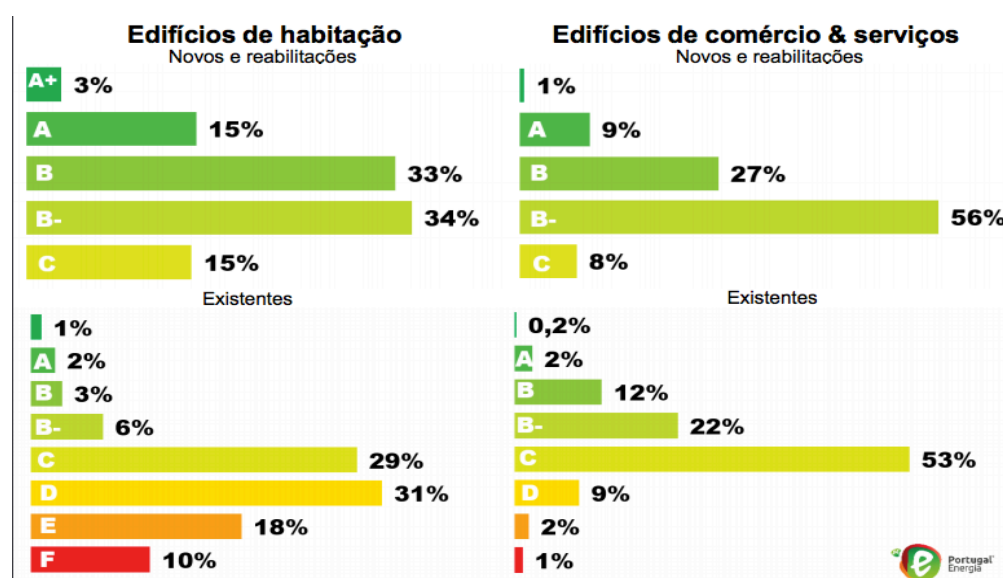


Figura 2.3-Certificados energéticos gerados nos últimos anos (ADENE 2018)

3. CASO DE ESTUDO

Neste capítulo, vai ser referida a zona climática em que se insere o edifício e toda a informação relativa ao mesmo. Quanto ao edifício, trata-se de um Centro Escolar destinado ao ensino primário e secundário, ou seja, considerado um edifício de Comércio e Serviço.

3.1. Clima Portugal

O edifício em estudo situa-se em Famalicão, Nazaré, corresponde às coordenadas $39,3^{\circ}32'3,62''N$ e $9^{\circ}4'56''W$ e a uma altitude de 50 m, tendo como temperatura mínima e máxima exterior de $0,3^{\circ}C$ e $30^{\circ}C$ respetivamente. De acordo com a tabela do NUTS III o edifício situa-se na zona Oeste. A informação geográfica, climática e correspondente determinação das zonas climáticas de inverno (I) e verão (V) a considerar são apresentadas na Tabela 3.1. Estes valores são referentes à zona, ao graus dias e altitude de referencia e à temperatura media exterior da estação de arrefecimento, que foram retirados do Diário da República.

Tabela 3.1-Informação para calculo da estação de arrefecimento e aquecimento(Diário da República)

Zona	Oeste
GD_{Ref}	1165
$Z_{Ref}(m)$	99
$Z(m)$	50
$\theta_{ext,vref}(^{\circ}C)$	21
a	0

Consultando a tabela , já existem condições para o cálculo do valor do Graus-Dias , que pode ser calculado através da seguinte equação:

$$GD = GD_{REF} + a(z - z_{REF}) \quad (1)$$

Assim, com os valores apresentados anteriormente obteve-se o valor de 1057, sendo este valor correspondente a uma estação de aquecimento **I1** em que é exigido que o valor seja inferior ou igual a 1300.

Por fim, para o cálculo da estação de arrefecimento é necessário voltar a consultar a tabela , para retirar os parâmetros necessários ao seu cálculo. Assim, usando a seguinte equação é possível calcular o valor da temperatura média exterior da estação de arrefecimento.

$$\theta_{ext,v} = \theta_{ext,vref} + a(z - z_{ref}) \quad (2)$$

Consultando a tabela foi possível obter um valor de 21°C, sendo este valor corresponde a uma estação de arrefecimento V2 em que é exigido que este parâmetro esteja entre os valores de 20°C e 22 °C respetivamente.

Assim, conclui-se que a zona climática de aquecimento é **I1** e a de arrefecimento é **V2**. Pode-se ainda verificar na Figura 3.1 a variação da temperatura exterior ao longo do ano na zona climática em que se insere o edifício, indicada o limite superior da zona a rosa a temperatura máxima diária, a azul a temperatura mínima diária e a verde a temperatura média diária.



Figura 3.1-Variação de temperatura exterior(Cype)

3.2. Edifício em estudo

O Centro Escolar é composto por apenas 1 piso, com uma área total de 1103,6 m² e uma altura de 4m. É composto por trinta e um compartimentos sendo que a sua lotação máxima prevista (incluindo alunos, professor e funcionários) é de 147 pessoas. Na Figura 3.2 é possível observar a disposição e o tipo dos compartimentos que o constituem.

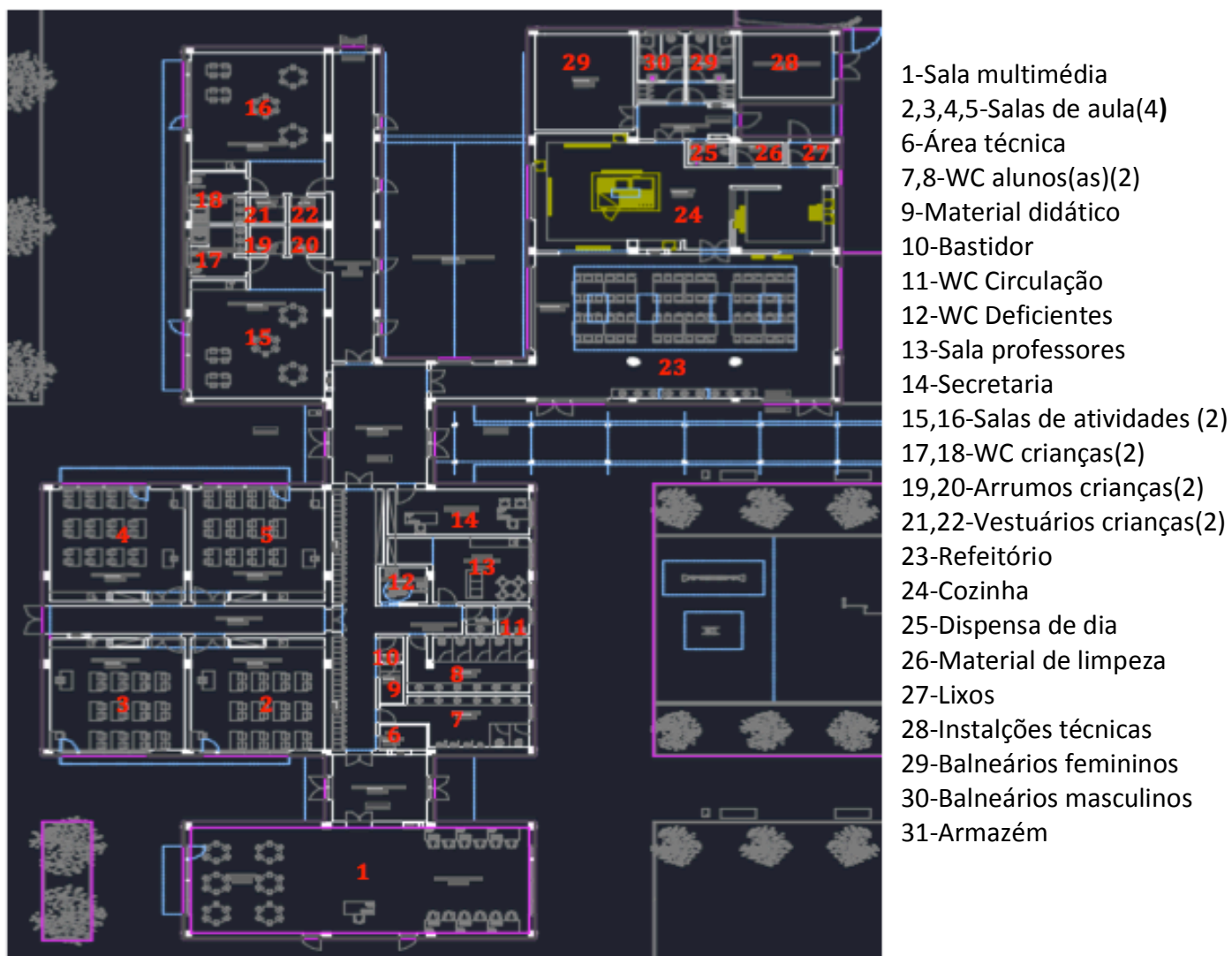
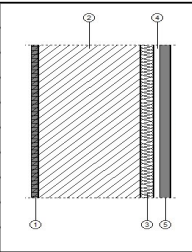
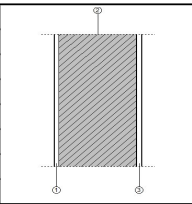


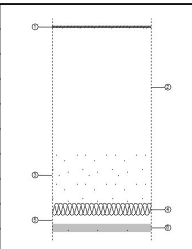
Figura 3.2-Planta do centro escolar e respetivos compartimentos(Autocad)

3.2.1. Envolvente do edifício

Para uma correta constituição das soluções construtivas, foi feito um estudo do plano arquitectónico, disponibilizado no início do projeto e consultada a Portaria n.º 379-A/2015. Como resultado desse estudo, chegou-se à conclusão de que todas as soluções apresentam uma estrutura base, estando presente, no caso da parede exterior, isolamento térmico. O edifício é composto apenas por um tipo de parede exterior. No que toca às paredes interiores, é composto por mais do que um tipo, dependendo do compartimento. Tem também na sua constituição dois tipos de cobertura: inclinadas e planas, em que a sua composição varia dependendo do compartimento em que se insere. Quanto ao pavimento térreo foram tidos em conta dois tipos pavimento diferenciando o da cozinha, casas de banho e balneários dos restantes compartimentos. Assim com o que foi dito anteriormente, na Figura 3.3, apresentam-se as principais soluções construtivas previstas para a envolvente exterior, interior e de compartimentação do edifício estando as restantes soluções construtivas apresentadas no Anexo D.

Parede Exterior				
Camada	Espessura(m)	Condutibilidade térmica(W/m.K)	Resistência térmica(m2.K/W)	
Resistência térmica interior			0,13	
Reboco Estanhado	0,02	0,45	0,04	
Blocos de betão leve 30	0,3		0,59	
Lã Mineral	0,04	0,038	1,05	
Caixa de ar	0,02		0,17	
Mármore	0,03	3,5	0,0086	
Resistência térmica exterior			0,04	
Total			1,73	
Coeficiente de transmissão térmica(U)(W/m2.K)			0,578	

Parede Interior 1				
Camada	Espessura(m)	Condutibilidade térmica(W/m.K)	Resistência térmica(m2.K/W)	
Resistência térmica interior			0,13	
Reboco Estanhado	0,02	0,45	0,04	
Blocos de betão termo	0,3	0,2325	1,3	
Reboco Estanhado	0,02	0,45	0,04	
Resistência térmica exterior			0,13	
Total			1,51	
Coeficiente de transmissão térmica(U)(W/m2.K)			0,66	

Cobertura Plana				
Camada	Espessura(m)	Condutibilidade térmica(W/m.K)	Resistência térmica(m2.K/W)	
Gesso cartonado acústico	0,011	0,057	0,2	
Caixa de ar	0,74		0,16	
Betão Armado	0,35	2	0,18	
Poliestireno	0,08	0,037	2,2	
Caixa de ar	0,05		0,11	
Betão Leve	0,05	0,156	0,32	
Resistência térmica exterior			0,04	
Total			3,1	
Coeficiente de transmissão térmica(U)(W/m2.K)			0,32	

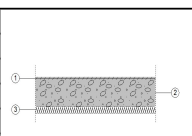
Pavimento				
Camada	Espessura(m)	Condutibilidade térmica(W/m.K)	Resistência térmica(m2.K/W)	
Resistência térmica interior			0,17	
Cerâmica Vidrada	0,01	1,3	0,0077	
Argamassas não tradicionais	0,11	0,8	0,14	
Poliestireno Expandido	0,03	0,037	0,81	
Resistência térmica exterior			0,04	
Total			0,96	
Coeficiente de transmissão térmica(U)(W/m2.K)			1,041666667	

Figura 3.3-Soluções Construtivas

Como vãos envidraçados do edifício utilizaram-se vãos envidraçados de vidro duplo e caixilharia em alumínio com corte térmico com um valor de $3,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Grande parte dos envidraçados tem proteção interior do tipo estores manuais em rolo, o que corresponde a um coeficiente de transmissão térmica (U) do vão envidraçado no valor de $2,7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Por fim, todas estas soluções construtivas serviram como *inputs* para um posterior cálculo térmico dos compartimentos do edifício.

Para concluir, é importante ter em conta a caracterização do edifício em relação aos ganhos internos: Equipamento, iluminação e ocupação. Para representar a ocupação do edifício, na Figura 3.4 esta representado um perfil representativo da percentagem ocupação por hora de um dos compartimentos, sendo neste caso a Sala Multimédia, estando os restantes representado no Anexo E. Quanto à iluminação, considerou-se que vai estar ligada sempre que esteja a haver uso dos compartimentos, quanto ao sistema de ventilação e climatização foi definido que vai estar em ligado no horário de funcionamento da escola, ou seja, das 8h as 18h.

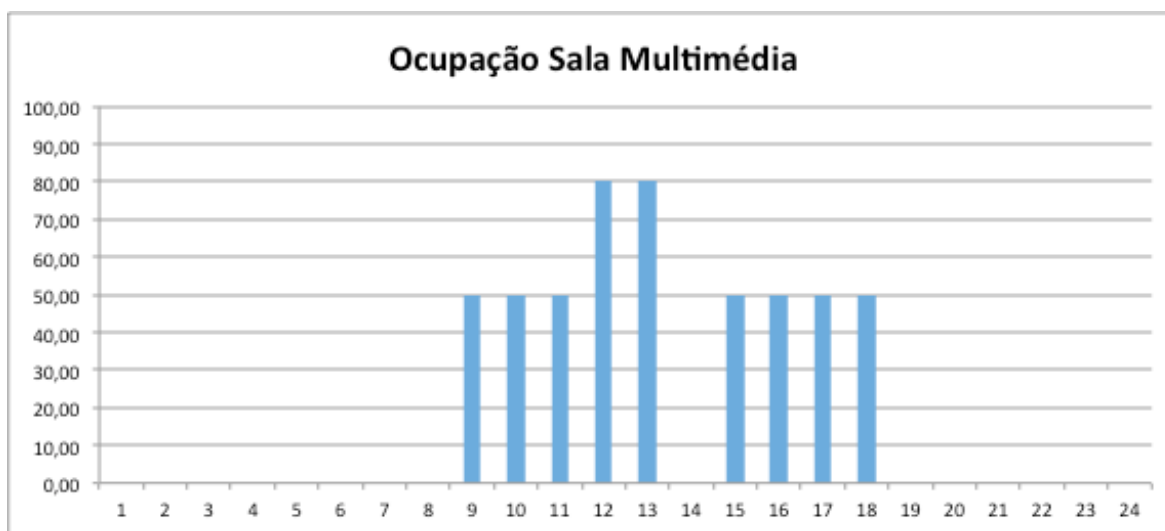


Figura 3.4-Perfil de ocupação Sala Multimédia.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo apresentam-se os resultados de todas as ferramentas de cálculo usadas, essenciais à realização deste projeto.

4.1. Modelação do edifício

O edifício foi modelado no IFC BUILDER que é um programa de construção que permite a modelação em 3D. Assim, começou-se por fazer um esboço do edifício apenas com a parede exterior, estando a mesma já com a espessura que lhe é característica. Após a consulta da planta de Autocad e das suas medições, desenharam-se as paredes interiores que vão delinear os compartimentos, já com as respetivas espessuras.

Com os dois tipos de parede desenhadas (interiores e exteriores), passou-se ao desenho das coberturas. Foi feita uma cobertura para cada compartimento, mantendo-se apenas a mesma para os compartimentos que têm características idênticas, como por exemplo as salas de aula. Concluída a fase das coberturas, desenhou-se o pavimento térreo de cada zona, diferenciando o pavimento das casas-de-banho, balneários e cozinha, dos restantes compartimentos, resultando dois tipos de pavimentos. Neste *software* é possível obter o desenho dos vãos envidraçados e das portas, incluindo apenas como características, as suas dimensões. O uso deste *software* termina com a inclusão de pilares, com as dimensões pretendidas e nas zonas que assim o exigem. Na Figura 4.1 pode visualizar-se o resultado de todo o uso do IFC BUILDER.

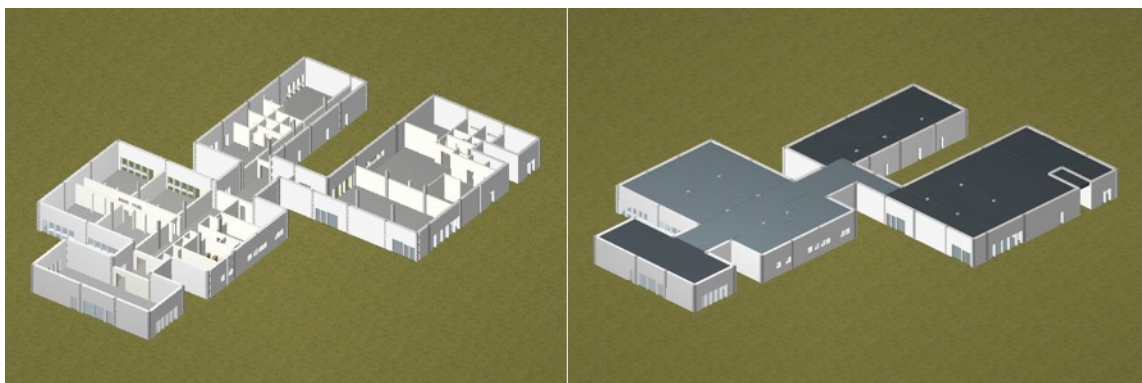


Figura 4.1-Modelo 3D do edifício desenvolvido no IFC BUILDER

4.2. Ventilação

Como fase inicial, no programa Autocad foi feita uma análise das características de todos os compartimentos: áreas, pé direito, lotação dos espaços, perfis previstos de ocupação, identificação de espaços úteis e não úteis, etc. Sendo os espaços com uso permanente os mais importantes para um futuro cálculo das necessidades, na Tabela 4.1 apresentam-se os valores que foram retirados na sua análise. Os espaços apresentados na são então os que exigem requisitos de ar novo através de ventilação mecânica e de requisitos de conforto térmico. Para os restantes justifica-se apenas extração de ar e/ou ventilação natural.

Tabela 4.1-Caraterísticas dos principais compartimentos

	Pé direito(m)	Área(m ²)	Nº Ocupantes	% Média Ocupação (8h-18h)
Salas de aula (3,4,5,6)	3	50,46	26	90%
Salas de atividades(17,18)	3	58,4	26	90%
Sala Multimédia (1)	3,2	118,4	49	50%
Secretaria(15)	3	21,26	4	90%
Refeitório(23)	3	155,59	72	65%
Cozinha(24)	3	96,45	6	50%
Sala de educadores(14)	3	24,27	8	50%

Para projetar uma instalação capaz de satisfazer as necessidades de extração e insuflação de ar foram tidos em conta critérios e orientações que contemplam os seguintes aspetos:

- Localização das grelhas de extração e insuflação;
- Instalação das condutas em teto falso;
- Facilidade de instalação;
- Facilidade de operação;

O cálculo dos caudais de extração das casas de banho e balneários foi feito tendo em conta o número de urinóis, sanitas e duches. Este cálculo foi feito de acordo com a Portaria n.º 353-A/2013 do Diário da República, tendo em conta as fórmulas apresentadas na Figura 4.2. Os seus resultados para os diversos espaços do edifício apresentam-se na Tabela 4.2.

Tabela I.06 - Caudais mínimos de extração de ar a assegurar para locais e instalações específicas, [m³/h]

Tipo de utilização	Caudal [m ³ /h]
Instalação sanitária pública	Max (90 x (n.º urinóis + n.º sanitas); 10 x A _{pav})
Instalação sanitária privada	Max (45 x (n.º urinóis + n.º sanitas); 10 x A _{pav}) ^(a)
Balneários	Max (90 x (n.º urinóis + n.º sanitas); 10 x A _{pav}) ^(b) Max (45 x n.º duche; 10 x A _{pav}) ^(a) Max (90 x n.º duche; 10 x A _{pav}) ^(b)

^(a) quando o sistema de extração tem funcionamento contínuo.

^(b) quando o sistema de extração não está em contínuo

Figura 4.2-Fórmulas de cálculo do caudal de ar mínimo de extração (Diário da República)**Tabela 4.2-Resultados dos caudais de extração das WC e balneários**

	Área (m ²)	Nº Urinóis	Nº Sanitas	Nº Duches	Q _{Ext} (m ³ /h)
WC Alunas(8)	21,53	-	5	-	450
WC Alunos(9)	20,45	4	2	-	540
WC Crianças1(19)	9,31	2	-	1	270
WC Crianças2(20)	9,31	2	-	1	270
WC Circulação(12)	5,69	-	1	-	90
WC Deficientes(13)	5,37	-	1	-	90
Balneários Femininos(29)	10,11	-	1	1	180
Balneários Masculinos(30)	10,11	-	1	1	180

Para o cálculo dos caudais de extração dos compartimentos com maior percentagem ocupacional, os chamados espaços úteis, considerou-se também o caudal insuflação de ar proveniente do exterior, que terá o mesmo valor do caudal de extração, de modo a equilibrar o ar dentro dos compartimentos, com exceção da cozinha. Na cozinha, devido à presença de uma hotte para extração dos fumos provocados na zona de confeção, o caudal de extração deve ser superior ao que o de insuflação. Este cálculo foi feito tendo em conta os valores apresentados na Tabela 4.2 e a “ Folha de cálculo LNEC-Método analítico RECS “, que tem em conta toda a legislação presente na Portaria n.º 353-A/2013.

O método analítico prevê o valor de caudal de ar novo mínimo, com base na evolução temporal da concentração de CO₂ produzida pelos ocupantes em cada divisão em estudo. Portanto, como dados de entrada foi necessário considerar: o perfil de ocupação; o número de ocupantes; a taxa metabólica média da ocupação; as dimensões do espaço; e o perfil de funcionamento do sistema de ventilação. O método de ventilação escolhido foi

“Insuflação pelo teto, de ar quente pelo menos 8°C acima da temperatura do local e extração/retorno pelo teto”. Assim, apresentam-se na Tabela 4.3 os valores de caudais obtidos através do método analítico.

Tabela 4.3-Caudais de ar novo para cada compartimento útil.

	Área(m ²)	Nº Ocupantes	Tipo de atividade	Limiar de proteção CO ₂	Q _{Ext} (m ³ /h)	Q _{Insu} (m ³ /h)
Sala de aula (3,4,5,6)	50,5	26	Sedentária	2250 mg/m ³	579	579
Sala Multimédia	118,4	49	Sedentária	2250 mg/m ³	548	548
Sala de educadores	24,3	8	Sedentária	2250 mg/m ³	85	85
Secretaria	21,3	4	Sedentária	2250 mg/m ³	76	76
Sala de atividades(17,18)	58,4	26	Sedentária	2250 mg/m ³	535	535
Refeitório	155,6	72	Sedentária	2250 mg/m ³	1013	1013
Cozinha	96,5	6	Moderada	2250 mg/m ³	289	289

Foi decidido que a extração e insuflação da cozinha e do refeitório iriam ser feitas isoladamente das do resto dos compartimentos, devido ao facto de poder haver contaminação por parte dos cheiros emitidos.

Quanto à hotte da cozinha, que irá extrair os fumos produzidos pela zona de confeção, o cálculo do caudal de extração foi feito através das dimensões da zona de confeção, que se podem retirar da Figura 4.3.

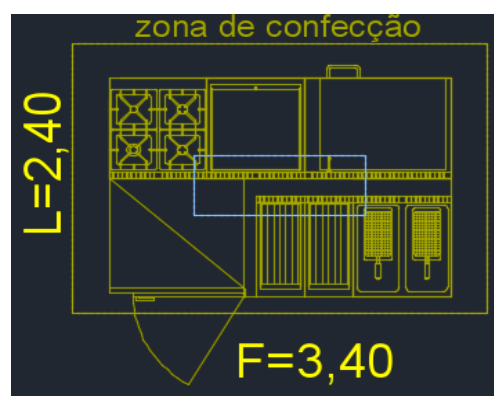


Figura 4.3-Zona de confeção (Autocad)

Com as dimensões da figura anterior e usando a fórmula $Q = (2L + 2F) * 900$, em que L corresponde à largura e F ao comprimento, pode-se calcular o caudal que deverá ser extraído pela hotte. Para o caso de estudo tem-se um largura de 2,40 m e um comprimento

de 3,40m. Assim, como valor de caudal calculado, tem-se $10440 \text{ m}^3/\text{h}$ tendo sido posteriormente feito o dimensionamento de um ventilador a ser instalado no final da conduta de extração.

4.3. Dimensionamento do sistema de ventilação

Com os caudais calculados anteriormente, neste subcapítulo descreve-se para o caso de estudo a forma de dimensionamento de condutas e respetivas grelhas no programa Cype Hvac.

Neste programa é possível definir, verificar e introduzir condutas de tramo reto e de extração e insuflação. No entanto, para todo este dimensionamento é necessário ter em conta a definição de certos elementos, como por exemplo: material (fator de rugosidade, espessura, comprimentos da união), tipo de conduta (circular ou retangular), caudal e, a partir desta informação, determinar as dimensões (largura e altura) dos vários tramos. A Figura 4.4 retrata a forma como é feito este dimensionamento no programa:

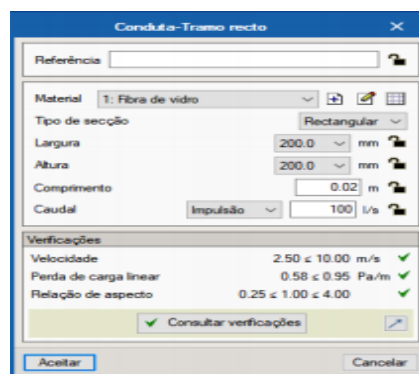


Figura 4.4-Dimensionamento de condutas(Cype Hvac)

No projeto realizado, foram desenhadas condutas circulares de chapa galvanizada com isolamento interior do tipo de lã mineral, de insuflação e extração, de tramo reto vertical e horizontal. Este desenho foi feito no teto falso do edifício, estando as condutas de insuflação a uma cota de 3.20 m e as de extração a uma cota de 3.50 m. Grande parte são condutas de tramo reto horizontal, que conduzem o ar da UTA (Unidade Tratamento de Ar), aos compartimentos e vice-versa. Para os compartimentos onde apenas se realiza a extração (casas de banho, balneários, vestuários, arrumos, dispensa de dia e material de limpeza) foram desenhadas condutas a uma cota de 3.20 m, de tramo horizontal, desde o ponto em que se inicia a extração, até ao ponto em que se quer extrair o ar para o exterior.

Neste último, foi desenhada uma conduta de tramo vertical com uma cota que vai desde o teto falso até ao exterior, onde vai estar ligado um ventilador. O desenho foi feito de forma a que a zona de insuflação e a zona de extração estejam em pontas opostas uma da outra estando a zona de insuflação mais perto das janelas de forma a tentar minimizar as perdas de calor, pelo facto de junto às janelas haver maiores trocas de cargas térmicas. Em condições extremas, a colocação da insuflação junto das janelas também poderá evitar ou diminuir a condensação, pois se em vez de ter a insuflação, tivéssemos a extração junto às janelas, estas poderiam embaciar facilmente.

Para finalizar o dimensionamento das condutas, foram abordadas as perdas de carga que normalmente são calculadas recorrendo a abacos tendo em conta o comprimento da conduta, as curvas e o caudal de ar que passa na mesma. No entanto o programa considerou-as automaticamente conforme a forma como se fez o desenho das mesmas.

O dimensionamento das grelhas é também feito no programa Cype Hvac, tendo em conta os caudais e as dimensões que se pretendem, havendo, posteriormente, uma seleção dessas mesmas grelhas através de catálogos. Todo o esquema do desenho das condutas e grelhas está representado no Anexo B.

Estando as UTAs instaladas na cobertura do edifício, foi necessário dimensionar as condutas que fazem a ligação do interior ao exterior. As condutas dimensionadas são do mesmo tipo das colocadas no interior (chapa galvanizada com isolamento do tipo lã mineral) excetuando a inclusão de uma chapa metálica na superfície das mesmas, de forma a haver uma proteção à corrosão devido ao contato com o exterior. Na Tabela 4.4 estão representados os diâmetros, comprimentos e caudais correspondentes às condutas dimensionadas quer no interior quer no exterior do edifício enquanto que na Figura 4.5 mostram-se a título ilustrativo duas janelas de parametrização do sistema no Cype Hvac.

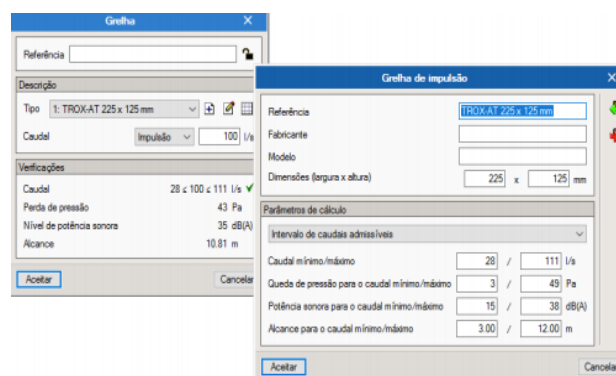


Figura 4.5-Dimensionamento de grelhas (Cype Hvac)

Tabela 4.4-Diâmetro, comprimento e caudais das condutas desenhadas.

Interior					
Diâmetro (mm)	Comprimento (m)	Caudal (l/s)	Diâmetro (mm)	Comprimento (m)	Caudal (l/s)
125	2,3	17;25	250	20	175;200;206
140		33;40	280	14	237;275
160	35	50;59	315	37	296;315
180	75	67;74;75;79;80	355	84	412;433;492
200	30	100;103	400	10	662
224	100	118;125;148;150;158	500	6,7	1096
Exterior					
Diâmetro (mm)	Comprimento (m)	Caudal (l/s)	Diâmetro (mm)	Comprimento (m)	Caudal (l/s)
355	23	492	500	22	1096

4.4. Potências Térmicas

Concluído o cálculo das necessidades de ventilação e o modelo do edifício, o cálculo das potências térmicas foi realizado com o programa Cype Loads.

Como fase inicial, é importante ter em conta o clima a usar, sendo possível inserir um ficheiro climático no próprio programa.

As zonas (espaços) do edifício podem ser definidos como “Habitável” ou “Não Habitável”, com o objetivo de, nos compartimentos classificados como “Habitável”, poder-se incluir características como os ganhos internos de calor, ventilação/infiltração, se queremos aquecer, arrefecer ou climatizar, bem como as respectivas temperaturas interiores de dimensionamento (aquecimento e arrefecimento). Nos compartimentos definidos como “Não Habitável” apenas é possível definir o nível de estanquidade. Neste caso, para todos os compartimentos definidos como “Habitável” foi escolhida a opção de climatizar, ou seja, aquecer e arrefecer. Como foi dito anteriormente, as temperaturas exteriores da zona climática do edifício são na ordem de 0,3°C de mínima e 30°C de máxima. Por estas razões, foram considerados 20°C e 25°C como setpoints de aquecimento e arrefecimento respetivamente.

No seguimento desta fase inicial e utilizando as soluções construtivas anteriormente referidas, foi possível usá-las como valores de *input* no programa, de forma a alcançar o objetivo pretendido. Nestas soluções construtivas estão incluídas igualmente,

os vãos envidraçados e as pontes térmicas lineares. Quanto aos vãos envidraçados, foi possível usar como características, o coeficiente de transmissão térmica e os sombreamentos que, neste caso, podem ser de projeção vertical (laterais esquerda e direita) e projeção horizontal (consola). Toda esta definição de sombreamento está representada na Figura 4.6.

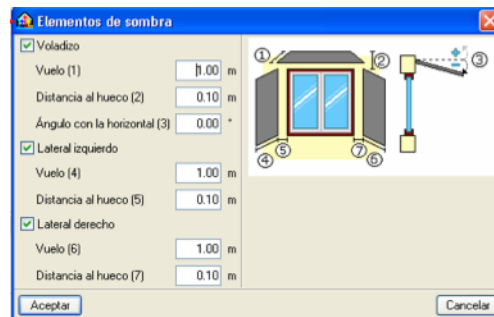


Figura 4.6-Parametrização de sombreamentos no Cype Loads

Quanto às pontes térmicas lineares, procurou-se seguir os valores que estão vigentes na Portaria n.º 349-B/2013 do Diário da República. A Tabela 4.5 é parte representativa dessa legislação.

Tabela 4.5-Coefficientes de transmissão térmica lineares de referência (Diário da República)

Tipo de ligação	f_{ref} [W/(m.°C)]
Fachada com pavimentos térreos Fachada com pavimento sobre o exterior ou local não aquecido Fachada com cobertura Fachada com pavimento de nível intermédio ⁽¹⁾ Fachada com varanda ⁽¹⁾	0,50
Duas paredes verticais em ângulo saliente	0,40
Fachada com caixilharia Zona da caixa de estore	0,20

Para finalizar todos os passos que dão origem ao cálculo das cargas térmicas é necessário criar uma “Zona” que inclua apenas os compartimentos “ Habitáveis”. No grupo de compartimentos que foi criado foi adicionado uma compartimento que não tem ocupação permanente mas que é necessário arrefecer, correspondente ao Bastidor. A sua inclusão é devido ao facto de ser um pequeno espaço, que é composto por equipamentos ativos com dissipação de calor, daí ser necessário o seu arrefecimento. Após ser feito este zoneamento, foram calculadas as necessidades térmicas do edifício, estando as mesmas representadas na Tabela 4.6.

Tabela 4.6-Resultados das potências térmicas

Compartimentos	Pot Arrefecimento(W)	Pot Aquecimento(W)	Caudal(l/s)
Sala de aula (3)	2673	4997	117
Sala de aula (4)	3472	5170	117
Sala de aula (5)	3024	5210	117
Sala de aula (6)	2917	5037	117
Sala de atividades(17)	3813	6077	109
Sala de atividades(18)	3404	5476	97
Secretaria(15)	1573	1864	28
Sala de educadores(14)	1039	1535	14
Cozinha(24)	10792	13825	187
Refeitório(23)	18220	21222	507
Sala Multimédia(1)	4700	9993	304
Bastidor(11)	186	-	8

Dos resultados obtidos podemos verificar que, de um modo geral, existem maiores necessidades de aquecimento do que de arrefecimento. São resultados expectáveis devido ao facto de as temperaturas da zona climática em que se insere a escola atingirem valores muito baixos em grande parte do ano, como se pode verificar na Figura 3.1, sendo assim necessário, o seu aquecimento. Quer nas potências de arrefecimento quer nas de aquecimento podemos observar dois valores mais elevados, comparativamente com os restantes. É o caso do refeitório e da cozinha. Nestes dois casos era mais expectável que as potências de arrefecimento fossem superiores às de aquecimento, mas isso não ocorre devido a vários fatores. Como primeiro, temos a orientação dos compartimentos, podendo-se observar na Figura 3.2 que ambos estão orientados para NW. Esta orientação vai fazer com que as necessidades de aquecimento sejam maiores do que as de arrefecimento. Esta diferença de necessidades ocorre devido ao facto de, como o sol nasce a nascente, os períodos de maior radiação e de maiores ganhos solares vão ocorrer durante a tarde e vão incidir a sul do edifício, o que irá provocar uma menor necessidade de arrefecimento nos compartimentos em discussão. Por outro lado, os períodos de sol incidentes a norte ocorrem no período da manhã, sendo este o período em que ocorre menor radiação e ganhos solares. No caso da cozinha, outro fator que influencia a ocorrência de potências de arrefecimento menores do que aquecimento, são as limitações do programa. O programa usado não permite considerar os valores dos ganhos internos de calor de todos os equipamentos usados na cozinha. Quanto às necessidades de arrefecimento do refeitório, este apresenta igualmente valores elevados, dado ser um compartimento que nas horas de

maior ocupação emite muito calor devido à atividade metabólica das pessoas presentes. Igualmente, em termos arquitetónicos, tem paredes em comum com a cozinha o que faz com que haja trocas de calor.

Adquiridos estes valores, foi possível obter uma seleção do sistema de climatização mais adequado que será abordado no seguimento do relatório.

4.5. Climatização

Com os valores das necessidades de arrefecimento e aquecimento calculados, procedeu-se à escolha do sistema de climatização a usar. Verificando os valores apresentados na Tabela 4.6 pode-se concluir que há tantas necessidades de arrefecimento como de aquecimento. De acordo com as necessidades, o sistema de climatização escolhido foi o sistema VRF (Variable Refrigerant Flow). O VRF é um sistema de ar condicionado central que funciona com uma única unidade condensadora (Unidade exterior) ligada a varias unidades evaporadoras (Unidades interiores) que operam individualmente, através de um ciclo único de refrigeração com sistema de expansão direta, onde o fluxo de gás refrigerante é variável.

Para o caso em estudo e, de acordo as necessidades de arrefecer e aquecer os compartimentos, no programa Cype Hvac foi feita a seleção do sistema de VRF. A Figura 4.7 representa a forma como esta seleção é feita no programa.

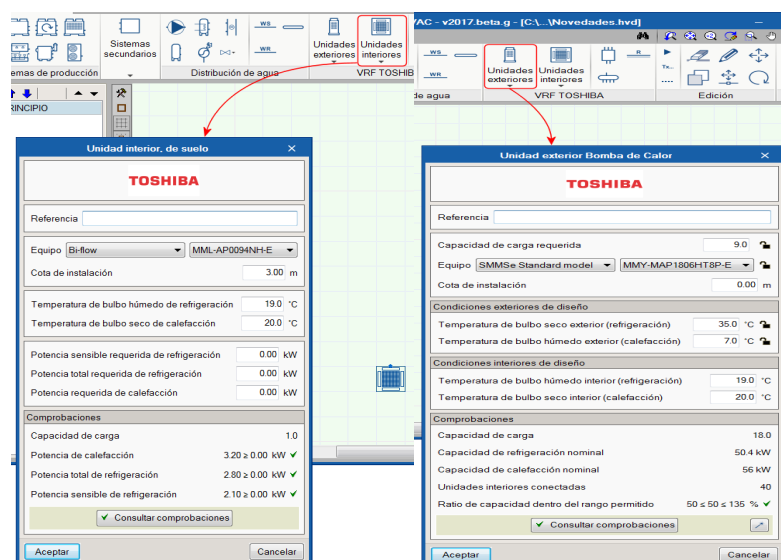


Figura 4.7-Seleção do sistema de climatização (Cype Hvac)

Ao exportar o ficheiro do Cype Loads, programa onde se efetuou o cálculo das cargas térmica, e importando-o no Cype Hvac, as cargas são automaticamente atribuídas a cada compartimento. Ou seja, o equipamento escolhido para cada compartimento depende das cargas requeridas. A seleção do modelo da unidade exterior depende da totalidade das capacidades de carga de todas as unidades interiores. Conhecendo esse valor, o programa seleciona automaticamente a potência necessária da unidade exterior, para o funcionamento do sistema na sua globalidade. Na seleção das unidades interiores também é preciso ter em conta as temperaturas de bolbo húmido de arrefecimento e de bolbo seco de aquecimento. Estas temperaturas são igualmente selecionadas automaticamente, pois o programa tem em conta todas as propriedades exteriores e interiores que têm influência nessas duas temperaturas. Os seus valores são os seguintes :

$$T_{\text{Bolbo Húmido de arrefecimento}} = 17,8^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{Bolbo seco de aquecimento}} = 20^{\circ}\text{C}$$

O tipo de unidades interiores escolhidas foram do tipo cassette e de parede e, seram abordadas no decorrer do relatório. Estas unidades vão estar ligadas à unidade exterior através de tubagem de gás e de líquido, sendo o dimensionamento da tubagem dependente das potências das unidades ao qual está ligada. Neste projeto, esse dimensionamento e respetivo esquema de princípio foi feito pela empresa Toshiba. Foi ainda necessário dimensionar a tubagem exterior que liga a interseção de toda a tubagem do teto falso à cobertura, onde se encontra a unidade exterior. Essa tubagem, tal como a colocada no interior é de cobre, diferenciando-se o facto de a que se encontra no exterior ser revestida exteriormente por uma chapa metálica de forma a protegê-la de possíveis corrosões provocadas pelo contato com o meio ambiente. A Tabela 4.7 representa o comprimento e o respetivo diâmetro da tubagem usada quer no interior quer no exterior no edifício.

Tabela 4.7-Listagem da tubagem necessária para o sistema VRF(Interior e Exterior)

Diâmetro (mm)	Comprimento Gás (m)	Comprimento Líquido (m)	Comprimento Total (m)
6,35	0	93,57	93,57
9,53	22	39,5	61,5
12,70	75,5	14	89,5
15,87	35,5	23	58,5
19,05	0	10,5	10,5
22,22	14	0	14
28,57	27,5	0	27,5
34,93	6	0	6
Exterior			
28,57	8,5		8,5
15,87		8,5	8,5

Ainda relacionado com o sistema de VRF, foi feito um dimensionamento de uma rede de drenagem de condensados. Esta rede é feita em PVC e tem como função conduzir as condensações provenientes das baterias de arrefecimento diretamente para os esgotos. Para o seu dimensionamento foi adoptada uma regra que depende do número de unidades exteriores que se querem ligar através da tubagem. Para se ligarem no máximo até 4 unidades interiores, usa-se um diâmetro de 25 mm, se forem 5 unidades exteriores usa-se um diâmetro de 32 mm e se forem entre 5 e 9 unidades, usa-se um diâmetro de 40 mm. A Tabela 4.8 representa o comprimento de tubagem PVC e o respetivo diâmetro usado. O traçado desta tubagem encontra-se esquematicamente representado no Anexo B.

Tabela 4.8-Diâmetros e comprimentos tubagem PVC de drenagem da tubagem de condensados.

Diâmetro (mm)	Comprimento (m)
25	108,54
40	1,46

Para finalizar, todos os esquemas de princípio e todos os equipamentos selecionados estão representados nos seguimento do relatório e no Anexo B.

4.6. Águas Quentes Sanitárias

Neste projeto, para além da instalação de um sistema de AVAC, procurou-se igualmente realizar um dimensionamento e instalação de um sistema de Águas Quentes Sanitárias (AQS). O objetivo passa por dimensionar um sistema solar térmico para o centro escolar, de forma a que a energia térmica utilizada no aquecimento de água seja proveniente de fontes renováveis, neste caso em particular, da energia solar. O estudo foi elaborado com base no consumo de AQS, tendo em conta o número de torneiras, duches e de máquinas que se encontram na cozinha usufruindo de água quente. Todos estes dados necessários foram retirados da planta de Autocad que se encontra representada na Figura 3.2. No desenvolvimento deste dimensionamento não foram consideradas quaisquer obstruções, devido ao facto de estas não se verificarem de forma a influenciar a incidência da radiação solar nos coletores. Logo, a posição dos mesmos foi feita apenas de forma a haver espaço para todos os equipamentos colocados na cobertura.

Para o cálculo das necessidades de água quente sanitária, foram usadas duas folhas Excel, descritas anteriormente, “Folha de cálculo solar PSE” e “Folha de cálculo SCE.ER”. Foram ainda definidas três temperaturas da água: a temperatura de acumulação; a temperatura de rede; e a temperatura pretendida no consumo:

$$\left\{ \begin{array}{l} T_{acumulação} = 60^{\circ}\text{C} \\ T_{Rede} = 10^{\circ}\text{C} \\ T_{Consumo} = 45^{\circ}\text{C} \end{array} \right.$$

Na primeira folha de cálculo, foi feita uma distribuição do número de torneiras, duches e máquinas da cozinha, de forma a obter o volume total de água necessária, para cumprir com as necessidades exigidas. Esta distribuição esta representada na Figura 4.8.

	nº	$V_{45^{\circ}\text{C}}$ [l]	=	V_{total} 40°C [l]	
Nº torneiras	22	x 40	=	880	
				+	
Nº de duches	4	x 150	=	600	
				+	
Cozinha	2	x 300	=	600	
				=	m^3
Total				2080	2,08

Figura 4.8-Cálculo do volume de água quente (Folha PSE)

Para este cálculo definiu-se um volume diário de 40 l para cada torneira, um volume de 150 l para cada chuveiro e um volume de 300 l para a cozinha. Estes valores, multiplicaram-se pelo número de cada componente e obteve-se o volume total de 2.08 m^3 optando-se por escolher dois depósitos de 1000 l, contendo a água proveniente da rede. Cada depósito será composto por uma serpentina, onde circula o fluido vindo dos coletores provocando o aquecimento da água que se encontra no depósito. Este fluido é composto por 85% água e 15% anticongelante. Quanto ao valor de anticongelante foi escolhido o valor mínimo devido as condições climáticas da zona em que se insere o edifício. Com o valor total de água quente foi feita uma distribuição percentualmente por cada hora do dia, considerando que de segunda a sexta o consumo por hora é o mesmo. Essa distribuição de consumo está representada na Figura 4.9.



Figura 4.9-Distribuição do volume de água quente (Folha PSE)

Como o sistema solar térmico está dependente das condições de radiação solar disponíveis, será ainda dimensionado um sistema convencional de apoio, como complemento para a produção de AQS. Este sistema, quando a energia solar não estiver disponível ou for insuficiente, irá efetuar o aquecimento da água, por intermédio de uma bomba de calor do sistema de aquecimento, associado a um dos depósitos de acumulação. O apoio funciona, assim, somente como complemento ao sistema solar térmico, completando o aquecimento de água do depósito e assegurando o fornecimento de AQS, independentemente da radiação solar disponível, sem interrupções nem oscilações da temperatura de conforto para os utilizadores. A ativação deste sistema de apoio é feita através de uma central de controlo que recebe a informação da sonda de temperatura e, se não for possível atingir a temperatura pretendida, a central de controlo ativa o sistema de apoio. O cálculo da potência do sistema de apoio tem em conta diversos fatores, com principal destaque para o período de ponta e o período de pré aquecimento. Com este propósito efetua-se a média entre a temperatura da água de consumo e a temperatura da água na rede. A temperatura média resultante destas duas foi 28°C. Esta utilizou-se para encontrar a massa volúmica e o calor específico da água a essa temperatura. Como tal, a partir da seguinte fórmula, foi efetuado o cálculo da potência do sistema de apoio.

$$Pot = \frac{\rho_{28} \times Vol_{AQSmax}}{\Delta t_{ponta} + \Delta t_{pré}} \times c_{p_{28}} \times \Delta T \quad (3)$$

Assim, substituindo pelos valores correspondentes, obtemos o seguinte resultado:

$$Pot = \frac{996,5 \times 2,08}{(2+3) \times 3600} \times 4,178 \times 28 = 17 \text{ kW} \quad (4)$$

Usando agora a folha de cálculo “Folha de cálculo SCE.ER”, foi realizada a escolha do número de painéis necessários a cumprir com as necessidades existentes. Esta escolha teve em conta fatores como: a posição vertical e inclinação de 35° dos painéis; a orientação a sul; o diâmetro da tubagem de 40 mm; e o perfil de utilização de água quente igual ao representado na Figura 4.9. O grande objetivo é que o número de painéis escolhidos atenda a condição de que a percentagem de fração solar seja superior a 50 % e que as necessidades satisfeitas por via solar sejam maiores do que as necessidades

satisfeitas via do sistema de apoio. Neste caso, foram escolhidos 22 painéis, através dos quais se obteve as seguintes necessidades e rendimento:

$$\text{Energia útil solicitada} = 22\,090\text{kWh} \left\{ \begin{array}{l} \text{Satisfeita por energia solar} = 12\,944\text{ kWh} \\ \text{Satisfeita pelo apoio} = 9065\text{ kWh} \\ \text{Rendimento} = 63\% \end{array} \right.$$

De acordo com o número de painéis selecionados, foram escolhidas 3 filas, duas com 7 painéis e uma terceira com 8, sendo que a distância entre cada fila de painéis é de 4.08 m, de forma a não provocar sombreamento entre as filas e a obter o máximo rendimento solar. Fez-se também o dimensionamento da bomba de circulação e do dissipador de calor. A bomba de circulação vai permitir a circulação do fluido, juntamente com o anticongelante, enquanto que o dissipador de calor evita situações de sobreaquecimento da instalação, nomeadamente no verão, em que a radiação solar incidente é maior e os consumos podem ser inferiores aos pressupostos do projeto. Evita também as altas pressões decorrentes e a ebulição e separação da água e glicol, prejudiciais à instalação. Assim, sabendo que temos 22 painéis e que o caudal associado a cada painel é 50 l/h, através da fórmula $Q = 0,05 \times 22$ vamos obter como necessidades da bomba de circulação $1,1\text{ m}^3/\text{h}$. Para o dissipador de calor, o dimensionamento foi feito recorrendo a mesma metodologia.

Após o dimensionamento da bomba de circulação e do dissipador de calor, procedeu-se ao dimensionamento dos vasos de expansão que vão estar ligados aos dois depósitos de 1000 l e ao sistema de apoio. Os vasos de expansão são dispositivos destinados a compensar o aumento do volume de água provocado pela subida de temperatura sendo o seu dimensionamento é feito a partir das seguintes fórmulas:

$$n = 0,31 + 3,9 \times 10^{-4} t_m^2 \quad (5)$$

$$e = \frac{n}{100} \quad (6)$$

$$V_v = \frac{e \times C}{1 - \frac{(P_i + 1)}{(P_f + 1)}} \quad (7)$$

Para o caso dos vasos de expansão ligados aos dois depósitos de 1000 l, considerando uma temperatura máxima admissível de 90°C, uma pressão de pré-carga do vaso de 1,5 bar e uma pressão máxima de teste de 3 bar, obteve-se a seguinte capacidade do vaso de expansão de 92,5 l.

Para o vaso de expansão que vai estar ligado ao sistema de apoio, considerando uma capacidade de 220 l, uma temperatura máxima admissível de 65°C, uma pressão de pré-carga do vaso de 1,5 bar e uma pressão máxima de teste de 3 bar, obteve-se um volume de 12 l.

Dimensionou-se, ainda, um vaso de expansão que se liga à bomba que se situa no sistema primário, entre os painéis e o depósito. Para o dimensionamento desse vaso de expansão foi necessário saber o volume de água que passa pela bomba de circulação. Com esse propósito, foi realizada uma medição total da tubagem (Avanço + Retorno), sabendo que o diâmetro usado no sistema primário é de 40 mm, obteve-se o volume de água de 196 litros. Posteriormente calculou-se o valor da capacidade do vaso de expansão pretendido. Assim, para o volume de água que passa pela bomba, usou-se a seguinte fórmula:

$$V = \pi \times r^2 \times L_{tubagem} \quad (8)$$

Considerando um comprimento de tubagem de 156m e um raio de 0,02 obteve-se um volume de 196 l. Considerando ainda o valor do volume do absorvedor dos painéis de 0,96, multiplicou-se o mesmo pelo número de painéis e somou-se ao valor anteriormente calculado, obtendo um volume total de 217 l.

Assim, sabendo o valor do volume que passa na bomba, que na equação de cálculo do vaso de expansão, é a incógnita C, considerando uma temperatura máxima admissível de 160°C, uma pressão de pré-carga do vaso de 1,5 bar e uma pressão máxima de teste de 3 bar obteve-se o seguinte volume do vaso de expansão obteve-se um volume do vaso de expansão de 60 l.

Quanto à bomba de recirculação optou-se por instalar a mesma na zona de recirculação entre depósitos que tem como função principal, caso não haja consumo,

evitar que haja sobrecarga dos depósitos e diminuir o tempo de reaquecimento dos mesmos, e para a sua escolha teve-se em conta o caudal máximo do depósito cujo valor é $2,487 \text{ m}^3/\text{h}$. Para o correto funcionamento do circuito foram tidas em conta a utilização de válvulas e de outros dispositivos que estão apresentados na Tabela 4.9.

Tabela 4.9-Dispositivos usados na circuito AQS

53 Válvulas de seccionamento	10 Manómetros
10 Válvulas de retenção	10 Juntas anti-vibrável
4 Válvulas reguladoras de caudal(Tipo TA)	4 Pressostatos
9 Válvulas de segurança	1 Válvula redutora de pressão
4 Filtros de água	10 Funil de esgoto sifonado
4 Sensores de Fluxo	7 Termómetros
1 Filtro de polifosfatos	

Para a instalação foram escolhidas duas zonas para colocação dos equipamentos: cobertura plana e instalações técnicas .Na cobertura plana foram colocados o dissipador de calor, a bomba de calor e os 22 coletores. Nas instalações técnicas foram colocados os dois depósitos, os vasos de expansão, a bomba de circulação, a bomba de recirculação e ainda a central de controlo. A ligação entre as instalações técnicas e a cobertura é feita através de tubagem, tendo o tipo de tubagem e seu diâmetro sido escolhido de acordo com a zona onde se insere. A tubagem, quer seja no exterior quer seja no interior, deverá estar isolada termicamente com espuma de borracha do tipo Armaflex, sendo ainda necessário adicionar uma chapa metálica à tubagem que se encontra no exterior, de forma a evitar possíveis corrosões devido ao contacto com este meio. Foi considerada ainda uma perda de carga no valor de 20 mm.c.a/m . A tubagem deve estar identificada através de marcas pintadas, indicando o sentido do fluxo da água, o circuito a que pertence, a unidade a que se destina e, ainda, se é de alimentação ou de retorno. A Tabela 4.10 lista a tubagem necessária, troço, diâmetro e comprimento:

Tabela 4.10-Informação sobre tubagem AQS

	Material	L(m)	D(mm)
Painéis-Depósito (Teto falso)	Cobre	101	40
Bomba de calor-Depósito (Teto falso)	Ferro Preto	101	50
Dissipador de calor-Bomba de circulação (Teto falso)	Cobre	101	40
Painéis-Depósito (Exterior)	Cobre	52	40
Bomba de calor-Depósito (Exterior)	Ferro Preto	22	50
Dissipador de calor-Bomba de circulação (Exterior)	Cobre	15	40

Tudo o que foi descrito e dimensionado anteriormente, está no esquema de principio apresentado no Anexo C.

4.7. Classificação Energética

Neste subcapítulo é abordado o cálculo do certificado energético que contempla o contributo de tudo o que elaborámos no presente projeto: orientação do edifício; e soluções construtivas (paredes, coberturas, pavimento, pontes térmicas lineares e envidraçados). Este certificado foi gerado através do programa Cype Recs e atenta tudo o que foi calculado nos programas anteriormente usados.

Para se determinar uma classe energética é preciso ter em conta dois indicadores de eficiência energética, que são:

IEE_{pr}: Indicador de Eficiência Energética previsto

IEE_{ref}: Indicador de Eficiência Energética de referência

Estes dois indicadores dividem-se em indicadores distintos que são:

IEE_{ref,S}: Indicador de Eficiência de Referência associado aos consumos do tipo S.

IEE_{ref,T}: Indicador de Eficiência de Referência associado aos consumos do tipo T.

IEE_{pr,S}: Indicador de Eficiência Previsto associado aos consumos do tipo S.

IEE_{pr,T}: Indicador de Eficiência Previsto associado aos consumos do tipo T.

IEE_{pr,REN}: Indicador de Eficiência Previsto associado à produção de energia elétrica e térmica a partir de fontes de energias renováveis.

E que resultam nas seguintes equações:

$$IEE_{pr} = IEE_{pr,S} + IEE_{pr,T} + IEE_{pr,REN} \quad (9)$$

$$IEE_{ref} = IEE_{ref,S} + IEE_{ref,T} \quad (10)$$

A Figura 4.10, apresenta os valores dos indicadores de eficiência previstos, calculados a partir do programa Cype Recs :

	Fonte de energia	Consumo (kWh/ano)	Fpu	Consumo EP (kWh/ano)	Emissões de CO ₂ (toneladas/ano)	IEE (kWh/m ² ·ano)	IEE (kWh/m ² ·ano)
IEE_{pr} = 252.50 kWh/m²·ano							
Área interior útil de pavimento = 1052.67 m							
	Aquecimento	Electricidade 1284.07	2.5	3210.18	0.46	3.05	
	Arrefecimento	Electricidade 14412.83	2.5	36032.07	5.19	34.23	
	Ventilação em sistemas de climatização						
	Bombagem em sistemas de climatização						
IEE_{pr,S}	AQS	Electricidade 3271.59	2.5	8178.99	1.18	7.77	256.86
	Aquecimento de piscinas	Electricidade --	2.5	--	--	--	
	Iluminação interior	Electricidade 89185.19	2.5	222962.97	32.11	211.81	
	Iluminação exterior	Electricidade --	2.5	--	--	--	
	Elevadores, escadas e tapetes rolantes	Electricidade --	2.5	--	--	--	
	Ventilação e bombagem não associada ao controlo de carga térmica	Electricidade 37.02	2.5	92.55	0.01	0.09	
IEE_{pr,T}	Equipamentos de frio	Electricidade 86.40	2.5	216.00	0.03	0.21	0.31
	Iluminação dedicada e de utilização pontual	Electricidade --	2.5	--	--	--	
	Equipamentos e sistemas não incluídos em IEES	Electricidade 6.00	2.5	15.00	0.00	0.01	
IEE_{ren}	Energia eléctrica	Renovável --	--	--	--	--	4.66
	Energia térmica	Renovável 4907.39	1.0	4907.39	--	4.66	

Figura 4.10-Indicadores de eficiência previstos (Cype Recs)

Assim, usando a equação (20), é possível calcular o valor do indicador de eficiência previsto:

$$IEE_{pr} = 256,85 + 0,31 + 4,66 \quad (11)$$

$$IEE_{pr} = 252,50 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \quad (12)$$

Quanto aos valores dos indicadores de eficiência de referência, também calculados no Cype Recs, estão representados na Figura 4.11:

	Fonte de energia	Consumo (kWh/ano)	Fpu	Consumo EP (kWh/ano)	Emissões de CO ₂ (toneladas/ano)	IEE (kWh/m ² ·ano)	
IEE_{ref,T}	Ventilação e bombagem não associada ao controle de carga térmica	Electricidade 37.02	2.5	92.55	0.01	0.09	
	Equipamentos de frio	Electricidade 86.40	2.5	216.00	0.03	0.21	0.31
	Iluminação dedicada e de utilização pontual	Electricidade --	2.5	--	--	--	
	Equipamentos e sistemas não incluídos em IEES	Electricidade 6.00	2.5	15.00	0.00	0.01	
IEE_{ref,S}	Aquecimento	Electricidade 2545.23	2.5	6363.07	0.92	6.04	
	Arrefecimento	Electricidade 11973.81	2.5	29934.52	4.31	28.44	
	Ventilação em sistemas de climatização	Electricidade 43971.00	2.5	109927.49	15.83	104.43	
	Bombagem em sistemas de climatização						
	AQS	Electricidade 14167.17	2.5	35417.94	5.10	33.65	384.36
	Aquecimento de piscinas	Electricidade --	2.5	--	--	--	
	Iluminação interior	Electricidade 89185.19	2.5	222962.97	32.11	211.81	
	Iluminação exterior	Electricidade --	2.5	--	--	--	
	Elevadores, escadas e tapetes rolantes	Electricidade --	2.5	--	--	--	

Figura 4.11-Indicadores de eficiência de referência (Cype Recs)

Assim, usando a equação (21), é possível calcular o valor do indicador de eficiência de referência:

$$IEE_{ref} = 384.36 + 0.31 \quad (13)$$

$$IEE_{ref} = 384.67 kWh/m.ano \quad (14)$$

Para edifícios de comércio e serviços novos, é necessário que o indicador de eficiência energética previsto seja menor do que o indicador de eficiência energética de referência, o que com os valores calculados anteriormente:

$$IEE_{pr} = 252,50 kWh/m.ano \leq IEE_{ref} = 384.67 kWh/m.ano$$

Verificada a condição anterior é possível efetuar o calculo do “Rácio de classe energética”. Este calculo é feito através da seguinte fórmula:

$$R_{IEE} = \frac{(IEE_{pr,S} - IEE_{REN})}{IEE_{ref,S}} \quad (15)$$

Assim:

$$R_{IEE} = \frac{(256.86 - 4.66)}{384.36} \times 100\% \quad (16)$$

$$R_{IEE} = 65,6\% \quad (17)$$

Com o resultado obtido, a partir da Figura 4.12, é possível observar que a classe energética atribuída pelo programa ao Centro Escolar, se encontra a cima do limite mínimo obrigatório (B-):

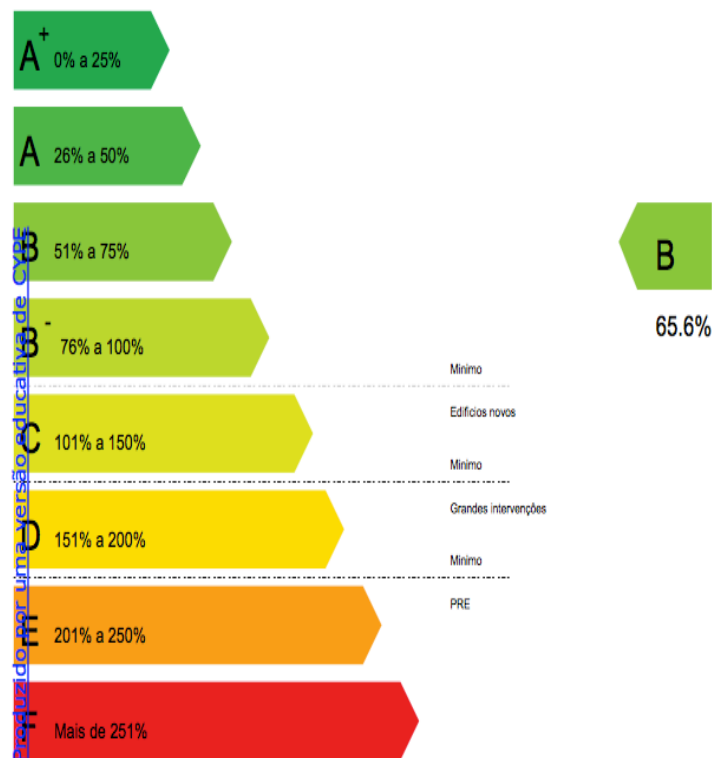


Figura 4.12-Resultados de certificação energética (Cype Recs)

Independentemente de estar bem classificado energeticamente, é possível ainda, adotar algumas medidas de melhoria para conseguir aproximar ou alcançar a classificação A. Estas medidas passam por melhorar a componente ativa, a passiva e o recurso das energias renováveis. Quanto à componente passiva, que tem em vista uma melhoria das condições de conforto, esta envolve a orientação e a radiação solar, a composição de

paredes, coberturas e pavimentos e, ainda, o tipo de envidraçado. Em relação a esta componente nada mais se pode melhorar visto que o edifício está corretamente orientado, as paredes, coberturas e pavimentos já se encontram bem constituídos, incluindo isolamento, e os vãos envidraçados são do tipo vidro duplo. A componente ativa, tem em vista uma redução dos consumos de energia, envolvendo uma melhoria das eficiências de eventuais equipamentos e uma melhoria do seu controlo, gestão e a manutenção. Esta última poderá ser melhorada com uma eventual substituição de equipamentos com uma melhor eficiência, que possam vir a existir. Quanto ao uso de Energias Renováveis, independentemente de se usar já painéis solares para o aproveitamento da energia solar, existe a hipótese da escolha de painéis fotovoltaicos para autoconsumo, aproveitando a energia solar transformando-a em energia elétrica.

4.8. Limitações do programa CYPE

Concluindo a utilização do programa de cálculo Cype, este subcapítulo tem como objetivo, abordar as limitações que foram encontradas ao longo da realização do projeto.

Como foi referido no início, foi disponibilizada uma planta Autocad contendo toda a composição do Centro Escolar, como está representada na Figura 3.2. No entanto, ao iniciar o projeto, não foi possível importar o ficheiro CAD para o programa IFC BUILDER, o que implicou ter de fazer as medições da escola no Autocad e desenhar a modelação 3D no programa.

Como segunda limitação, que considero a mais importante, é o facto do Cype não conter o ficheiro climático da zona em que se situa a escola. Inicialmente, através de uma folha de calculo fornecida pelo Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), foi possível exportar um ficheiro que contém as variações de temperatura ao longo do ano na zona de Famalicão, Nazaré. No entanto, no Cype Loads, programa onde se calculam as potências térmicas, não foi possível importar esse ficheiro, tendo sido escolhida a opção de zona climática “ Lisboa/Portela”. A impossibilidade de usar o ficheiro climático correto pode ter tido influência no cálculo das potências térmicas. No entanto, o programa Cype Recs reconhece o ficheiro extraído pela folha de cálculo da LNEG, o que ajudou a um correto cálculo do Certificado, dentro das limitações encontradas anteriormente.

Por fim, tendo deixado para último o dimensionamento de AQS, surgiu a impossibilidade de não poder incluir tudo o que constitui o sistema de águas quentes sanitárias. Este problema surgiu devido ao facto de ter iniciado o presente projeto no IFC BUILDER e não no Cype MEP, programa que inclui o dimensionamento e desenho do sistema AQS e que exige que seja feita, novamente, a modelação 2D, não possibilitando a importação da que foi feita no programa inicial. No entanto, o programa Cype RECS, permite incluir as potências dos equipamentos que vão ter influência no cálculo do certificado.

Apesar das limitações apresentadas anteriormente, desenvolver as competências para trabalhar no software Cype, permitiu-me adquirir aptidões no dimensionamento de sistemas de AVAC, que anteriormente não possuía.

5. SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Neste capítulo, apresentam-se todos os equipamentos escolhidos para o sistema de AVAC e AQS, e as suas características principais, podendo ser consultadas nos anexos algumas das fichas técnicas.

5.1. Equipamentos AQS

De acordo com tudo o que foi feito e dimensionado no subcapítulo 4.6, o presente tem como foco principal a seleção do equipamento.

5.1.1. Vasos de expansão

Como os cálculos anteriores demonstraram, os vasos de expansão estarão ligados aos depósitos e, consultando o catálogo da marca MECALIA, foram selecionados dois vasos de expansão de capacidade 100 l, tendo em conta uma temperatura máxima do depósito de 90°C. Dentro do modelo escolhido, foi ainda selecionado mais um depósito que se encontra ligado ao sistema de apoio. Para a sua escolha, teve-se em conta a gama de temperaturas a que trabalha a bomba de calor representativa do sistema, tendo como gama as temperaturas de 45°C e 50°C. Assim, os vasos de expansão escolhidos estão representados na Figura 5.1.


Vasos de expansão	
Modelo: 2x DP/VRV 100 l ; 1x DP/VR 12l	
<p>Pressão máxima de serviço: 8 bar ; Pressão de pré-carga: 1,5 bar. ; Temperaturas de operação: -10 °C a 100 °C ; Temperatura máx. no diafragma: 100 °C ; Percentagem máxima de glicol: 50%. ; Conexão de 3/4" para os modelos de 8L a 50 L, ; 1" para os modelos de 80L a 300L e de 1 1/4" para modelo de 500L.</p>	
	

Figura 5.1-Vasos de expansão (DP/VRV 100l e 12l) selecionado (Mecalia)

Foi ainda dimensionado o vaso de expansão que vai estar ligado à bomba de circulação que se encontra ligada aos painéis solares. Para este dimensionamento foi tida em conta a temperatura máxima de serviço da bomba que é de 160°C e ainda o volume do absorvedor dos painéis. Assim, consultando novamente o catálogo da MECALIA, o vaso de expansão selecionado está representado na Figura 5.2. A ficha técnica dos vasos de expansão referidos anteriormente estão representada na Figura 0.12 do Anexo A.

Vasos de expansão	
Modelo: DP/VSV 80 l	
<p>Pressão máxima de serviço: 8 bar ; Pressão de pré-carga: 1,5 bar ; Temperaturas de operação: -10 °C a 100 °C ; Temperatura máx. no diafragma: 100 °C ; Percentagem máxima de glicol: 50% . ; Conexão de 3/4" para os modelos de 8L a 50 L, ; 1" para os modelos de 80L a 300L e de 1 1/4" para modelo de 500L.</p>	
	

Figura 5.2-Vaso de expansão (DP/VSV 80 l) selecionado (Mecalia)

5.1.2. Depósitos

De acordo com os cálculos que foram efetuados através da folha de Excel “ Folha de cálculo sola PSE” em que se obteve um volume de água quente de 2,08 m³, optou-se por selecionar dois depósitos de 1000 l com serpentina simples. Nesta seleção, para além do volume, teve-se igualmente em conta a temperatura que se pretende da água que sai do depósito, considerando 60°C. Assim sendo, foi feita a seleção através do catálogo da marca BUDERUS, selecionando dois depósitos iguais como representa a Figura 5.3 e a sua ficha técnica esta representada na Figura 0.13 do Anexo A.


Depósitos	
Modelo: Logalux Série SU/5	
<p>Capacidade=1000 l Peso= 292 kg ; Diâmetro= 1070 mm Altura = 1920 m</p>	
	

Figura 5.3-Depósito de 1000 l selecionado(Buderus)

5.1.3. Dissipador de calor

Para a seleção do dissipador de calor, foi tido em conta o caudal total debitado pela quantidade total dos painéis. Sendo esse caudal 1,1 m³/h, consultando o catálogo da BUDERUS, o dissipador de calor escolhido esta representado na Figura 5.4, estando as restantes características representadas na Figura 0.17 do Anexo A.

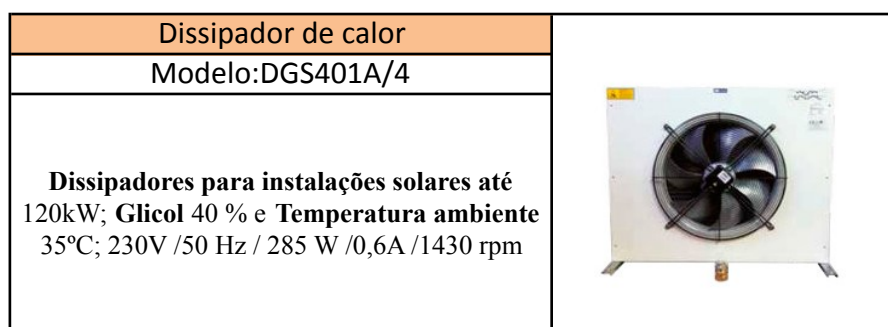


Figura 5.4-Dissipador de calor selecionado (Buderus)

5.1.4. Painéis Solares

De acordo com número de painéis escolhidos através da folha de Excel “Folha de cálculo SCE.ER”, e sabendo que o caudal nominal por painel é de 50 kg/h, através do catálogo da marca BUDERUS, o modelo dos 22 painéis que foram escolhidos é o apresentado na Figura 5.5, estando as restantes características representadas na Figura 0.16 no Anexo A.

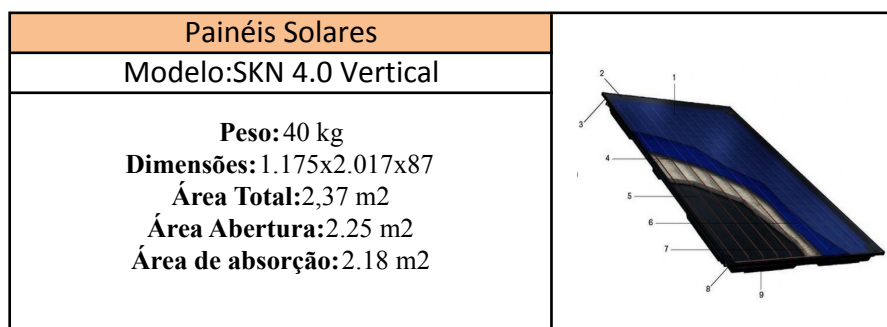


Figura 5.5-Painel solar selecionado (Buderus)

5.1.5. Bomba de Circulação e Recirculação

A bomba de recirculação é um equipamento instalado na zona de recirculação entre depósitos que tem como função principal, caso não haja consumo, evitar que haja sobrecarga dos depósitos e diminuir o tempo de reaquecimento dos mesmos enquanto que a bomba de circulação é um equipamento ligado entre os painéis e o depósito do circuito primário. Para o dimensionamento e seleção da de recirculação, foi tido em conta o caudal contínuo que sai do depósito após o seu aquecimento, tendo como valor $2,587\text{m}^3/\text{h}$. Para a de circulação foi feito da mesma forma do dissipador de calor que foi de acordo com o caudal total debitado pela totalidade dos painéis. Assim, sendo esse caudal $1,1\text{m}^3/\text{h}$ a Figura 5.6 apresenta as duas bombas que foram selecionadas através do catalogo da marca GRUNDFOS, estando as restantes características representadas na Figura 0.10 e Figura 0.11 no Anexo A.


Bomba de circulação e recirculação	
Modelo:ALPHA 2 15-40 130	
Q_{max} = 2,8 m³/h; Altura manométrica max = 6 m Pressão de funcionamento max = 10 bar ; Classe de proteção = IP 42	

Figura 5.6-Bomba de circulação e recirculação selecionada (Grundfus)

5.1.6. Bomba de Calor de apoio ao sistema de AQS

A bomba de calor é um equipamento a ser instalado no Sistema de apoio, mais precisamente ligado ao depósito. O equipamento selecionado está representado na Figura 5.7, estando as restantes características técnicas representadas na Figura 0.14 e Figura 0.15 no Anexo A.


Bomba de calor de apoio ao sistema de AQS	
Modelo:Logatherm WPL 18 AR	
Peso: 250 kg Dimensões: 1200x450x1550 Potência calorífica: 17,5 kW Potência frigorífica: 20,1 kW	

Figura 5.7-Bomba de calor selecionada (Buderus)

5.2. Equipamentos Ventilação

De acordo com o apresentado e calculado no capítulo 4.2, foi feita uma escolha de equipamentos que sejam capazes de satisfazer todas as necessidades de ventilação calculadas.

5.2.1. Unidade Tratamento de Ar (UTA'S)

Como foi referido no capítulo 4.2, foram dimensionadas duas unidades de tratamento de ar, uma para a cozinha e outra para os restantes compartimentos, de forma a não haver contaminação através dos cheiros provenientes da cozinha. Este dimensionamento foi feito pela empresa TOSHIBA e teve em conta o caudal total de insuflação e da extração e, também, o facto de se pretender que a bateria de arrefecimento arrefecesse o ar exterior até aos 25°C, e que a bateria de aquecimento aquecesse o ar a insuflar até aos 20°C. Assim, como unidades de tratamento de ar, temos os seguintes modelos apresentados na Figura 5.8 e Figura 5.9.

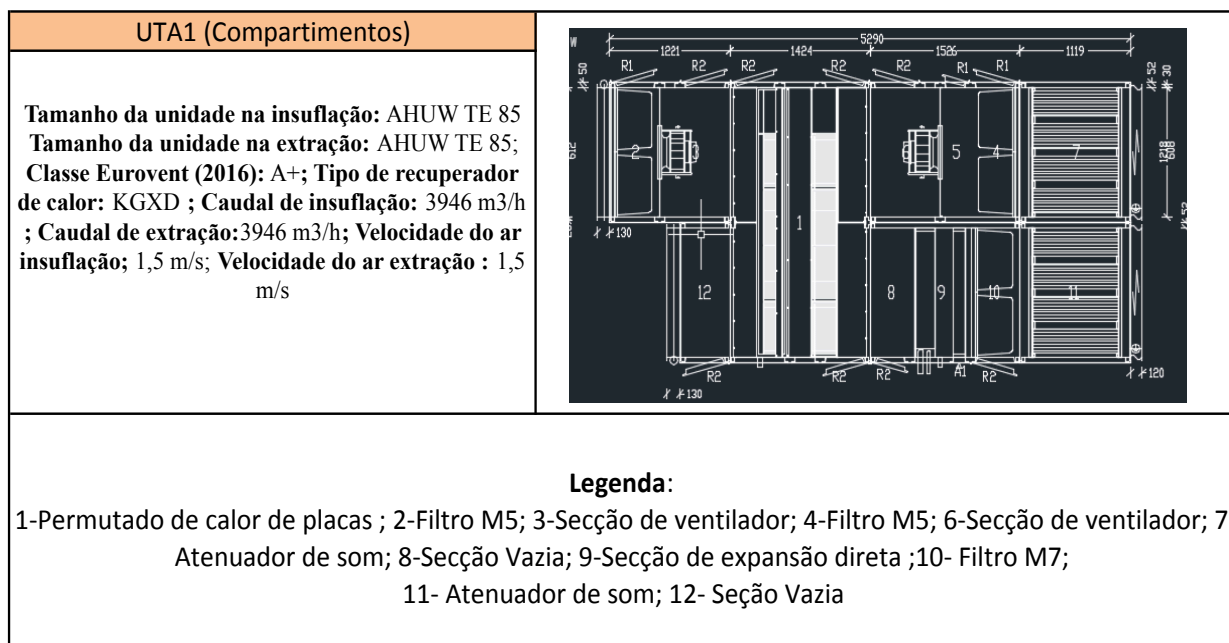


Figura 5.8-UTA 1 Dimensionada

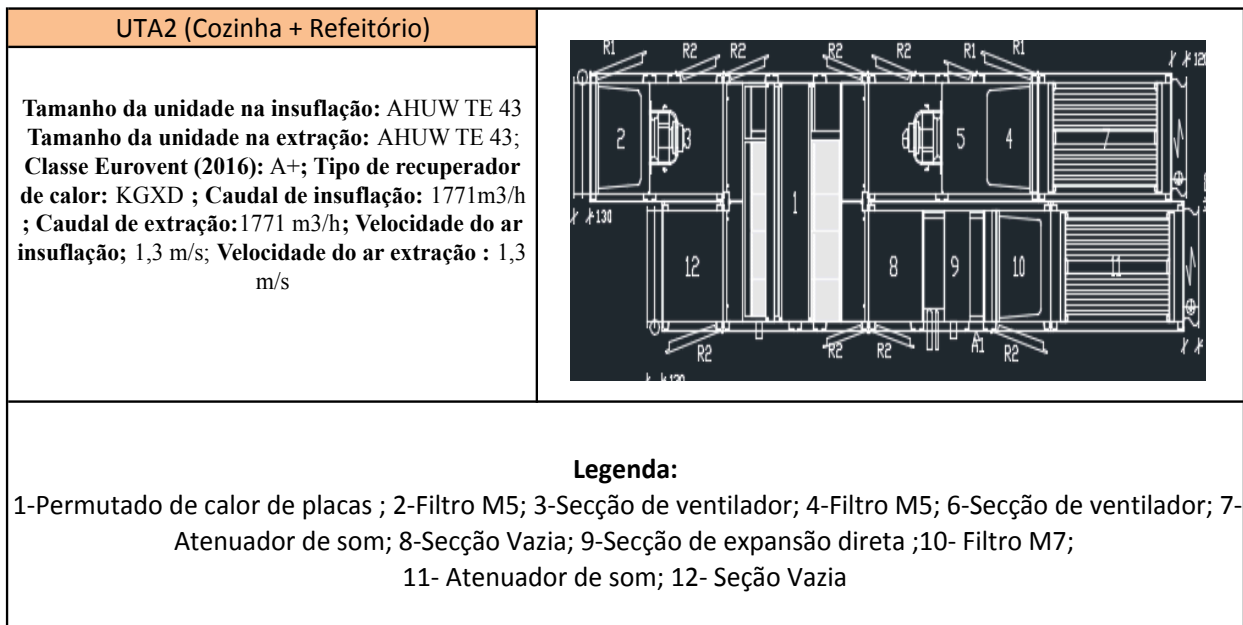


Figura 5.9-UTA 2 Dimensionada

5.2.2. Unidades Condensadoras

As unidades exteriores são os equipamentos que vão dar potência à UTA através de uma interligação elétrica e frigorífica com as baterias e respetivos kits de expansão direta instalados nas Unidades de Tratamento de Ar. Este dimensionamento foi igualmente realizado, juntamente com as UTA'S, pela empresa Toshiba. Estas unidades foram concebidas para funcionarem com o fluído R-410A, de baixo impacto ambiental e de depreciação nula da camada de ozono. Graças ao seu compressor hermético do tipo Rotativo, de câmaras duplas, de velocidade variável e comutação digital, bem como ao sofisticado sistema de controlo que as equipa, ajusta-se com precisão e rapidez às necessidades do local a climatizar, podendo funcionar, em termos standard, em Arrefecimento com temperaturas exteriores de -15° C a 46°C (Bolbo seco) e em Aquecimento com temperaturas exteriores de -20°C a 15°C (Bolbo húmido) . As unidades condensadores dimensionadas estão representadas na Figura 5.10 estando as restantes características representadas na Figura 0.8 e Figura 0.9 do Anexo A.

Unidades condensadoras UTA'S	
UTA1	
Modelo: 2x RAV-SP1404AT8-E	
Peso: 95kg ; Dimensões: 900x320x1340 ; Pressão Sonora frio/calor: 51/52 dB(A); Eficiência Nominal-EER/COP: 3,61/4,09 KW; Capacidade Nominal Calor: 14 kW; Capacidade Nominal Frio : 12,5 kW; Potência absorvida nominal frio: 3,46 kW; Potência absorvida nominal calor: 3,42 kW; Caudal de ar de rejeição: 6,18 m3/h	
UTA2	
Modelo: RAV-SP1104AT-E	
Peso: 93kg ; Dimensões: 900x320x1340 ; Pressão Sonora frio/calor: 49/50 dB(A); Eficiência Nominal-EER/COP: 4,51/4,79 KW; Capacidade Nominal Calor: 11,2 kW; Capacidade Nominal Frio : 10 kW; Potência absorvida nominal frio: 2,21 kW; Potência absorvida nominal calor: 2,34 kW; Caudal de ar de rejeição: 6,06 m3/h	

Figura 5.10-Unidade condensadora selecionada (Toshiba)

5.2.3. Grelhas de extração e insuflação

De acordo com todos os caudais de extração e insuflação apresentados no capítulo 4.2, através do catálogo da FRANCE AIR, foram selecionadas as grelhas representadas na Figura 5.11, estando as restantes características representadas a partir da Figura 0.1 do Anexo A.




Grelhas	
Tipo: Extração e Insuflação	
Modelo: GAC 10	
Extração: Quantidade=2; Q=250m³/h; Quantidade=16; Q=300m³/h Insuflação: Quantidade=2; Q=250m³/h; Quantidade=16; Q=300m³/h	
Tipo: Extração e Insuflação	
Modelo: Australe 80	
Extração: Quantidade=8; Q=60m³/h; Quantidade=23; Q=90m³/h Insuflação: Quantidade=1; Q=60m³/h	
Modelo: Australe 125	
Extração: Quantidade=2; Q=145m³/h Insuflação: Quantidade=2; Q=145m³/h	
Tipo: Insuflação- Grelhas de porta	
Modelo: GAV ² 91	
Q=270m³/h; Dimensões: 400x200; Quantidade:2 Q=90m³/h; Dimensões: 300x150; Quantidade: 4 Q=90m³/h; Dimensões: 300x125; Quantidade: 4 Q=180m³/h; Dimensões: 500x300; Quantidade: 2	

Figura 5.11-Grelhas selecionadas (France Air)

5.2.4. Ventiladores

Os equipamentos que foram selecionados, são os ventiladores que vão estar a realizar a extração das casas de banho, balneários, hotte da cozinha e de todos os compartimentos em que se realize apenas a extração, estando as restantes características representadas a partir da Figura 0.5 do Anexo A.


Ventilador de porta (Zona Lixos)	
Modelo: Energy 100T	
Q_{max} = 90m³/h; Dilatação=9 9mm Potência Consumida= 17 W Peso= 0,54kg Nível Sonoro= 35 dB(A)	
	

Figura 5.12-Ventilador de porta selecionado para a zona dos lixos (France Air)


Ventilador hotte	
Modelo: Simoun 630	
Q_{máx} =11500m ³ /h Potência =1,10kW Intensidade nominal =3,59	

Figura 5.13-Ventilador Hotte selecionado (France Air)


Ventilador WC	
Modelo: CanalFast	
Modelo: CanalFast 200 Q =540m ³ /h; Perdas de carga =39,4Pa; D =197mm Necessário kit Ligação à conduta	
Modelo: CanalFast125S Q =180m ³ /h; Perdas de carga =23,5Pa; D =123mm Necessário kit de ligação à conduta	
Modelo: CanalFast250 Q =990m ³ /h; Perdas de carga =300Pa; D =237mm Necessário kit de ligação à conduta	
Modelo: CanalFast100 Q =360m ³ /h; Perdas de carga =38Pa; D =158mm Necessário kit de ligação à conduta	
Modelo: CanalFast125 Q =118,8m ³ /h; Perdas de carga =11Pa; D =123mm Necessário kit de ligação à conduta	
Modelo: CanalFast160 Q =241,2m ³ /h; Perdas de carga =44 Pa; D =180mm Necessário kit de ligação à conduta	

Figura 5.14- Ventilador selecionado WC (France Air)

5.3. Equipamento Climatização

De acordo com as potências térmicas calculadas, foi feita uma seleção de um sistema de climatização da Toshiba no programa Cype Hvac. Como já foi referido anteriormente, o sistema escolhido foi um sistema VRF, tendo uma unidade exterior a alimentar as unidades interiores escolhidas. Assim, os equipamentos escolhidos foram os seguintes:

5.3.1. Unidade exterior

As unidades exteriores dos sistemas de VRF são da marca TOSHIBA, da série SMMS-*e* (Super Modular Multi System - *evolução*), do tipo expansão direta da série Inverter, reversível (Bomba de Calor), própria para a montagem no exterior.

Esta Unidade Modular de 4 compressores Inverter, é constituída pela associação, no mesmo sistema frigorífico, de 2 unidades base do sistema SMMS-*e*, cada uma com 2 compressores inverter, com sistema de equalização e recuperação de óleo, entre módulos base e, com rotatividade entre os 4 compressores.

Cada um dos módulos que constituem esta unidade, está fisicamente dividido em duas partes distintas e isoladas uma da outra. A parte superior, constituída pela serpentina permutadora de 4 faces e respetivo ventilador constitui a zona de permuta e, a parte inferior totalmente fechada constitui a zona técnica, onde se encontram encerrados os 2 compressores inverter e os restantes componentes elétricos e mecânicos da unidade. Esta característica possibilita o funcionamento a baixos níveis de ruído, uma vez que os compressores ficam totalmente encerrados na caixa da zona técnica. Assim, a Figura 5.14 representa a unidade exterior selecionada, estando as restantes características representadas na Tabela 0.1 do Anexo A.


Unidade exterior VRF	
Modelo: MMY-AP3416HT8P-E	
Combinação de unidades: MMY-MAP1806HT8P-E(1) e MMY-AP1606HT8P-E(2) Peso: 371kg Capacidade de arrefecimento: 95,4kW; Capacidade de aquecimento: 106 kW; Potencia nominal de arrefecimento: 28,9kW; Potencia nominal de aquecimento: 27 kW; Potência ventilador (1): 2kW; Potência ventilador (2): 1kW Potência compressor (1): 2x6,5 kW; Potência compressor (2): 2x5,8 kW	
	

Figura 5.15-Unidade exterior selecionada (Toshiba)

5.3.2. Unidades interiores (VRF)

As unidades interiores são da gama SMMS da marca TOSHIBA, modelo MMU-AP_H, de Caudal de Refrigerante Variável (VRF), do tipo expansão direta, da série Inverter, reversível (Bomba de Calor), tipo cassete de 4 vias (90 x 90 cm), própria para montagem interior, encastrada em teto falso, no local assinalado nas peças desenhadas.

São dotadas de permutador Fluido Refrigerante/Ar em tubo de cobre alhetado a alumínio, otimizado para funcionar com o gás refrigerante R410A de baixo impacto ambiental e depreciação nula da camada de ozono, ventilado por ventiladores do tipo centrífugo, acoplados a motor elétrico de três velocidades acessíveis de funcionamento, eletricamente protegido e dotada de filtro de ar do tipo lavável e bomba de elevação de condensados. O painel decorativo (Grelha), de 90 x 90 cm, é de 4 vias de insuflação periférica e retorno central, modelo RBC-U31PGPWE. Graças à função de oscilação (*auto-swing*) desta grelha, é possível promover a variação automática da direção de insuflação do ar ou a sua fixação na direção pretendida, para cada uma das 4 vias de insuflação, independentemente. Assim, o equipamento selecionado esta apresentado na figura 5.16, estando as restantes características representadas na Figura 0.18 do Anexo A.


Unidade interior VRF(Cassete)	
<p>Modelo: MMU-AP0124HP1-E Quantidade:6;Peso:20kg; Dgás:9,5mm; Dliquido:6,4mm; Intensidade de arranque:0,30A; Intensidade funcionamento:0,23; Capacidade nominal Frio/Quente:3,6/4 kW; Ddrenagem=25mm Pressão sonora(Baixa/Média/Alta):30/29/27 dB(A)</p> <p>Modelo: MMU-AP0154HP1-E Quantidade:9; Peso:20kg; Dgás:12,7mm; Dliquido:6,4mm; Intensidade de arranque:0,33A; Intensidadede funcionamento:0,27A; Capacidade nominal Frio/Quente:4,5/5 kW; Ddrenagem=25mm Pressão sonora(Baixa/Média/Alta):31/29/27 dB(A)</p> <p>Modelo: MMU-AP0184HP1-E Quantidade:6; Peso:20kg; Dgás:12,7mm; Dliquido:6,4mm; Intensidade de arranque:0,33A; Intensidade funcionamento:0,27A; Capacidade nominal Frio/Quente:5,6/6,3kW; Ddrenagem=25mm Pressão sonora(Baixa/Média/Alta):32/29/27 dB(A)</p>	

Figura 5.16-Unidade interior do tipo cassete selecionada(Toshiba)

5.3.3. Unidades interiores (Tipo Mural)

Este tipo de unidades interiores são da gama SMMS da marca TOSHIBA, modelo MMK-AP_7HP, de Caudal de Refrigerante Variável (VRF), do tipo expansão direta, da série Inverter, reversível (Bomba de Calor), do tipo mural, própria para montagem interior, na parede.

São dotadas de permutador Fluido Refrigerante/Ar em tubo de cobre alhetado a alumínio, otimizado para funcionar com gás refrigerante R-410A de baixo impacto ambiental e depreciação nula da camada de ozono, ventilado por ventilador do tipo centrífugo tangencial, acoplado a motor elétrico de cinco velocidades acessíveis de funcionamento, eletricamente protegido e dotada de filtro de ar do tipo lavável. Graças à função de oscilação (auto-*swing*), é possível promover a variação automática da direção de insuflação do ar ou a sua fixação na direção pretendida. Assim, a Figura 5.16 apresenta o equipamento selecionado, estando as restantes características apresentadas na Figura 0.19 do Anexo A.


Unidade interior VRF(Parede)	
<p>Modelo:MMK-AP0057HP-E Quantidade:2;Peso:11kg;Dgás:9,5mm;Dliquido:6,4mm;Intensidade de arranque:0,19A;Intensidade funcionamento:0,15; Capacidade nominal Frio/Quente:1,7/1,9kW; Ddrenagem=25mm Pressão sonora(Baixa/Média/Alta):33/29/25dB(A)</p> <p>Modelo:MMK-AP0077HP-E Quantidade: 1;Peso: 11kg;Dgás:9,5mm;Dliquido:6,4mm;Intensidade de arranque:0,19A;Intensidade funcionamento:0,15; Capacidade nominal Frio/Quente:2,2/2,5kW; Ddrenagem=25mm Pressão sonora(Baixa/Média/Alta):35/30/25dB(A)</p>	

Figura 5.17-Unidade interior do tipo parede selecionada (Toshiba)

Concluindo este capítulo, no Anexo C , estão representados , detalhadamente os orçamentos de todos os equipamentos e acessórios usados quer no sistema de AVAC quer no sistema AQS. Na Tabela 5.1 está representado , de uma forma global, o orçamento total de ambos os sistemas :

Tabela 5.1- Orçamento total dos sistemas de AVAC e AQS

Sistema	Preço (€)
AVAC	169 067,3 €
AQS	40 448,2 €

6. CONCLUSÃO

Este projeto centrou-se no dimensionamento de um Sistema de Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado (AVAC) e de Águas Quentes Sanitárias (AQS) de forma a garantir as necessidades, o conforto interior e a eficiência energética do edifício em estudo. O dimensionamento de ambos os sistemas foi efetuado com recurso às soluções construtivas disponibilizadas, ao *software* AutoCad, a folhas de cálculo e a programas que integram o programa Cype, fabricado pelo Cype Ingenieros.

Ao longo da realização do projeto foram encontradas algumas limitações, principalmente associadas ao programa CYPE, tendo sido ultrapassadas, nunca deixando que influenciasse o dimensionamento dos sistemas desejados. Quanto à ventilação do edifício, foi realizado um desenho de condutas, dimensionamento de grelhas, ventiladores e UTA'S, de forma a que fossem cumpridas a extração e insuflação de ar, calculadas através das folhas de cálculo “ LNEC-Método Analítico” e “ Cálculo IS_QAN”, contemplando toda a legislação em vigor. Com a ventilação concluída, passou-se à fase de dimensionamento do sistema de climatização mais adequado, tendo tido como primeira etapa, no programa Cype Loads, o cálculo das potências térmicas e, após o mesmo, a escolha do sistema mais adequado de forma a cumprir os requisitos térmicos. Essa escolha passou por um sistema de VRF com uma unidade exterior ligada a inúmeras unidades interiores.

Para o dimensionamento do sistema de AQS, recorreu-se inicialmente à “ Folha de Calculo Solar PSE”, calculou-se o volume de água quente necessário de acordo com o número de torneiras, máquinas e duches. De seguida, calculou-se a potência do sistema de apoio tendo em conta os períodos de pré-aquecimento e o período de ponta. Com auxílio da “Folha de Cálculo SCE.ER” procurou-se escolher o número de painéis que contemplasse a condição de a energia útil satisfeita por energia solar fosse superior à energia útil satisfeita pelo sistema de apoio, tendo-se verificado essa condição. Com os sistemas dimensionados, foi determinada através dos Cype Recs a classe energética do edifício, tendo-se obtido a classificação B, que face às discussões atuais de nZEB's, não será a mais adequada numa perspetiva futura energética. Como fase final do projeto, recorrendo a

catálogos, foi feito o dimensionamento, escolha e orçamento de equipamentos, com preferência por equipamentos eficientes e que cumpram as necessidades requeridas, estando o orçamento apresentado no Anexo C.

Finalmente, optar por um estágio curricular que me permitiu realizar um projeto de AVAC foi uma escolha profícua, dado que me proporcionou a aplicação dos conceitos teóricos abordados ao longo do curso, aliando a experiência prática na área de projetos de climatização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Buderus (2015). Produtos Buderus. Dados técnicos de produtos da gama de energias renováveis, acedido em maio de 2018 partir do site <https://www.buderus.pt/>

Crawley D, Pless S, Torcellini P (2009). Getting to net zero, ASHRAE Journal, September 2009.

Cype (2018). Gerador de Preços Cype, Versão livre do gerador de preços de condutas e tubagens. Acedido em abril de 2018 a partir de <http://www.geradordeprecos.info/>

Directiva EPBD (2010). Energy Performance of Buildings Directive, Directiva 2010/31/EU do Parlamento e do Conselho de 19 de maio.

ECEEE (2011). Nearly zero energy buildings - achieving the EU 2020 target, European Council for an Energy Efficient Economy, 08-02-2011, <http://www.eceee.org/>.

Engenheiro Rui Fragoso - ADENE-Política energética e desempenho dos edifícios

France Air (2015-17). Guia de Soluções Aeroólica e Climatização. Catálogo France Air 2015-17. Acedido em maio de 2018 a partir do site <https://guia.france-air.pt/>

Grundfos(2017).Produtos Grundfos. Dados técnicos de produtos da gama de bombas circuladoras. Acedido em maio de 2018 a partir do site <https://pt.grundfos.com/>

Informação CYPE . Toda a informação relativa ao software cype. Acedido em março de 2018 a partir do site <http://www.cype.pt/>

Mecalia (2017). Produtos Mecalia. Dados técnicos de produtos da gama de vasos de expansão. Acedido em maio de 2018 a partir do site, <https://www.mecalia.com/>

Raimundo A M (2012). Exequibilidade dos edifícios com necessidades quase nulas de energia em clima mediterrânico, Revista Climatização, N°79, pp. 68-72

SCE (2013). Legislação de suporte do Sistema de Certificação Energética de Edifícios em vigor a partir de 1 de dezembro de 2013, entre outros: Lei 58/2013 de 20 de agosto; Decreto-Lei 251/2015 de 25 de novembro, que republica o Decreto-Lei 118/2013 de 20 de agosto; Portarias 349/2013 de 29 de novembro; Despachos 15793/2013 de 3 de dezembro; e correspondentes alterações posteriores. Diário da República Portuguesa.

Toshiba(2018).Produtos Toshiba. Dados técnicos de produtos da gama de sistemas de climatização. Acedido em maio de 2018 a partir do site <http://www.toshiba.pt>


Torcellini P, Pless S, Deru M, Crawley D (2006). Zero energy buildings: a critical look at the definition, Proceedings of the 2006 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, Pacific Grove, California, August 14-18, 2006.

ANEXO A - FICHAS TÉCNICAS EQUIPAMENTOS


Informação completa relativa aos equipamentos referenciados no Capítulo 5.

Ventilação

diffusion
France Air



GFC 10 / GAC 10
adjustable single deflection steel/aluminium grille



GFC 21 / GAC 21
adjustable double deflection steel/aluminium grille

advantages

- Quality and finish of product.
- Peripheral gasket provides good airtightness.

ranges

- GFC 10 and GAC 10 : 17 models from 160 to 4 000 m²/h.
- GFC 21 and GAC 21 : 17 models from 160 to 4 000 m²/h.

designation

GFC	10	200 x 100
type	model	dimensions (width x height mm)
G : grille	10 : single deflection - horizontal front side	
F : steel	21 : double deflection - vertical front side	
A : aluminium		
C : clip fixing		

application

- Supply or extract grille for wall mounting.

construction / composition

- Frames and blades in galvanised steel sheet.
- Expanded polyurethane sealing gasket.
- Fixed by clips.
- Natural anodisation aluminium for GAC 10 and 21.
- Central reinforcement from W > 525 mm.
- Limits of use : 2000 x 1000 mm.

options

- RAL chart finish.
- Finish : white, RAL 9010, for GFC 10 and 21.
- V : fixed by screws.

packaging

- Individual in plastic film.

specification

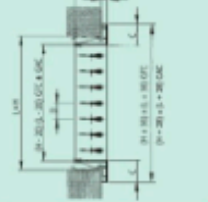
- Wall supply grilles will have adjustable blades allowing a single (or double) deflected air pattern. They will be fixed by clips.
- They will be constructed in white-painted steel, RAL 9010 or natural aluminium.
- Type GFC 10 or 21 or GAC 10 or 21, France Air brand.

technical description

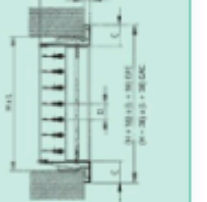
Dimensions

provision dimensions : W x H

GFC 10 and GAC 10



GFC 21 and GAC 21

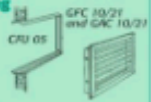


	GFC	GAC
A	14	33
B	5	6
C	22	24
D	20	19

fitting and connection

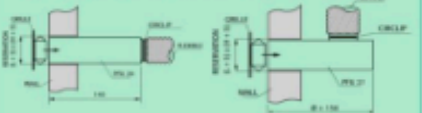
Side wall or partition mounting

- Fixed with subframe CFU 05.
- Subframe is embedded in wall.
- The grille clips on the subframe.



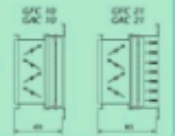
Connection on flexible ducting

- The grille clips on plenum PFU 20 or PFU 21.



Damper mounting

- Damper RFS 07 clips on the grille.
- The GFC 21 are equipped with 4 plates to enable the mounting of RFS 07.




accessories

- RFS 07** : Opposed blade zinc-aluminium damper.
- CFU 05** : Zinc-aluminium subframe.
- PFU 20** : Galvanized steel sheet plenum for top entry.
- PFU 21** : Galvanized steel sheet plenum for side entry.
- RFP** : Perforated face damper.
- Easy flux**

18
www.france-air.com
Guide created by France Air 2013. All rights reserved.

Figura 0.1-Ficha técnica grelha GAC 10 (France Air)

diffusion 

GFC 10/21
GAC 10/21

selection chart GFC 10 / GAC 10 and GFC 21 / GAC 21

flow rate (m³/h)	W x H m (m)	200	250	300	350	400	500	600	800	1000	1200	1500	2000	2500	3000	4000	5000	10000
		x 100	x 100	x 100	x 150	x 200	x 150	x 150	x 150	x 200	x 150	x 200	x 200	x 200	x 300	x 300	x 300	x 300
100	X (m)	2,5	2,2															
	NR	22	< 20															
	Pt (Pa)	8	5															
200	X (m)	3,1	2,7	2,5	2,3	2,2												
	NR	27	22	< 20	< 20	< 20												
	Pt (Pa)	13	8	6	4	3												
300	X (m)	3,9	3,4	3,1	2,8	2,6	2,4											
	NR	33	28	24	20	< 20	< 20											
	Pt (Pa)	20	12	9	6	5	4	3										
500	X (m)	4,6	4,1	3,8	3,4	3,3	3,1	2,9	2,6									
	NR	37	32	29	25	24	21	< 20	< 20									
	Pt (Pa)	29	18	13	8	8	6	5	3									
550	X (m)	5,4	4,8	4,4	4	3,9	3,6	3,4	3	2,7								
	NR	41	36	33	29	28	25	23	< 20	< 20								
	Pt (Pa)	39	24	17	11	10	8	6	4	3								
600	X (m)	6,2	5,5	5	4,5	4,4	4,1	3,9	3,5	3,1	2,9	2,9						
	NR	44	39	36	32	31	28	26	22	< 20	< 20	< 20						
	Pt (Pa)	51	32	23	15	14	10	8	5	3	3	2						
800	X (m)		6,8	6,3	5,6	5,5	5,1	4,9	4,5	3,9	3,7	3,6	3,3	3				
	NR		45	41	37	36	33	31	27	23	20	< 20	< 20	< 20				
	Pt (Pa)		49	35	23	21	15	13	8	5	4	4	3	2				
600	X (m)			7,5	6,8	6,7	6,3	5,8	5,2	4,7	4,4	4,3	3,9	3,6				
	NR			46	42	41	38	36	31	27	25	24	20	< 20				
	Pt (Pa)			51	33	31	22	18	12	8	6	5	4	3				
700	X (m)				7,9	7,8	7,1	6,8	6,1	5,5	5,1	5	4,6	4,2	3,7			
	NR				45	45	41	39	35	31	29	28	24	20	< 20			
	Pt (Pa)				45	42	30	25	16	10	8	7	5	3	2			
800	X (m)						8,2	7,8	7	6,3	5,9	5,7	5,2	4,8	4,2	3,9		
	NR						45	45	38	34	32	31	27	24	< 20	< 20		
	Pt (Pa)						39	32	21	14	11	10	7	5	3	2		
900	X (m)							8,7	7,8	7	6,6	6,5	5,9	5,4	4,8	4,4		
	NR							46	41	37	35	34	30	26	22	< 20		
	Pt (Pa)							41	26	17	13	12	8	6	4	3		
1000	X (m)								8,7	7,8	7,4	7,2	6,5	5,9	5,3	4,9	4,2	
	NR								44	40	37	36	33	29	24	21	< 20	
	Pt (Pa)								32	21	17	15	10	7	4	3	2	
1200	X (m)									9,4	8,8	8,6	7,8	7,1	6,4	5,9	5	4,3
	NR									44	42	41	37	33	29	26	< 20	< 20
	Pt (Pa)									51	24	22	15	10	6	5	3	2
1400	X (m)										10,5	10,1	9,9	8,3	7,4	6,9	5,9	5,2
	NR										45	45	41	37	33	30	23	< 20
	Pt (Pa)										32	29	20	14	9	6	3	2
1600	X (m)												10,7	9,5	8,8	7,5	6,7	
	NR												45	39	36	30	25	
	Pt (Pa)												23	15	11	6	4	
2000	X (m)													11,9	10,6	9,8	8,4	7,5
	NR													46	41	38	32	28
	Pt (Pa)													28	18	13	7	4
2500	X (m)														13,3	12,3	10,5	9,3
	NR														47	44	38	33
	Pt (Pa)														28	21	11	7
3000	X (m)															12,6	11,2	
	NR															42	38	
	Pt (Pa)															16	10	
3500	X (m)																14,7	13,1
	NR																46	41
	Pt (Pa)																21	14
4000	X (m)																	15
	NR																	45
	Pt (Pa)																	18

NR < 35 35 < NR > 35 35 < NR > 45 NR > 45 NR indicated : sound power level without room attenuation.

These values are given for the θ of 0,2 m/s and a back blade angle of 0°.
 For the GAC 10 and GFC 10 use following corrections : X (m) = contents of the chart x 1,1
 Pt (Pa) = Pt chart X 0,8
 NR = NR chart x 0,9

Guide created by France Air 2010 - All rights reserved. www.france-air.com 19

Figura 0.2-Ficha técnica grelha GAC10 (2) (France Air)



Tarifs p. 239



GAV 91

Grille de transfert rectangulaire à ailettes fixes

MATÉRIAU
Alu anodisé

INSTALLATION
Vis apparentes



ACCÈS PRODUIT EN LIGNE

> Diffusion > Grilles intérieures - soufflage > Grilles de transfert

GAV 91

AVANTAGES

- Ailettes en forme de chevron, pare-vision.
- Facilité de pose.

GAMME

- 9 modèles de 50 à 1 400 m²/h.

DÉSIGNATION

GAV 91
type grille dimensions largeur x hauteur (mm)

- 0 grille
- 1 aluminium
- 2 fixation par vis
- 3 grille à ailettes extérieures

APPLICATION / UTILISATION

- Grille de transfert pare-vision pour montage en porte ou en paroi.

CONSTRUCTION / COMPOSITION

- Encadrement et ailettes en aluminium extrudé.
- Construction en 2 éléments.
- Fixation par vis apparentes sur la porte ou la paroi.
- Finition : anodisation aluminium naturel satiné 10 microns.
- Limites de fabrication : 1 500 x 1 000 mm.

OPTION

- Autres teintes RAL.
- Inox 304.

TEXTE DE PRÉSCRIPTION

- Disponible sur www.france-air.com, rubrique Espace Pro.

DESCRIPTIF TECHNIQUE

- **Encadrement**
- Cotes de réservation : (L - 5) x (H - 5)
- Dimensions en mm.



MONTAGE ET RACCORDEMENT

- Fixation par vis sur porte ou paroi.

SÉLECTION GAV 91

Débit (m ³ /h)	L	H	200		300		400		500		600		800		1000		1200		1400	
			NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
50	L-NR		30																	
	Pst(Pa)		10																	
60	L-NR		35	< 20																
	Pst(Pa)		14	2																
70	L-NR		39	< 20																
	Pst(Pa)		19	3																
80	L-NR		42	< 20																
	Pst(Pa)		24	4																
90	L-NR		45	23	< 20															
	Pst(Pa)		31	5	2															
100	L-NR		48	25	< 20															
	Pst(Pa)		36	6	2															
125	L-NR			31	< 20	< 20														
	Pst(Pa)			10	3	2														
150	L-NR			35	20	< 20														
	Pst(Pa)			14	4	3														
175	L-NR			39	24	21	< 20													
	Pst(Pa)			19	6	5	2													
200	L-NR			43	28	25	< 20	< 20												
	Pst(Pa)			25	8	6	3	2												
250	L-NR			48	33	30	23	< 20	< 20											
	Pst(Pa)			35	12	9	5	3	2											
300	L-NR			50	35	27	22	< 20												
	Pst(Pa)			17	13	7	5	3												
350	L-NR			42	38	31	26	21	< 20											
	Pst(Pa)			23	18	10	6	4	2											
400	L-NR			45	42	34	29	24	< 20											
	Pst(Pa)			30	24	13	8	6	3											
500	L-NR			50	47	40	34	30	23											
	Pst(Pa)			47	37	20	13	9	5											
600	L-NR				52	45	39	34	27											
	Pst(Pa)				53	29	19	13	7											
700	L-NR					48	43	38	31											
	Pst(Pa)					40	25	17	10											
800	L-NR						46	41	34											
	Pst(Pa)						33	23	13											
900	L-NR							49	44	37										
	Pst(Pa)							42	29	16										
1000	L-NR									47	40									
	Pst(Pa)									36	20									
1200	L-NR										52	44								
	Pst(Pa)										51	25								
1400	L-NR											48								
	Pst(Pa)											39								

NR < 25 25 ≤ NR < 35 35 ≤ NR < 45 NR ≥ 45

NR indiqué : puissance acoustique sans atténuation du local. Pour un ΔL^r = 0.

Figura 0.3-Ficha técnica grelha GAC 91 (France Air)



Tarifs p. 524

AIR EXPRESS | **LOGICIEL DE CALCUL Airg'MC**

AVANTAGES

- Résiste à l'humidité.
- Raccordement sur manchette standard.
- Très belle finition.

GAMME

- 5 diamètres de raccordement : 80, 100, 125, 160 et 200 mm.
- Couleur standard : blanc uniquement.

APPLICATION / UTILISATION

- Locaux tertiaires.
- Montage mural ou plafonnier.

CONSTRUCTION / ENCOMBREMENT



Modèle	Ø D1 (mm)	Ø D2 (mm)	H (mm)
80	71	115	12
100	80	140	13
125	115	166	15
160	130	204	17
200	160	242	17

TEXTE DE PRESCRIPTION

- Disponible sur www.france-air.com, rubrique Espace Pro.

DESCRIPTIF TECHNIQUE

- Limites d'utilisation
 - De 40 à 150 Pa.
- Caractéristiques

Modèle	Débit mini (m³/h)	Débit maxi (m³/h)
80	15	90
100	20	120
125	30	180
160	40	220
200	50	250

AUSTRALE®
Bouche d'extraction et de soufflage réglable en plastique

MATÉRIAU
Plastique blanc

INSTALLATION
Mur / Plafond

ACCÈS PRODUIT EN LIGNE

> VMC > Bouches d'extraction et/ou de soufflage
> Extraction et soufflage

MONTAGE ET RACCORDEMENT

- La bouche se monte par emboîtement sur la manchette ou sur le manchon fixé sur le conduit.
- Dans le cas d'un montage en faux plafond, utiliser un manchon plato 3 griffes ou dans le cas d'une dalle, un manchon de traversée de dalle.

ACCESSOIRES

- Manchette

Ø Raccordement (mm)	Ø A (mm)	Ø B (mm)	Ø C (mm)	H (mm)
80	77	73	110	35
100	86	86	129	40
125	120	112	155	43
160	156	147	195	45
200	195	186	235	45



- Manchon plato 3 griffes

Ø Raccordement (mm)	Ø A (mm)	Ø B (mm)	H (mm)
80	78	99	100
100	89	130	100
125	115	155	100
160	148	195	100
200	190	235	100



AUSTRALE®

Guide - Création France Air 2017 - tous droits de reproduction réservés. www.france-air.com 0 820 820 626 Service 0,17 € / min AQQ

Figura 0.4-Ficha técnica grelha AUSTRALE (France Air)

Energy® 100/150

Gamme habitat/tertiaire

→ Tarifs p. 507



Energy 100



Energy 150

ENERGY 100/150

- MONTAGE
Intérieur
- MONTAGE
Mur Vertical
Horizontal
- MATERIAU
ABS
- MONTAGE
Régulation
à la main
à distance
- MONTAGE
à distance
- MONTAGE
à distance
- MONTAGE
à distance
- MONTAGE
à distance

AP Express
p. 1549

→ AVANTAGES

- Design discret.
- Installation simplifiée.
- Clapet anti-retour intégré.
- Idéal en habitat et petit tertiaire.

→ GAMME

Gamme composée de 3 modèles :

- **Energy 100 : ventilateur hélicoïde 80 m³/h.**
 - Modèle 100 S : extraction 1 vitesse, pilotage par interrupteur ou asservissement à l'éclairage du local.
 - Modèle 100 T : extraction 1 vitesse, pilotage par interrupteur ou asservissement à l'éclairage du local. Minuterie intégrée de 5 à 40 minutes.
 - Modèle 100 H : extraction 1 vitesse, asservissement à une sonde d'humidité intégrée, plage de détection (70 à 90 % HR).
- **Energy 150 : ventilateur hélicoïde 280 m³/h.**
 - Modèle 150 S : extraction 1 vitesse, pilotage par interrupteur ou asservissement à l'éclairage du local (cordelette incluse).

→ APPLICATION / UTILISATION

- Extraction d'air individualisée des locaux (habitat ou tertiaire).

→ CONSTRUCTION / COMPOSITION

- Réalisation plastique ABS, couleur blanche.

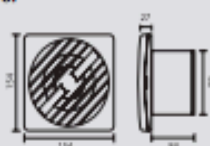
→ TEXTE DE PRESCRIPTION

- Disponible sur www.france-air.com, rubrique: Espace Pro.

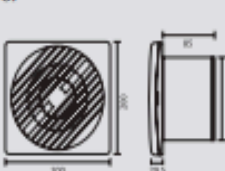
→ DESCRIPTIF TECHNIQUE

• Encombrement, réservation et poids

Energy 100



Energy 150



→ DESCRIPTIF TECHNIQUE

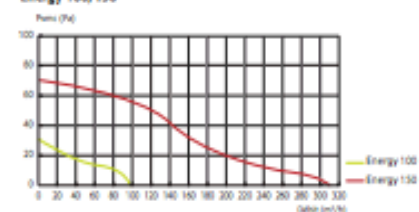
• Caractéristiques

	Energy	
	100	150
Alimentation	mono 230 V - 50 Hz	
Puissance consommée (W)	17	35
Débit maximum (m ³ /h)	90	280
Poids (kg)	0,54	0,99
Température d'ambiance (°C)	40	
Niveau sonore dB(A)*	35	45
Marchon raccordement (R)	99	148
Classe	II	
Couleur	Blanc	
Protection IP	24	22

*dB(A) pression acoustique à 3 m.

→ COURBES DE SÉLECTION

• Energy 100/150



→ ACCESSOIRES

• Conduit de traversée de mur en PVC ED

- Energy 100 : ED 1 (Ø 100 x 375 mm).
- Energy 150 : ED 2 (Ø 150 x 375 mm).



• Grille extérieure blanche EG

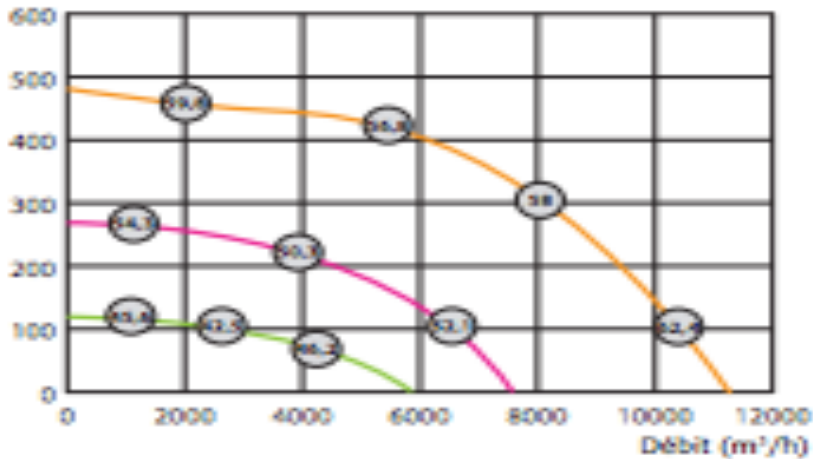


DOCUMENTS TECHNIQUES DISPONIBLES SUR INTERNET


Figura 0.5-Ventilador Energy 100/150 (France Air)

- Simoun® type 630

Pression totale (Pa)



Avec kit V acoustique : Gain de -5 dB, à retrancher sur la pression acoustique indiquée sur la courbe.



AVANTAGES

- Agréé confort et désenfumage.
- Grande plage de débit disponible (30 000 m³/h).
- Robustesse.

GAMME

- 12 tailles de tourelles.
- 3 modèles : monophasé 1 vitesse, triphasé 1 vitesse, triphasé 2 vitesses.
- 2 versions : standard ou équipé d'un kit rejet vertical pare-pluie et acoustique.
- Disponible en version anticorrosion.

DÉSIGNATION

Simoun®	355	6 P	T	VAR
non produit	taille	6 P	alimentation	version électrique
		6P = 1000/1000	60/200V	
		6P = 1000/1000	T: 400V	100: version
		6P = 700/300	M: auto 220V	étier
		6P = 1000/1000		
		6P = 1000/1000		
		6P = 1000/1000		

APPLICATION / UTILISATION

- Ventilation, extraction d'air.

CONSTRUCTION / COMPOSITION

- Embase : en acier galvanisé avec pavillon d'aspiration embouti.
- Turbine : centrifuge à réaction, en acier galvanisé, équilibrée dynamiquement.
- Support moteur :
 - Plaque en acier galvanisé, reliée à l'embase par 4 pieds en profil d'aluminium.
 - Grillage en acier galvanisé à mailles carrées, conforme à la norme NF E 51 190.
- Capot :
 - ABS thermoformé de couleur gris acier RAL 7011.
 - Système quart de tour pour démontage du capot afin de faciliter l'accès au moteur et aux accessoires électriques.
- Motorisation :
 - Moteur à brides, IP 55, classe F, service S1.
 - Monophasé 230 V - 50 Hz - 1 vitesse.
 - Triphasé 230 V / 400 V - 50 Hz - 1 vitesse.
 - Triphasé 400 V - 50 Hz - 2 vitesses Dahlander.
 - Triphasé 400 V - 50 Hz - 2 vitesses bobinages indépendants.
- Variation de vitesse :
 - Monophasé : variateur de tension Varionys/Varionys RT Control 2.
 - Triphasé : variateur de fréquence Soft Drive IP 20 V2 variateur de fréquence Senséo Drive IP 65.
- Commandes électriques :
 - interrupteur marche-arrêt cadencassable avec renvoi de position monté en standard et intégré dans le capot de la tourelle.

CONFORMITÉ ERP

- Unité de ventilation non résidentielle (I/VNRL).
- Type simple flux.
- Double usage.

SIMOUN®
Tourelle de ventilation jusqu'à 30000 m³/h

MOTORSISATION Standard TYPE Tourelle centrifuge INSTALLATION Tubes

ACCÈS PRODUIT EN LIGNE
> Ventilation spécifique > Ventilation à moteur standard pour locaux industriels > Tourelles

ACCESSOIRES

- Kit rejet vertical acoustique : mousse polyéthylène, 25 mm d'épaisseur intégrée pour une réduction du niveau sonore (sauf taille 900).

OPTIONS (HORS DÉSENFUMAGE ET MARQUAGE CE)

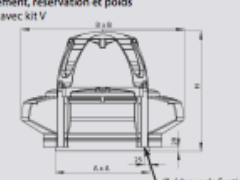
- Tourelle anticorrosion renforcée : type ACR (non disponible sur taille 900).
- Moteurs spéciaux : isotherme, tropicalisé, alimentation 60 Hz (nous consulter).

TEXTE DE PRESCRIPTION


- Disponible sur www.france-air.com, rubrique Espace Pro.

DESRIPTIF TECHNIQUE

- Encadrement, réservation et poids
- Schéma avec kit V



Dimensions : pavillon d'aspiration



Type	A	B	C	H	Ød	ØE	ØD	Poids (kg)
250	300	616	415	410	11	198	160	15
280	380	616	415	426	11	215	174	11
315	300	616	415	460	11	246	199	15
355	512	932	595	563	11	278	225	19
400	512	932	595	617	11	314	254	21
430	512	932	595	642	11	354	286	38
500	607	1217	754	768	13	358	322	52
560/585	607	1217	754	787	13	448	342	55
630	607	1217	754	824	13	526	409	70
710	880	1528	1050	974	13	520	460	101
800	880	1528	1050	1017	13	642	517	118
900	980	-	1185	1186	13	726	580	235

Dimensions en mm.

Figura 0.6-Ficha técnica ventilador hotte SIMOUN (France Air)



Tarifs p. 517



AVANTAGES

- Rapidité d'installation : système "Speed Switch".
- Maintenance simplifiée.
- Compact et silencieux.

GAMME

- Gamme composée de 7 modèles.
- Raccordement circulaire : Ø 100 à 315 mm.
- Débits : 145 à 1 850 m³/h.
- 2 vitesses jusqu'au Ø 200 mm.

APPLICATION

- Ventilation air propre.
- Installation en tout point du parcours de gaine dans le bâtiment.
- Montage possible en position horizontale ou verticale.
- Utilisation possible en insufflation ou en extraction.

CONSTRUCTION / COMPOSITION

- **Enveloppe :**
 - Corps et brides en polypropylène.
 - Protection IPX4 (protection contre l'humidité et les projections d'eau).
- **Turbine :**
 - Centrifuge à réaction.
 - Hélice en ABS.
 - Montée directement sur le moteur.
- **Motorisation :**
 - Moteur à rotor extérieur, monophasé 230V - 50 Hz, IPX4.
 - Moteur 2 vitesses - variable (sauf modèles 250 et 315 - 1 vitesse).

LIMITES D'UTILISATION

- + 5 °C à + 40 °C.

TEXTE DE PRESCRIPTION

- Disponible sur www.france-air.com, rubrique Espace Pro.

DESSCRIPTIF TECHNIQUE

- Principe du système Speed Switch
- Système de fixation incorporé pour faciliter les opérations d'installation et de raccordement : le corps du ventilateur peut être facilement sorti des brides en desserrant les colliers de serrage.



Technologie Speed Switch

CANAL FAST®

Ventilateur centrifuge de gaine avec système de fixation rapide

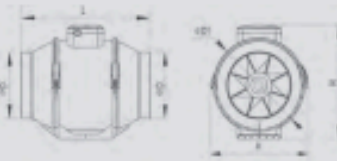
INSTALLATION Intérieur	MONTAGE En gaine Horizontale Verticale	VERSION Centrifuge en ligne	APPLICATION Air propre
----------------------------------	--	---------------------------------------	----------------------------------

ACCÈS PRODUIT EN LIGNE
 > VMC > Ventilateurs petits débits > Ventilateurs



DESSCRIPTIF TECHNIQUE

Dimensions et poids



Modèle	Ø	Ø1	H	B	L	Poids (kg)
100	96	126	190	167	266	1,45
125	128	156	190	167	266	1,25
125 S	128	186	250	228	293	3,14
160	158	186	250	228	293	2,65
200	197	209	251	239	296	3,55
250	247	256	320	287	383	6,9
315	310	323	408	362	445	10,35

Dimensions en mm.

Caractéristiques électriques

Modèle	Débit (m ³ /h)	Vitesse de rotation (RPM)	Intensité (A)	Puissance (W)	Niveau sonore dBA à 3m
100	145/187	2180/2385	0,11/0,21	21/33	27/36
125	220/280	1950/2455	0,18/0,27	23/27	28/37
125 S	240/330	1850/2510	0,12/0,16	26/54	31/42
160	405/530	1680/2480	0,17/0,27	30/60	33/44
200	630/1040	1515/2380	0,34/0,48	76/106	40/52
250	950	1840	0,52	120	45
315	1850	2335	1,42	314	48

Courbes absolues disponibles p. 632

SÉLECTION DES ACCESSOIRES ÉLECTRIQUES

Modèle	Intensité nominale (A)	Commutateur MUK	Variateur* M	Boîtier d'éjecteur MUK mono 1V
100	0,11/0,21	20 A - 1V	1A	0,16 - 0,25 A
125	0,18/0,27	20 A - 1V	1A	0,25 - 0,40 A
125 S	0,12/0,16	20 A - 1V	1A	0,16 - 0,25 A
160	0,17/0,27	20 A - 1V	1A	0,25 - 0,40 A
200	0,34/0,48	20 A - 1V	1A	0,40 - 0,63 A
250	0,52	20 A - 1V	1A	0,40 - 0,63 A
315	1,42	20 A - 1V	3A	1,00 - 1,60 A

Pensez-y !

- En cas de besoin de pression, utilisez l'accessoire de montage en ligne pour CanalFast.
- Pour plus de débit, installez vos CanalFast en parallèle grâce au kit adapté. Voir p. 517



Figura 0.7-Ventilador CanalFast (France Air)

TOSHIBA
Leading Innovation >>>
Toshiba Air Conditioning—RAV-SM Data Sheet

RAV-SP1404AT8-E
Outdoor Unit

- R22 & R407C replacement technology
- Wide operating range (Cooling mode -15°C to +43°C)
- Extended pipe runs up to 75m (1104/1404)
- Flexible, can be utilised for single, twin, triple indoor applications
- Increased energy efficiency / cost saving

Model Reference	RAV-SP1404AT8-E	
Nominal Cooling	(kW)	12.5
Nominal Heating	(kW)	14.0
Air Flow Standard	(m ³ /h)	6,180
Air Flow Standard	(l/s)	1,717
Sound Power- Cool / Heat	(dB(A))	68-69
Sound Pressure- Cool/Heat	(dB(A))	51-52
Dimensions (HxWxD)	(mm)	1340 x 900 x 320
Unit Weight	(kg)	95
Power Supply—Outdoor	(V-ph-Hz)	380/415-3-50
Interconnecting Cable	3 core plus earth	
Suggested Fuse Size (SM)	(A)	16
Max. Operating current (Cooling)	(A)	6.03
Operating range, Cooling	(°C)	-15 / +46
Operating range, Heating	(°C)	-20 / +15
Pipe Sizes (Liquid / Suction)	(Inch)	3/8—5/8
Pipe length, Min—Max	(m)	3/75
Maximum height difference	(m)	30
Pipe length pre-charge	(m)	30
Additional R410A	(g/m)	40
Factory charge	(kg)	3.1



Cool Designs Ltd
 Raising the Standards in Air Conditioning Distribution
 www.cooldesignsltd.co.uk

GREEN NEUTRAL
 Environmental Choice

AIR ACES AWARDS 2011
 WINNER

ACE
 WINNER
 Distributor of the Year

All UK duties are based on Cooling: Indoor air temperature 22°C DB/16°C WB Outdoor air temperature 24°C DB, 50% RH, high fan speed, 5m pipe run.
 Heating: Indoor air temperature 21°C DB Outdoor air temperature -4°C DB 100% RH, high fan speed, 5m pipe run. Values are based on the maximum compressor output.
 Data obtained from Toshiba Air Conditioning Web Data July 2013.

Figura 0.8-Unidade condensadora UTA 1 (Toshiba)

TOSHIBA

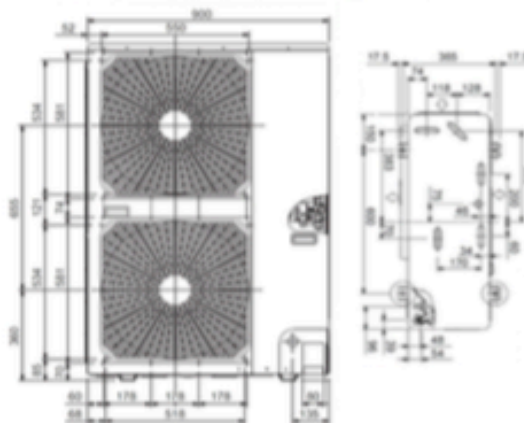
Leading Innovation >>>

Toshiba Air Conditioning—RAV-SM Data Sheet

RAV-SP1104AT-E Outdoor Unit

- R22 & R407C replacement technology
- Wide operating range (Cooling mode -15°C to +43°C)
- Extended pipe runs up to 75m (1104/1404)
- Flexible, can be utilised for single, twin, triple indoor applications
- Increased energy efficiency / cost saving

Model Reference		RAV-SP1104AT-E
Nominal Cooling	(kW)	10.0
Nominal Heating	(kW)	11.2
Air Flow Standard	(m ³ /h)	6,060
Air Flow Standard	(l/s)	1,683
Sound Power- Cool / Heat	(dB(A))	66-67
Sound Pressure- Cool/Heat	(dB(A))	49-50
Dimensions (HxWxD)	(mm)	1340 x 900 x 320
Unit Weight	(kg)	93
Power Supply—Outdoor	(V-ph-Hz)	220/240-1-50
Interconnecting Cable		3 core plus earth
Suggested Fuse Size (SM)	(A)	20
Max. Operating current (Cooling)	(A)	11.24
Operating range, Cooling	(°C)	-15 / +43
Operating range, Heating	(°C)	-20 / +15
Pipe Sizes (Liquid / Suction)	(Inch)	3/8—5/8
Pipe length, Min—Max	(m)	5/75
Maximum height difference	(m)	30
Pipe length pre-charge	(m)	30
Additional R410A	(g/m)	40
Factory charge	(kg)	3.1



Cool Designs Ltd

Raising the Standards in Air Conditioning Distribution

www.cooldesignsltd.co.uk



All UK duties are based on Cooling: Indoor air temperature 22°C DB/16°C WB Outdoor air temperature 29°C DB; 50% RH, high fan speed, 5m pipe run.
Heating: Indoor air temperature 21°C DB Outdoor air temperature -4°C DB 50% RH, high fan speed, 5m pipe run. Values are based on the maximum compressor output.
Data obtained from Toshiba Air Conditioning Web Data July 2013.

Figura 0.9-Unidade condensadora UTA 2 (Toshiba)

Bomba de circulação e recirculação(AQS)

AQUECIMENTO E AR CONDICIONADO



GRUNDFOS ALPHA2

Com 60 anos de experiência e mais de 3 milhões de circuladores ALPHA2 em funcionamento em todo o mundo, a Grundfos esforça-se por satisfazer sempre os seus clientes e por implementar todas as investigações necessárias para apoiar o desenvolvimento sustentável e reduzir as facturas de energia eléctrica dos utilizadores. O ALPHA2 utiliza uma tecnologia avançada de motor de íman neodímio e uma tecnologia de porta a nível hidráulico. Apresenta um EEI (índice de eficiência energética) de apenas 0,15, estando claramente abaixo das exigências da Directiva Europeia que impunha 0,27 a partir de 1 de Janeiro de 2013 e 0,23 a partir de 1 de Agosto de 2015. Para responder mais especificamente às limitações das instalações de aquecimento central individual em edifícios de apartamentos, estão disponíveis versões com diferentes ligações e distâncias entre flanges (ver tabela abaixo).

MODELO	CÓDIGO	LIGAÇÕES	DIST. ENTRE FLANGES (MM)	PESO (KG)
ALPHA2 15-40 130	97993192	G 1"	130	1,8
ALPHA2 15-50 130	97993193	G 1"	130	1,8
ALPHA2 15-60 130	97993194	G 1"	130	1,8
ALPHA2 25-40 130	97993195	G 1 1/2"	130	2,0
ALPHA2 25-50 130	97993196	G 1 1/2"	130	2,0
ALPHA2 25-60 130	97993197	G 1 1/2"	130	2,0
ALPHA2 25-40 180	97704990	G 1 1/2"	180	2,1
ALPHA2 25-40A 180*	97993199	G 1 1/2"	180	2,7
ALPHA2 25-50 180	97993200	G 1 1/2"	180	2,1
ALPHA2 25-60 180	97993201	G 1 1/2"	180	2,1
ALPHA2 25-60A 180*	97993202	G 1 1/2"	180	2,7
ALPHA2 32-40 180	97993203	G 2"	180	2,3
ALPHA2 32-50 180	97993204	G 2"	180	2,3
ALPHA2 32-60 180	97993205	G 2"	180	2,3

(*) As versões A permitem uma ventilação contínua da instalação devido ao design do corpo da bomba com separador de ar. Saída Rp 3/8 prevista para a instalação de um degaseificador (não fornecido).

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

MODELO	TENSÃO	PI (W) MINI	PI (W) MAXI	IN (A) MINI	IN (A) MAXI
ALPHA2 XX-40 (A)	1X230 V	3	18	0,04	0,18
ALPHA2 XX-50	1X230 V	3	26	0,04	0,24
ALPHA2 XX-60 (A)	1X230 V	3	34	0,04	0,32

DIMENSÕES

MODELO	B1	B2	B3	B4	H1	H2	H3	H4
ALPHA2 25-XX e 15-XX	54,0	54,0	44,5	44,5	35,9	103,5	47,0	150,5
ALPHA2 25-XX A	63,5	96,0	30,0	63,0	50,0	124,0	81,0	205,0
ALPHA2 32-XX	54,0	54,0	44,5	44,5	35,9	103,5	47,0	150,5

CIRCULADOR DE VELOCIDADE VARIÁVEL COM ELEVADA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

- Instalações de aquecimento em casas particulares,
- Novas instalações, substituição e renovação de instalações,
- Para todos os circuitos de aquecimento, radiadores e piso radiante.

CONSTRUÇÃO

- Velo e rolamentos radiais em cerâmica.
- Base do rolamento em aço inoxidável.
- Rotor e câmara do rotor em aço inoxidável.
- Corpo do circulador em ferro fundido.
- Ligação eléctrica de encaixe.
- Degaseificador automático integrado nas versões A.
- Visualização imediata do consumo de energia (W) e do caudal (m³/h).
- Fornecido com kit de isolamento.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tensão de alimentação	1 x 230 V - 10 %/+ 6 %, 50 Hz, PE
Protecção do motor	O circulador não necessita de protecção externa do motor.
Índice de protecção	IP X4D
Classe de isolamento	F
Pressão máxima de funcionamento	10 bar
Nível de pressão sonora	< 43 dB(A).
Temperatura ambiente	0°C a +40°C
Temperatura do líquido	+2°C a +110°C
Modo de regulação	Função AUTOADAPT Pressão proporcional Pressão constante Curva constante (velocidade fixa) Funcionamento noturno




Figura 0.10-Ficha técnica bomba de circulação e recirculação ALPHA2 (Grundfos)



Figura 0.11-Ficha técnica bomba de circulação e recirculação ALPHA2 (2) (Grundfos)

Vasos de expansão(AQS)

Modelo/ Model	Capacidad/ Capacity (Litros/ Litres)	Dimensiones/ Dimensions (mm)		Conexión/ Connection	Presión de trabajo/ Working pressure (bar)	Presión de precarga/ Preload pressure (bar)	Modelo/ Model	Capacidad/ Capacity (Litros/ Litres)	Dimensiones/ Dimensions (mm)		Conexión/ Connection	Presión de trabajo/ Working pressure (bar)	Presión de precarga/ Preload pressure (bar)
		Ø	Altura/ Height						Ø	Altura/ Height			
INSTALACIÓN MURAL/ WALL MOUNTING							INSTALACIÓN MURAL/ WALL MOUNTING						
DP/VS	5	160	305	3/4"	8	2,5	DP/VR	8	280	295	3/4"	8	1,5
DP/VS	12	280	295	3/4"	8	2,5	DP/VR	12	200	315	3/4"	8	1,5
DP/VS	18	280	425	3/4"	8	2,5	DP/VR	18	280	425	3/4"	8	1,5
DP/VS	24	280	490	3/4"	8	2,5	DP/VR	24	280	490	3/4"	8	1,5
INSTALACIÓN EN SUELO/ INSTALLATION ON THE FLOOR							INSTALACIÓN EN SUELO/ INSTALLATION ON THE FLOOR						
DP/VS	35	365	450	3/4"	8	2,5	DP/VRV	50	365	565	3/4"	8	1,5
DP/VS	50	365	565	3/4"	8	2,5	DP/VRV	80	410	690	1"	8	1,5
DP/VS	80	410	690	1"	8	2,5	DP/VRV	100	495	665	1"	8	1,5
DP/VS	100	495	665	1"	8	2,5	DP/VRV	150	550	795	1"	8	1,5
DP/VS	200	600	1.085	1"	8	2,5	DP/VRV	200	600	1.085	1"	8	1,5
DP/VS	300	650	1.215	1"	8	2,5	DP/VRV	300	650	1.215	1"	8	1,5
							DP/VRV	500	750	1.438	1-1/4"	8	1,5

Figura 0.12-Ficha técnica vasos de expansão DP/VR/VRV/VS/VSV (Mecalia)

Depósito(AQS)

Depósitos de acumulação de água quente sanitária (500/750/1000 litros)

Logalux SU

■ Dados técnicos Logalux série SU (500/750/1000 litros)

■ Ligações

AS = Saída A.Q.S.
EK= Entrada água fria
EZ = Recirculação
RS = Ligação de retorno do circuito primário
VS = Ligação de avanço do circuito primário

Tipos	SU 500	SU 750	SU 1000
D	650	1000	1100
DGP	650	800	900
H	1850	1850	1920
HVS	940	973	1233
HFS	373	283	326
HAB	1643	1548	1721
AS	R1 1/4	R1 1/4	R1 1/2
EZ	1062	1065	1126
EK	148	133	121
EK	R1 1/4	R1 1/2	R1 1/2
R1	419	546	615
R2	483	626	711
Fv	426	386	401

Tipos	SU 500	SU 750	SU 1000
Capacidade do acumulador	500	750	1000
Conteúdo do permutador tubular	16	23	29
Potência de manutenção ¹⁾	2,94	3,94	1,31
Pressão máx. de água de aquecimento/água sanitária	16/10		
Largura da passagem de porta	660	810	910
Temp. mínima de água de aquecimento ²⁾ /água sanitária	162/95		
Índice de exigência NL a 60 °C	17,8	27,4	34,8
Caudal contínuo a 45°C	1753	2176	2487
Potência de funcionamento a caudal contínuo a 45°C	71,5	86,6	101,2
Caudal contínuo a 90°C	1041	1267	1551
Potência de funcionamento a caudal contínuo a 90°C	60,5	73,7	90,2
Caudal de água primário	4,96	4,3	3,8
Peso (sem embalagem) ³⁾	182	319	406
Superfície do permutador	2,2	3,0	3,7

¹⁾ Em 24 horas, com uma temperatura da água do acumulador de 60 °C.
²⁾ Su com o vaso do tipo de proteção (a consultar).
³⁾ Peso com embalagem, acrescentar 5%.
Entrada água fria: 10 °C, Temperatura circuito primário: 80 °C.

Buderus

Tabela geral de preços 2015 - Gama de acumuladores

233

Figura 0.13-Ficha técnica depósito 1000 l (Buderus)

Bomba de calor(AQS)

DADOS TÉCNICOS GERAIS			IA						
Logatherm WPL			WPL 7 ARm	WPL 11 ARm	WPL 14 ARm	WPL 14 AR	WPL 16 AR	WPL 18 AR	WPL 25 AR
Potência calorífica nominal	1	kW	7,4	11,2	14	14	15,9	17,9	25,1
Potência absorvida total	2	kW	1,8	2,6	3,3	3,3	3,8	4,2	6
COP	1		4,23	4,26	4,19	4,19	4,14	4,28	4,19
Potência calorífica	3	kW	7,3	10,8	13,6	13,8	15,4	17,5	24,6
Potência absorvida total	2	kW	2,3	3,3	4,1	4,3	4,6	5,2	7,4
COP Eurovent	3		3,24	3,32	3,29	3,25	3,35	3,38	3,32
Caudal de água nominal	1	m³/h	1,3	1,9	2,4	2,4	2,8	3,1	4,3
Pressão estática útil	1	kPa	45	87	67	67	53	54	104
Potência frigorífica	4	kW	8,3	12,3	15,7	15,8	17,7	20,2	29,2
Potência absorvida total	2	kW	2,2	3,3	4,1	4,2	4,7	5,3	7,8
EER	4		3,77	3,73	3,83	3,76	3,77	3,81	3,74
Potência frigorífica	5	kW	6,3	9,2	11,7	11,9	13,2	15,2	22,1
Potência absorvida total	2	kW	2,2	3,1	4	4	4,6	5	7,2
EER	5		2,86	2,97	2,93	2,98	2,87	3,04	3,07
ESEER			3,63	3,52	3,46	3,65	3,24	3,55	3,57
Caudal de água nominal	4	m³/h	1,4	2,1	2,7	2,7	3,1	3,5	5
Pressão estática útil	4	kPa	40	80	55	55	43	42	88
Número de ventiladores		nº	1	2	2	2	2	2	3
Caudal de ar		m³/s	1,08	1,8	1,9	1,9	1,9	2,01	3
Tipo de compressor			SCROLL						
Número de compressores		nº	1	1	1	1	1	1	1
Número de circuitos		nº	1	1	1	1	1	1	1
Refrigerante R410a		Kg	2,9	3,5	4,35	4,35	4,5	6,1	8,5
Óleo Mobil EAL ARTIC 22cc		Kg	0,7	1,2	1,2	2,0	1,7	1,8	3,2
Tipo de bomba			Circuladora						
Número de bombas		nº	1	1	1	1	1	1	1
Peso em funcionamento		kg	150	155	170	170	180	250	335
Ligações hidráulicas		Polegadas	1	1	1-1/4	1-1/4	1-1/4	1-1/4	1-1/4
Potência sonora	6	dB(A)	69	71	71	71	71	72	74
Pressão sonora	7	dB(A)	54	56	56	56	56	57	59
Alimentação eléctrica		V/ph/Hz	230-50			400-3N-50			

Figura 0.14-Ficha técnica bomba de calor (Buderus)

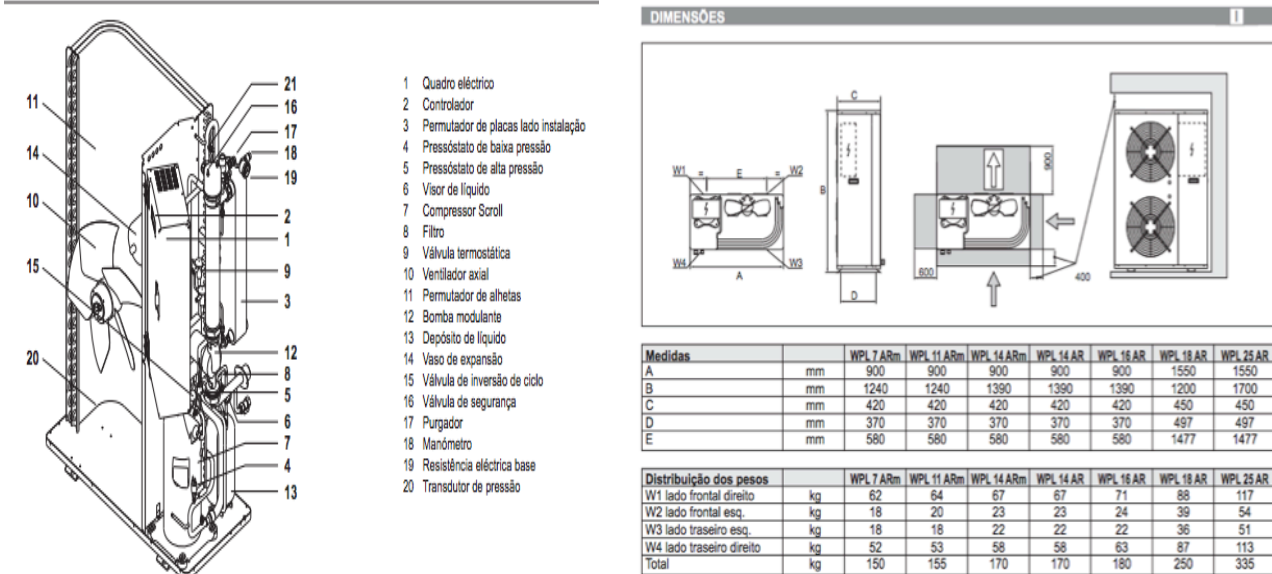


Figura 0.15-Ficha técnica bomba de calor (2) (Buderus)

Painel Solar(AQS)



Figura 0.16-Ficha técnica painel solar (Buderus)

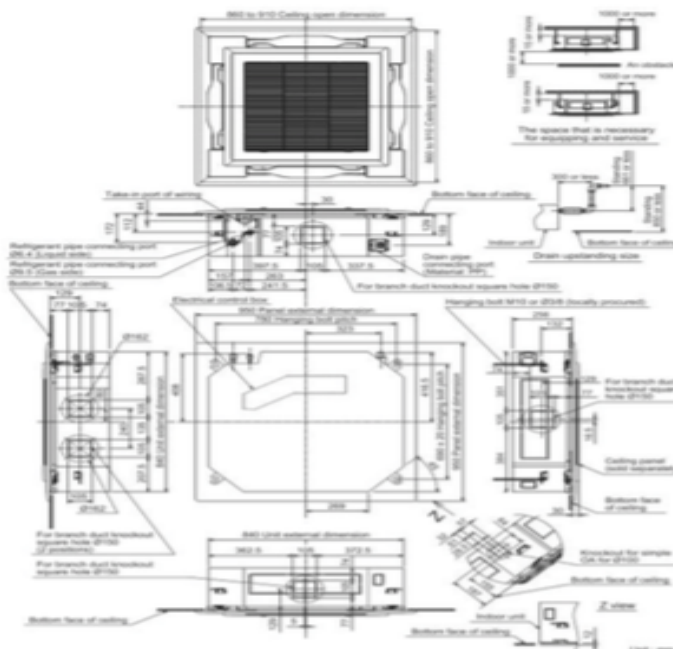
Dissipador de calor(AQS)

Dados Técnicos								
Modelo		DGS401A/4	DGS401B/8	DGS402A/11	DGS501A/11	DGS501B/14	DGS501C/16	DGS502A/11
Caudal de fluido	m³/h	1,7	2,3	3,5	4	5,2	5,8	8,7
P. Carga	kPa	28,6	15,4	13,8	17,9	21,6	24,1	22,9
Potência	kW	24	32	48	56	72	80	120
Vent x Potência	kW	1 x 285	1 x 285	2 x 285	1 x 780	1 x 780	1 x 780	2 x 780
Ventilador		230V / I / 50Hz 285W / 0,6 A / 1430 rpm			400V / III / 50Hz 780W / 1,35 A / 1340 rpm			
Ligações		1/2"	1/2"	3/4"	1"	1"	1"	1 1/2"
Dimensões (Alt. x Larg. x Prof.)	mm	780 x 555 x 362		1380 x 555 x 362		1105 x 828 x 428		2005 x 828 x 428

Figura 0.17-Ficha técnica dissipador de calor (Buderus)

Unidade interior Cassete(VRF)

Unidade interior de VRF		UI -		UI -		UI -	
Modelo VRF de Referência		MMU-AP 0154 HP-E		MMU-AP 0184 HP-E		MMU-AP 0124 HP-E	
Tipo de Unidade		Cassete 4 Vias (90 x 90)		Cassete 4 Vias (90 x 90)		Cassete 4 Vias (90 x 90)	
Potência Equivalente / Refrigerante		1,7 HP	R-410A	2,0 HP	R-410A	1,25 HP	R-410A
		Frio	Calor	Frio	Calor	Frio	Calor
Capacidade Nominal	kW	4,5	5,0	5,6	6,3	3,6	4,0
Caudal de Ar - Alta / Média / Baixa	m ³ /h	930 / 830 / 790		1050 / 920 / 800		800 / 730 / 680	
Pressão Sonora - Alta / Média / Baixa	dB(A)	31 / 29 / 27		32 / 29 / 27		30 / 29 / 27	
Alimentação elétrica		1 x 230 V - 50 Hz + N + T		1 x 230 V - 50 Hz + N + T		1 x 230 V - 50 Hz + N + T	
Potência Absorvida	kW	0,023		0,026		0,021	
Intensidade Nominal Funcionamento	A	0,27		0,29		0,23	
Intensidade de Arranque	A	0,33		0,36		0,30	
Bomba de Condensados		Incluída		Incluída		Incluída	
Capacidade de elevação (da descarga)	mm	660		660		660	
Diâmetro ligação da drenagem (Interno)	mm	25		25		25	
Ligações frigoríficas, linha de Gás	mm/plg.	Ø 12,7 mm (1/2")		Ø 12,7 mm (1/2")		Ø 9,5 mm (3/8")	
Ligações frigoríficas, linha de Líquido	mm/plg.	Ø 6,4 mm (1/4")		Ø 6,4 mm (1/4")		Ø 6,4 mm (1/4")	
Dimensões Unidade (Larg. x Prof. x Alt.)	mm	840 x 840 x 256		840 x 840 x 256		840 x 840 x 256	
Peso da unidade	Kg	20		20		20	
Referência da Grelha		RBC-U31 PGPWE		RBC-U31 PGPWE		RBC-U31 PGPWE	
Dimensões (L x P x Alt.) / Peso Grelha	mm / Kg	950 x 950 x 30 / 4		950 x 950 x 30 / 4		950 x 950 x 30 / 4	




	Customer: Mech Project: 0421_2018 - Centro Escolar Nazaré Revision: Reference:
	Type: 4-Way Cassette Model: MMU-AP0124HP1-E Date: Scale: Unit: Page:

Figura 0.18-Ficha técnica unidade interior cassete VRF (Toshiba)

Unidade interior Mural e Unidade exterior(VRF)

Unidade Interior de VRF		UI -		UI -	
Modelo VRF de Referência		MMK-AP0057HP-E		MMK-AP0077HP-E	
Tipo de Unidade		Mural		Mural	
Potência Equivalente / Refrigerante		0,6 HP	R-410A	0,8 HP	R-410A
		Frio	Calor	Frio	Calor
Capacidade Nominal	kW	1,7	1,9	2,2	2,5
Caudal de Ar - Alta / Baixa	m ³ /h	455/370/270		480/385/270	
Pressão Sonora - Alta / Baixa	dB(A)	33/29/25		35/30/25	
Alimentação elétrica		1 x 230 V - 50 Hz + N + T		1 x 230 V - 50 Hz + N + T	
Potência Absorvida	kW	0,013		0,015	
Intensidade Nominal Funcionamento	A	0,14		0,15	
Intensidade de Arranque	A	0,19		0,20	
Bomba de Condensados		Não Incluída		Não Incluída	
Diâmetro ligação da drenagem (Int.)	mm	16		16	
Ligações frigoríficas, linha de Gás	mm/plg.	Ø 9,5 mm (3/8")		Ø 9,5 mm (3/8")	
Ligações frigoríficas, linha de Líquido	mm/plg.	Ø 6,4 mm (1/4")		Ø 6,4 mm (1/4")	
Dimensões Unidade (Larg. x Prof. x Alt.)	mm	798 x 230 x 293		798 x 230 x 293	
Peso da unidade	Kg	11		11	

Figura 0.19-Ficha técnica unidade interior de parede VRF (Toshiba)

Tabela 0.1-Ficha técnica unidade exterior VRF (Toshiba)

Modelo	Nome		MMY-AP3416HT8P-E	
	Combinação de unidades	Módulo 1	MMY-MAP1806HT8P-E	
		Módulo 2	MMY-MAP1606HT8P-E	
Tipo unidade exterior:				Unidade Inverter
Capacidade arrefecimento			kW	95,4
Capacidade de aquecimento			kW	106
Capacidade			HP	34
Características elétricas	Arrefecimento	Corrente de operação	A	45,3
		Potência nominal	kW	28,9
		ESEER	kW/kW	7,4
		EER	kW/kW	3,3
	Aquecimento	Corrente de operação	A	42,3
		Potência nominal	kW	27
		SCOP	kW/kW	4,97
		COP	kW/kW	3,93
Tipo de arranque		A	Soft Start	
Compressor	Tipo		Hermético - Twin Rotary	
	Potência/Qtd.	kW	6.5x2 + 5.8x2	
Ventilador(es)	Tipo		Axial - Vertical	
	Potência	kW	2.0 + 1.0	
	Caudal	m ³ /h	17300 + 12600	
Permutador de calor				Tubo alhetado
Ligações de tubagem	Gás	Tipo de ligação	Soldar	
		Diâmetro	mm	34,9
	Líquido	Tipo de ligação	Abocardado	
		Diâmetro	mm	19,1
	Equilíbrio	Tipo de ligação	Abocardado	
		Diâmetro	mm	9,5
Nº máximo de unidades interiores				64

ANEXO B- Esquemas de principio

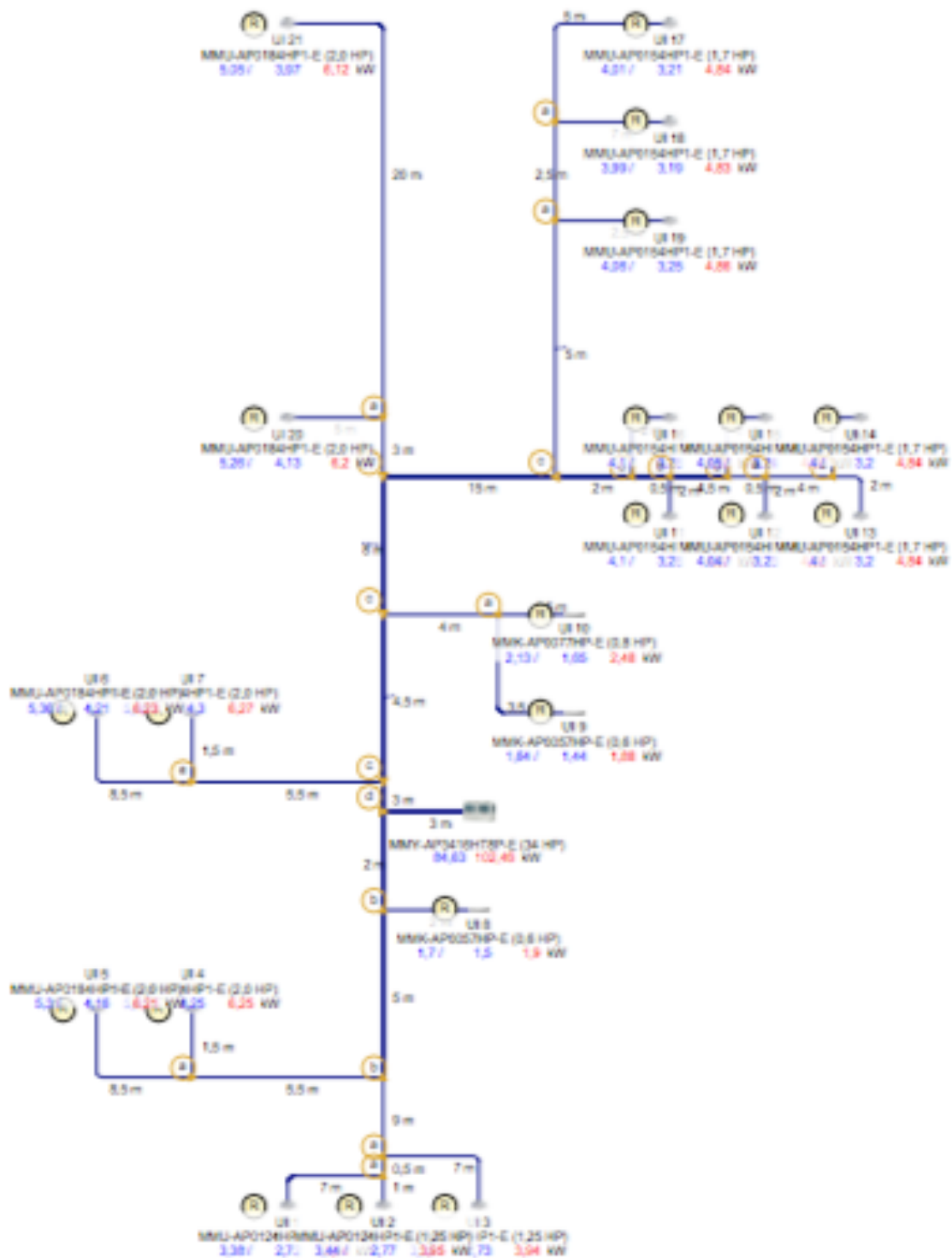


Figura 0.20-Esquema de principio VRF

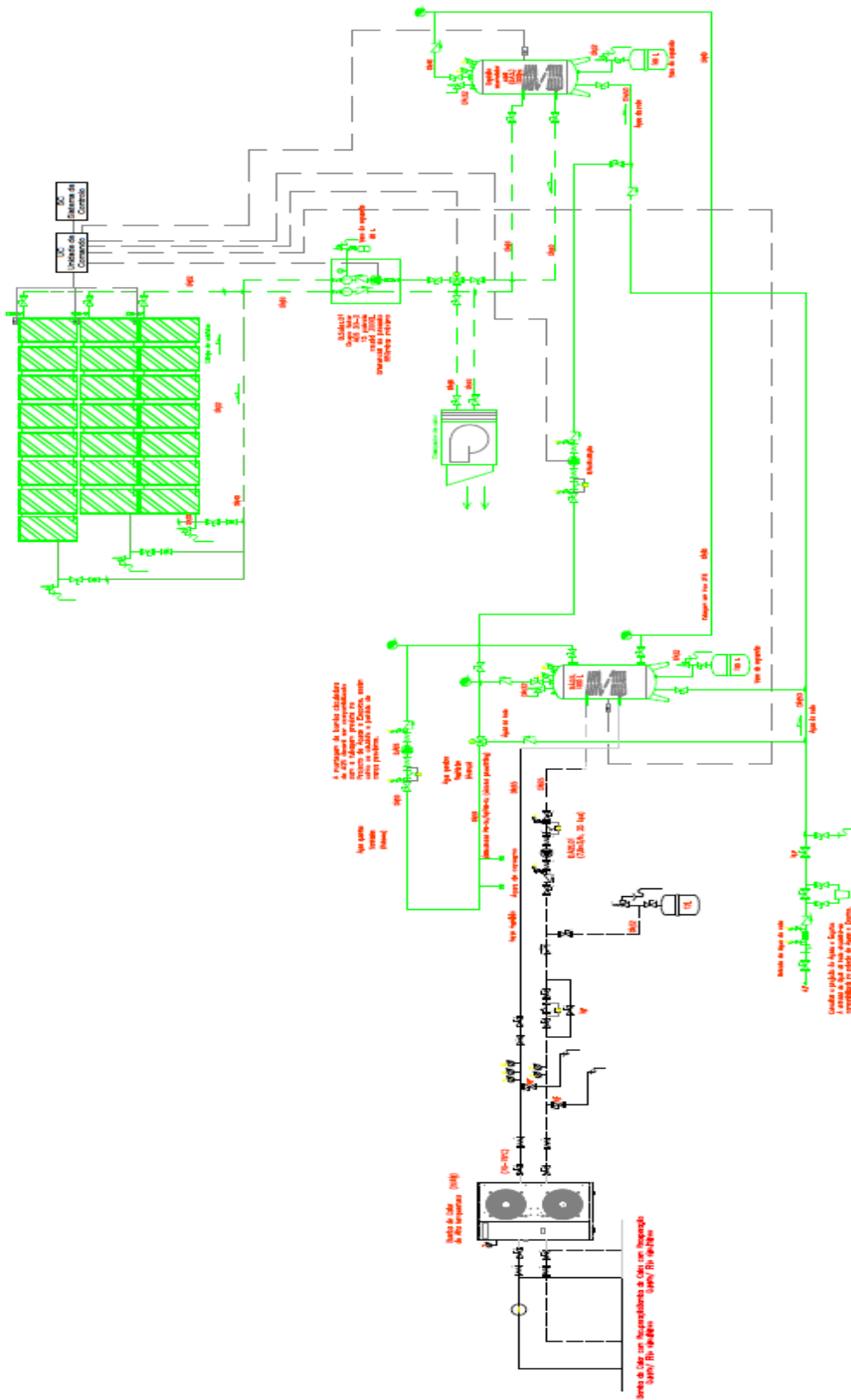


Figura 0.21-Eschema de princípio AQ3

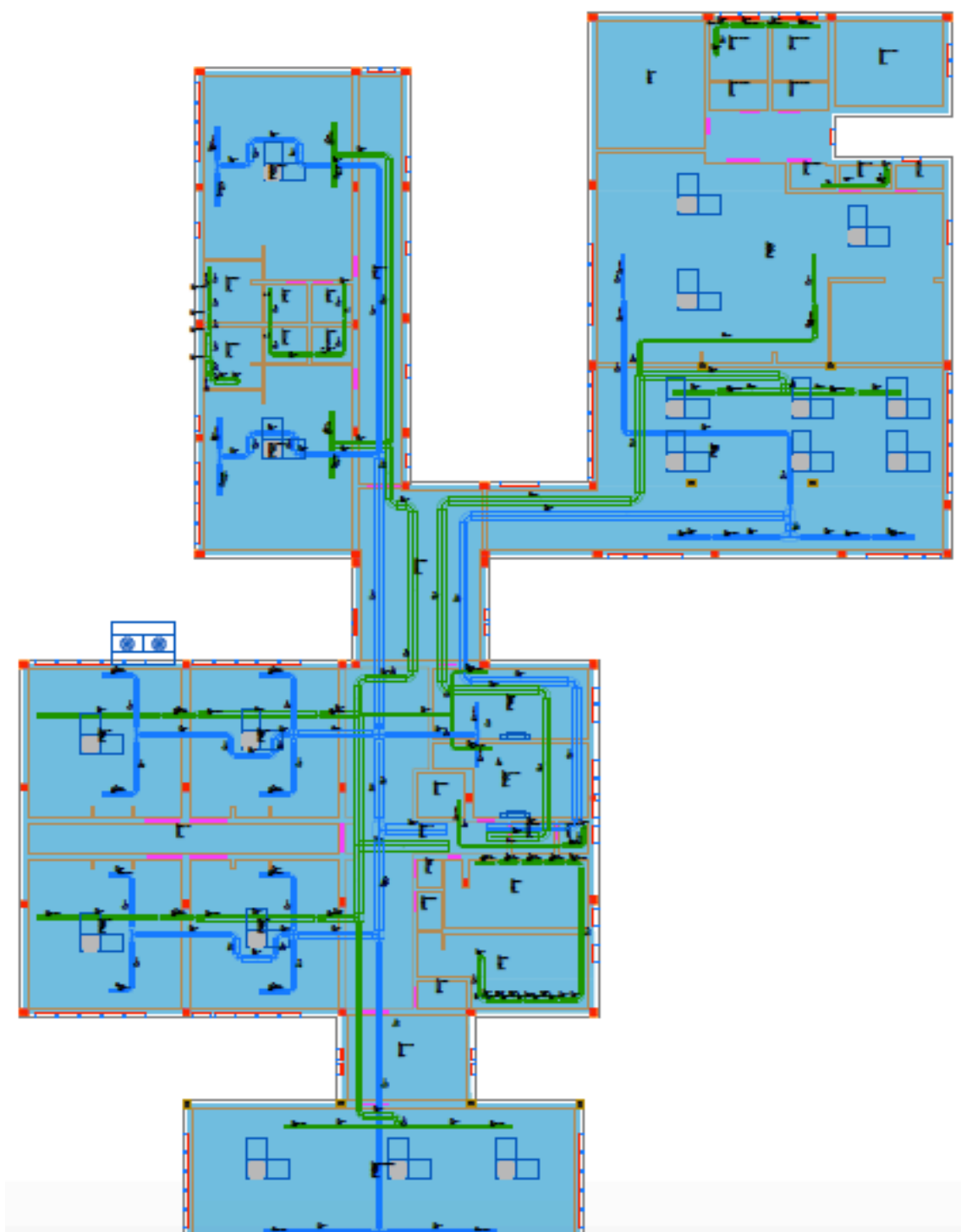


Figura 0.22-Esquema de condutas(Verde extração; Azul Insuflação) (Cype Hvac)

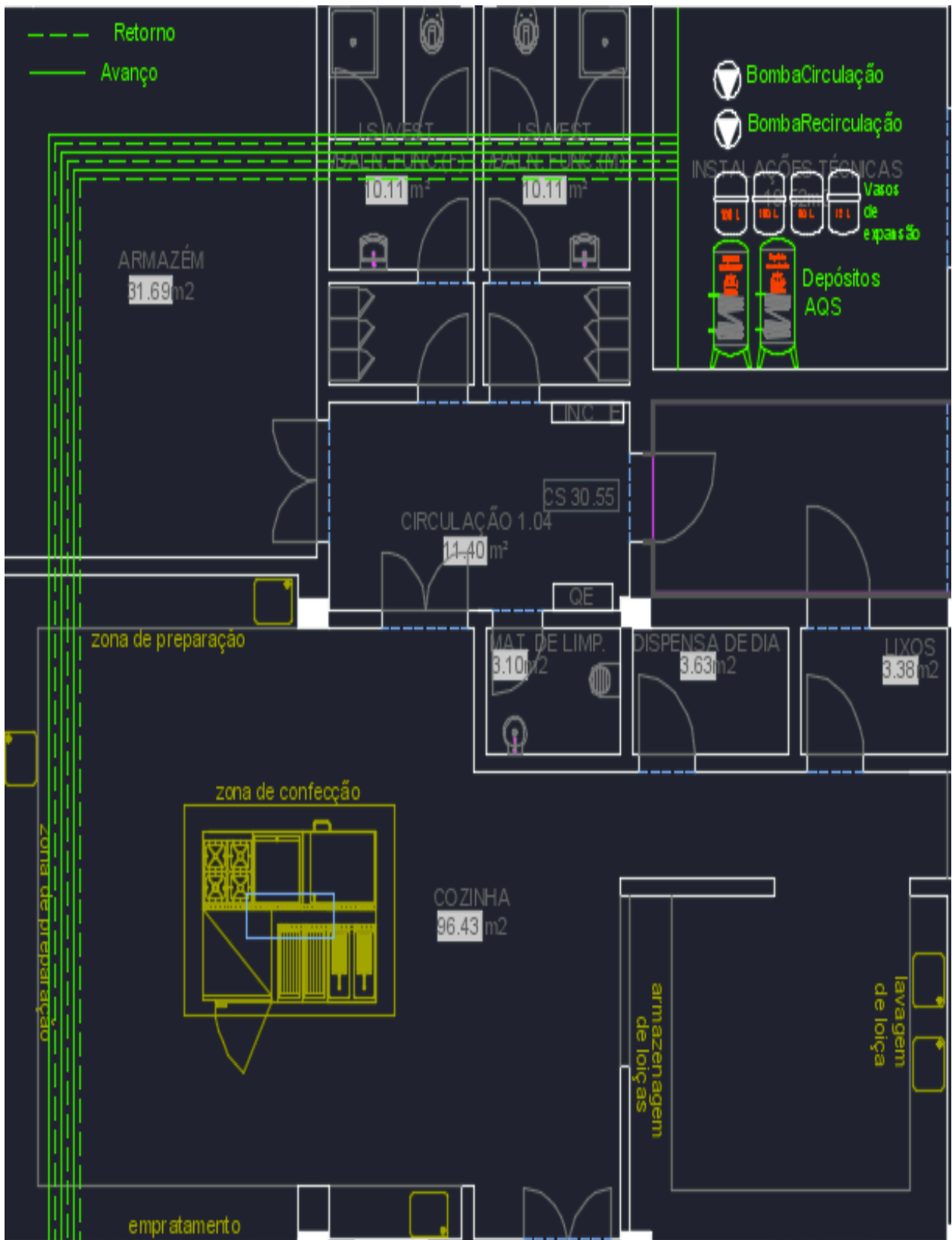


Figura 0.23-Instalações técnicas + Início de tubagem AQS

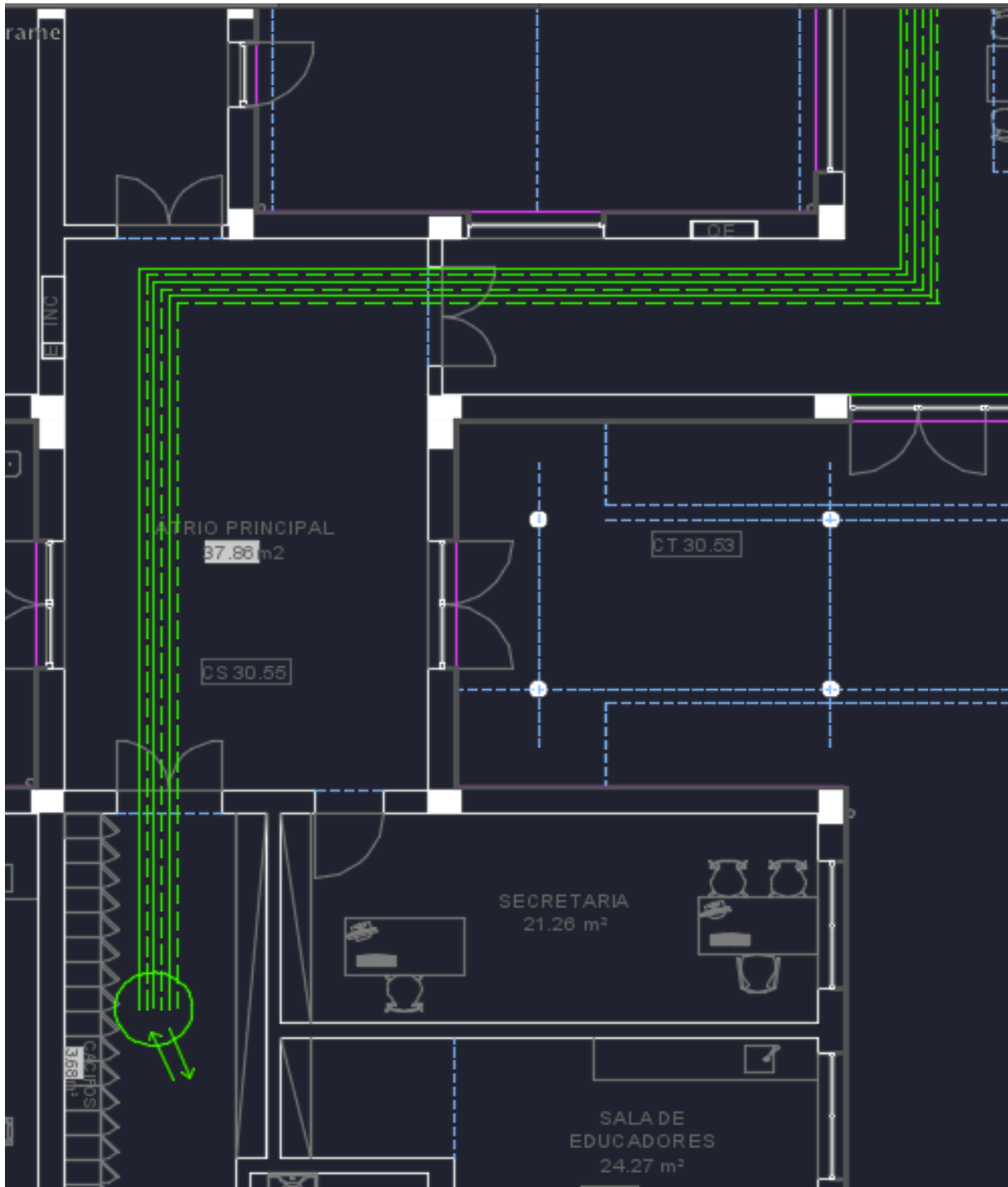


Figura 0.24-Continuação da tubagem AQS

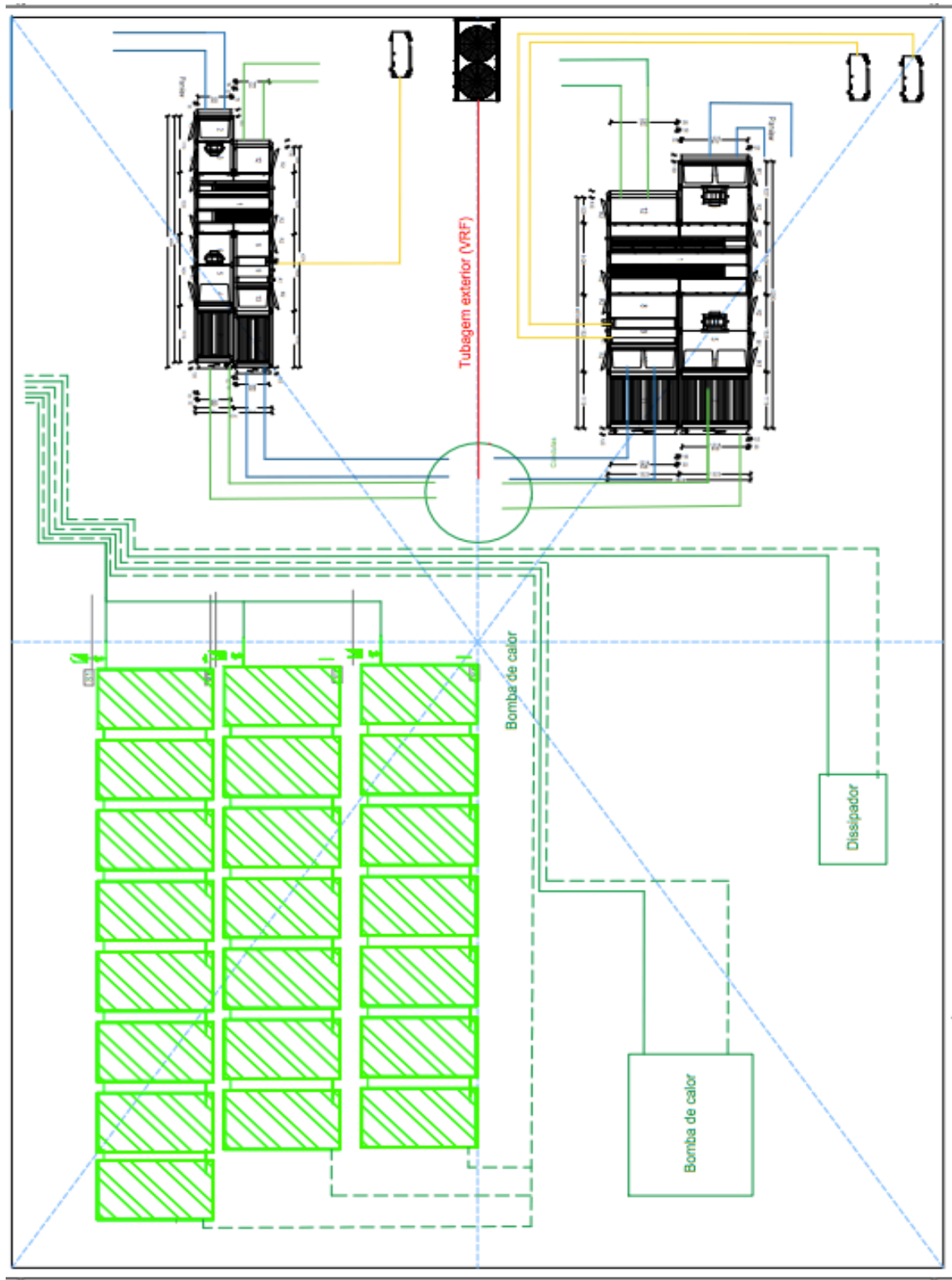


Figura 0.25-Representação dos equipamentos na cobertura

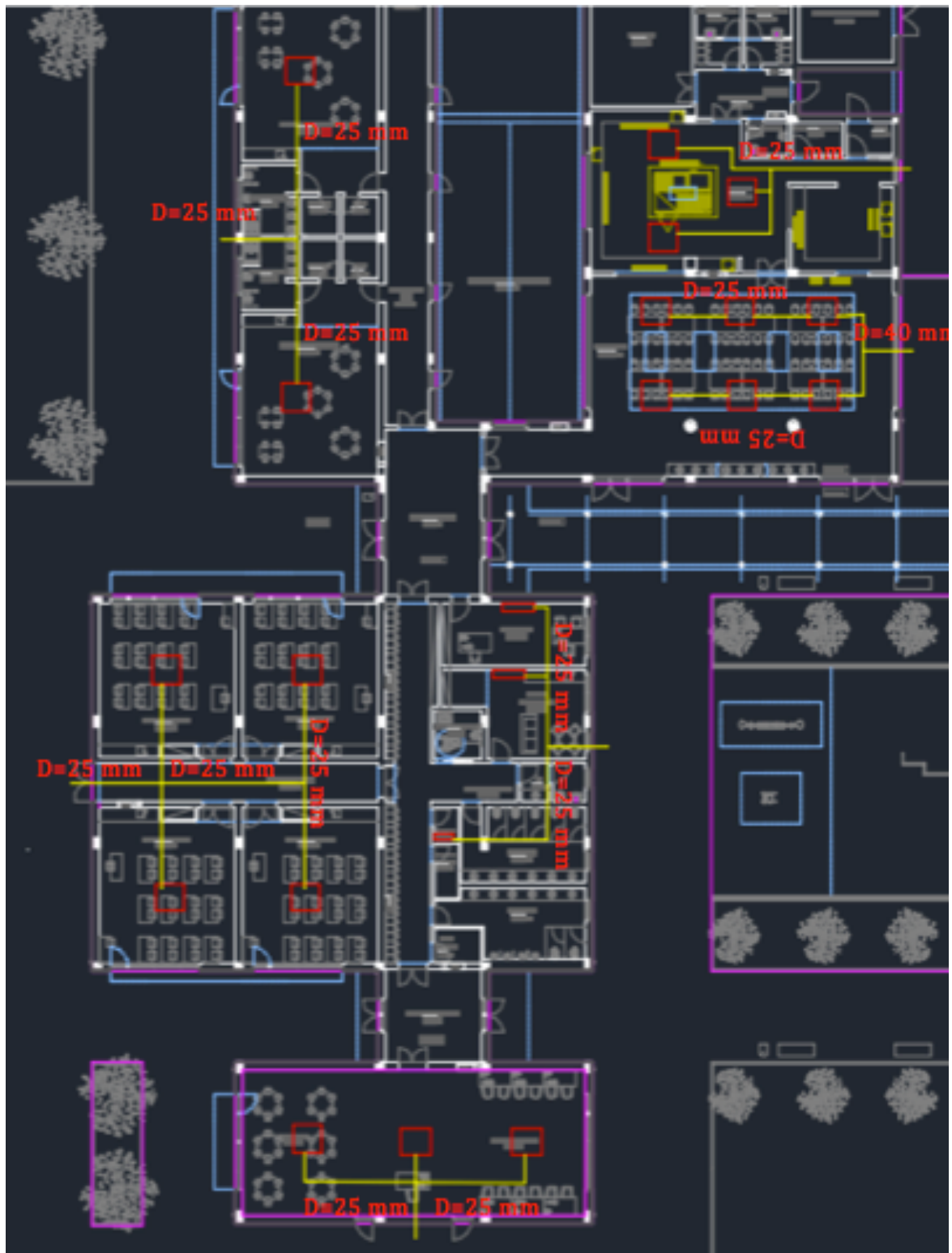


Figura 0.26-Esquema rede de condensados

ANEXO C-ORÇAMENTO

Tabela 0.2-Orçamento UTA + Tubagem

UTA(1)(Sem Cozinha)	1 Unidade- 30 650 €
UTA(2)(Cozinha/Refeitório)	1 Unidade- 23 565 €

Unidades condensadoras que ligam à UTA(1)				
Modelo	Potência(kW)	Quantidade	€/Unidade	€ Total
RAV SP1104AT-E	12	1	2152	2152 €

Tubagem que liga a unidade condensadora à UTA(1)				
Tipo	D(mm)	L(m)	€/m	€
Cobre(Liquido)	9,525	29,3	18	527,4 €
Cobre(Gás)	15,875	29,3	25	723,5 €

Tubagem que liga a unidade condensador à UTA(2)				
Tipo	D(mm)	L(m)	€/m	€
Cobre(Liquido)	9,525	6	18	108 €
Cobre(Gás)	15,875	6	25	150 €

Tabela 0.3-Orçamento condutas + lonas flexíveis

Condutas de insuflação e extração com isolamento de lã mineral			
D(mm)	L(mm)	€/m	€
125	2,3	20	45 €
160	35	23	805 €
180	75	26	1 820 €
200	30	30	3 003 €
224	100	34	3 400 €
250	20	36	720 €
280	14	40	565 €
315	37	45	1 665 €
355	84	48	4 035 €
400	10	65	650 €
500	6,7	80	541 €
Total			17 249 €

Lonas flexíveis para ligação do equipamento às condutas		
Quantidade	€/Unidade	€
1 Conjunto	450	450 €
Total		450 €

Condutas flexíveis para ligação às grelhas incluindo montagens e acessórios		
Quantidade	€/Unidade	€
1 Conjunto	1 000	1 000 €
Total		1 000 €

Condutas exteriores de extração e insuflação com proteção de chapa metálica			
D(mm)	L(m)	€/m	€
355	23	63	1 386 €
500	22	95	2 090 €
Total			3 476 €

Tabela 0.4-Orçamento grelhas

Grelhas de Extração espaços úteis e não úteis(France Air)					
Modelo	Q(m ³ /h)	Dimensões	Unidades	€/Unidade	€
GAC 10	250	200 x 100	2	12,2	24,4 €
GAC 10	300	300 x 150	16	17	272 €
Australe80	60	-	8	10,2	81,6 €
Australe80	90	-	23	10,2	234,6 €
Australe125	145	-	2	13,8	27,6 €
Total					640,2 €

Grelhas de Insuflação espaços úteis(France Air)					
Modelo	Q(m ³ /h)	Dimensões	Unidades	€/Unidade	€
GAC 10	250	200 x 100	2	18,7	37,4 €
GAC 10	300	300 x 150	16	26,2	419,2 €
Australe80	60	-	2	10,2	20,4 €
Australe125	145	-	2	13,8	28 €
Total					505 €

Grelhas de Insuflação espaços úteis(France Air)					
Modelo	Q(m ³ /h)	Dimensões	Unidades	€/Unidade	€
GAV^2 91	300	400 x 200	2	44,7	89,4 €
GAV^2 91	90	300 x 150	8	34,5	276 €
GAV^2 91	200	300 x 150	2	34,5	69 €
GAV^2 91	600	500 x 300	2	65,6	131,2 €
Total					565,5 €

Tabela 0.5-Orçamento Ventiladores

Ventilador WC Crianças + Sistema de fixação (France Air)					
Modelo	PdC(Pa)	Q(m ³ /h)	D(mm)	€	
C.Fast 200	40	540	197	132,80 €	
Sistema de fixação 200				13,80 €	
Ventilador WC Deficientes e Circulação + Sistema de fixação (France Air)					
Modelo	PdC(Pa)	Q(m ³ /h)	D(mm)	€	
C.Fast 125 S	25	180	123	83,1 €	
Sistema de fixação 125 S				10,5 €	
Ventilador WC Alunas/Alunos + Sistema de fixação(France Air)					
Modelo	PdC(Pa)	Q(m ³ /h)	D(mm)	€	
C.Fast 250	300	990	250	200,2 €	
Sistema de fixação 250				24,8 €	
Ventilador Balneários + Sistema de fixação (France Air)					
Modelo	PdC(Pa)	Q(m ³ /h)	D(mm)	€	
C.Fast 160	40	360	158	89 €	
Sistema de fixação 160				15 €	
Ventilador Mat Limpeza e Dispensa de dia + Sistema de fixação (FranceAir)					
Modelo	PdC(Pa)	Q(m ³ /h)	D(mm)	€	
C.Fast 125	11	118,8	123	48,7 €	
Sistema de fixação 125				10,5 €	
Ventilador Arrumos e Vestuário + Sistema de fixação(France Air)					
Modelo	PdC(Pa)	Q(m ³ /h)	D(mm)	€	
C.Fast 89	44	241,1	159	89 €	
Sistema de fixação 160				15 €	
Total					723,4€

Águas Quentes Sanitárias(AQS)

Tabela 0.6-Orçamento vasos de expansão

Vasos de expansão ligação ao depósito (Mecalia)				
Modelo	Volume(L)	Unidades	€/Unidade	€
DP/VRV	100 L	2	225	450 €
Total				450 €
Vasos de expansão ligação ao sistema de apoio(Mecalia)				
Modelo	Volume(L)	Unidades	€/Unidade	€
DP/VRV	12 L	1	40	40 €
Total				40 €

Tabela 0.7-Orçamento depósitos + Termómetro

Depósitos de AQS + Termómetro horizontal (Buderus)				
Modelo	Volume(L)	Unidades	€/Unidade	€
Logalux SU/5	1000	2	3890	7 780 €
Termómetro	-	2	25	50 €
Total				7 830€

Tabela 0.8-Orçamento Painéis solares

Coletores solares + Acessórios (Buderus)			
Modelo	Unidades	€/Unidades	€
LogasolSKN4.0	22	660	14 520€
Estrutura de suporte básica FK 3-2	3	200	600€
Estrutura de suporte básica FK 4-2	19	135	2 565€
Purgador para instalação	3	200	600€
Conjunto de ligações hidráulicas	3	140	420€
Total			4 185€

Tabela 0.9-Orçamento tubagem interior AQS

Tubagem Painéis-Depósito (Teto Falso) + Isolamento				
Material	D(mm)	L(m)	€/m	€
Cobre	40	101	38,73	3 912 €
Tubagem Bomba de calor-Depósito (Teto Falso) + Isolamento				
Material	D(mm)	L(m)	€/m	€
Ferro Preto	50	101	35	3 535 €
Tubagem Dissipador de calor-Bomba circulação(Teto Falso)+ Isolamento				
Material	D(mm)	L(m)	€/m	€
Cobre	50	101	38,73	3 912 €
Total				11 359 €

Tabela 0.10-Orçamento tubagem exterior AQS

Tubagem Painéis-Depósito, exterior c/chapa de alumínio a revestir + Isolamento interior				
Material	D(mm)	L(m)	€/m	€
Cobre	40	52	64,48	3 352,96€
Tubagem Dissipador-Bomba circulação, exterior c/chapa de alumínio a revestir + Isolamento interior				
Material	D(mm)	L(m)	€/m	€
Cobre	40	15	64,48	968€
Tubagem Bomba de calor-Depósito, exterior c/chapa de alumínio a revestir + Isolamento interior				
Material	D(mm)	L(m)	€/m	€
Ferro Preto	50	22	57,5	1 265€
Total				5 585,96€

Tabela 0.11-Orçamento válvulas

Válvulas de retenção			
Modelo	Unidades	€/Unidade	€
DN40	9	33,4	300,6 €
DN50	1	38,4	38,4 €
Válvulas de segurança			
Modelo	Unidades	€/Unidade	€
DN40	8	35	280€
DN50	1	42	42€
Válvula reguladora de caudal			
Modelo	Unidades	€/Unidade	€
DN40	3	30,2	90,6 €
DN50	1	40	40 €
Válvula de seccionamento			
Modelo	Unidades	€/Unidade	€
DN40	35	8,9	311,5 €
DN50	17	15,4	261,8 €
Válvula motorizada de 3 vias			
Modelo	Unidades	€/Unidade	€
DN40	1	108,2	108,2 €
Válvula redutora de pressão			
Modelo	Unidades	€/Unidade	€
DN40	1	66,68	66,69 €
Total			1 539,49 €

Tabela 0.12-Orçamento outros acessórios AQS

Filtros de água "Y" Aço Inox			
Modelo	Unidades	€/Unidade	€
DN40	2	9,23	18,46 €
DN50	2	12	24 €
Manómetro			
Modelo	Unidades	€/Unidade	€
-	10	15,65	156,65 €
Junta anti-vibrável			
Modelo	Unidades	€/Unidade	€
DN40	4	10,20	40,8 €
DN50	6	14	84 €
Pressostatos			
Modelo	Unidades	€/Unidade	€
-	4	16	64 €
Funil de esgoto sifonado			
Modelo	Unidades	€/Unidade	€
-	10	3,5	35 €
Sensores de fluxo			
Modelo	Unidades	€/Unidade	€
-	4	34,96	139,84 €
Termómetros			
Modelo	Unidades	€/Unidades	€
-	7	12,77	89,4 €
Filtro de Polisfosfato			
Modelo	Unidades	€/Unidades	€
-	1	83,6	83,6 €
Bomba de Recirculação e Circulação (Grundfos)			
Modelo	Unidades	€/Unidades	€
15-40 130	2	321	642 €
Dissipador de Calor (Buderus)			
Modelo	Unidades	€/Unidades	€
DGS401A/4	1	890	890 €
Bomba de calor (Buderus)			
Modelo	Unidades	€/Unidades	€
LogaTherm WPL 18 AR	1	7520	7 520 €
Total			9 788,75 €

Climatização

Tabela 0.13-Orçamento unidades exteriores VRF(Toshiba)

Unidades exteriores(Toshiba)			
Modelo	Unidades	€/Unidade	€
MMY-MAP 1806HT8P-E	1	19 600	19 600€
MMY-MAP 1606HT8P-E	1	16 860	16 860€
Total			36 460 €

Tabela 0.14-Orçamento unidades interiores VRF (Toshiba)

Unidades interiores (Toshiba)			
Modelo	Unidades	€/Unidade	€
MMU-AP 0124HP1-E	3	1 898	5 694 €
MMU-AP 0154HP1-E	9	1 961	17 649 €
MMU-AP 0184HP1-E	6	2 010	12 060 €
MMK- AP0057HP-E	2	932	1 864 €
MMK- AP0077HP-E	1	940	940 €
Total			38 207 €

Tabela 0.15-Orçamento Tubagem interior VRF(Toshiba)

Tubagem VRF interior				
D(mm)	Lgás(m)	Lliquido(m)	Ltotal	€
6,35	0	93,57	93,57	1 112 €
9,53	22	38,5	61,5	1 041 €
12,7	75,5	14	89,5	1 846 €
15,87	35,5	23	58,5	1 578 €
19,05	0	10,5	10,5	650 €
22,22	14	0	14	778,05 €
28,57	27,5	0	27,5	1 245 €
34,95	6	0	6	330,05 €
Total				8 580 €

Tabela 0.16-Orçamento Tubagem exterior VRF

Tubagem VRF exterior				
D(mm)	Lgás(m)	Lliquido(m)	Ltotal(m)	€
28,57	8,5	.	8,5	272 €
15,85	.	8,5	8,5	221 €
Total				493 €

Tabela 0.17-Orçamento juntas Y (Toshiba)

Juntas Y			
Modelo	Unidades	€/Unidade	€
RBM-BT24E	1	114,48 €	114,48 €
RBM-BY55E	10	102,74 €	1 027,40 €
RBM-BY105E	5	119,06 €	595,30 €
RBM-BY205E	4	204,74 €	818,96 €
RBM-BY305E	1	277,16 €	277,16 €
Total			2 833,3 €

ANEXO D- SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PERFIS DE OCUPAÇÃO

Parede Interior 2				
Camada	Espessura(m)	Condutibilidade térmica(W/m.K)	Resistência térmica(m2.K/W)	
Resistência térmica interior			0,13	
Reboco Estanhado	0,02	0,45	0,04	
Tijolo 11	0,11	0,77	0,27	
Reboco Estanhado	0,02	0,45	0,04	
Resistência térmica interior			0,13	
			Total	0,48
			Coefficiente de transmissão térmica(U)(W/m2.K)	2,083

Parede Interior 3				
Camada	Espessura(m)	Condutibilidade térmica(W/m.K)	Resistência térmica(m2.K/W)	
Resistência térmica interior			0,13	
Reboco Estanhado	0,02	0,45	0,04	
Betão Termoacústico	0,15	0,2325	0,65	
Reboco Estanhado	0,02	0,45	0,04	
Resistência térmica interior			0,13	
			Total	0,86
			Coefficiente de transmissão térmica(U)(W/m2.K)	1,2

Parede Interior 4				
Camada	Espessura(m)	Condutibilidade térmica(W/m.K)	Resistência térmica(m2.K/W)	
Resistência térmica interior			0,13	
Reboco Estanhado	0,02	0,45	0,04	
Betão Termoacústico	0,25	0,2325	1,08	
Reboco Estanhado	0,02	0,45	0,04	
Resistência térmica interior			0,13	
			Total	1,29
			Coefficiente de transmissão térmica(U)(W/m2.K)	0,78

Parede Interior 5				
Camada	Espessura(m)	Condutibilidade térmica(W/m.K)	Resistência térmica(m2.K/W)	
Resistência térmica interior			0,13	
Reboco Estanhado	0,02	0,45	0,04	
Tijolo 22	0,22	0,2325	0,95	
Reboco Estanhado	0,02	0,45	0,04	
Resistência térmica interior			0,13	
			Total	1,16
			Coefficiente de transmissão térmica(U)(W/m2.K)	0,86

Pavimento				
Camada	Espessura(m)	Condutibilidade térmica(W/m.K)	Resistência térmica(m2.K/W)	
Resistência térmica interior			0,17	
Manta Vinílica	0,01		0,01	
Argamassas não tradicionais	0,11	0,8	0,14	
Poliestireno Expandido	0,03	0,037	0,81	
Resistência térmica interior			0,13	
			Total	0,96
			Coefficiente de transmissão térmica(U)(W/m2.K)	1,041

Cobertura Inclinada				
Camada	Espessura(m)	Condutibilidade térmica(W/m.K)	Resistência térmica(m2.K/W)	
Gesso cartonado Hidrofugo	0,015	0,25	0,044	
Caixa de ar	0,74		0,16	
Betão Armado	0,35	2	0,18	
Poliestereno XPS	0,08	0,037	2,2	
Resistência térmica Interior			0,1	
			Total	2,684
			Coefficiente de transmissão térmica(U)(W/m2.K)	0,32

Cobertura Inclinada				
Camada	Espessura(m)	Condutibilidade térmica(W/m.K)	Resistência térmica(m2.K/W)	
Gesso cartonado Acústico	0,011	0,057	0,2	
Caixa de ar	0,74		0,16	
Betão Armado	0,35	2	0,18	
Poliestereno XPS	0,08	0,037	2,2	
Resistência térmica Interior			0,1	
			Total	2,84
			Coefficiente de transmissão térmica(U)(W/m2.K)	0,32

Figura 0.27- Restantes Soluções Construtivas

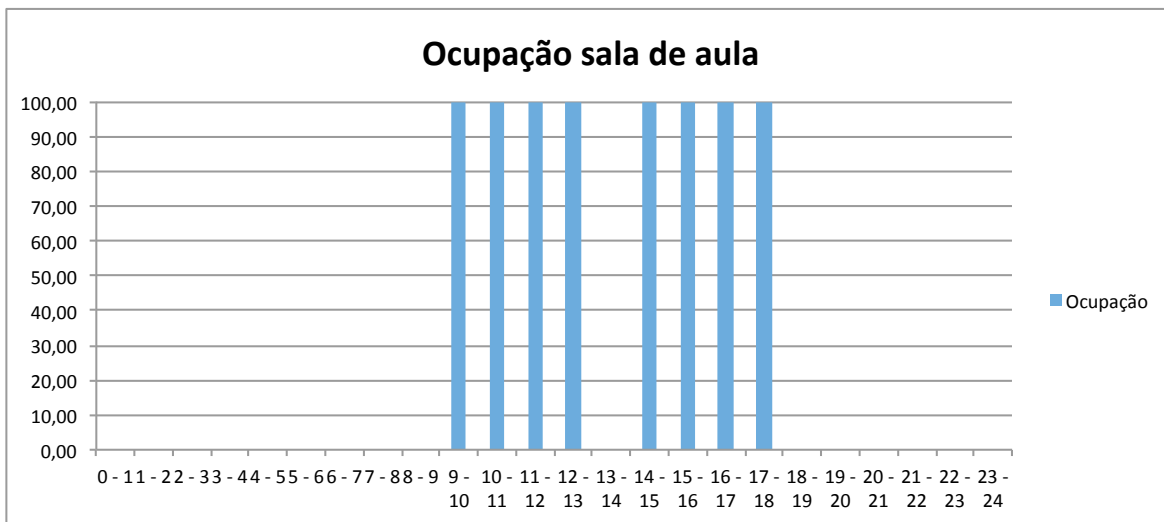


Figura 0.28-Perfil ocupação sala de aula

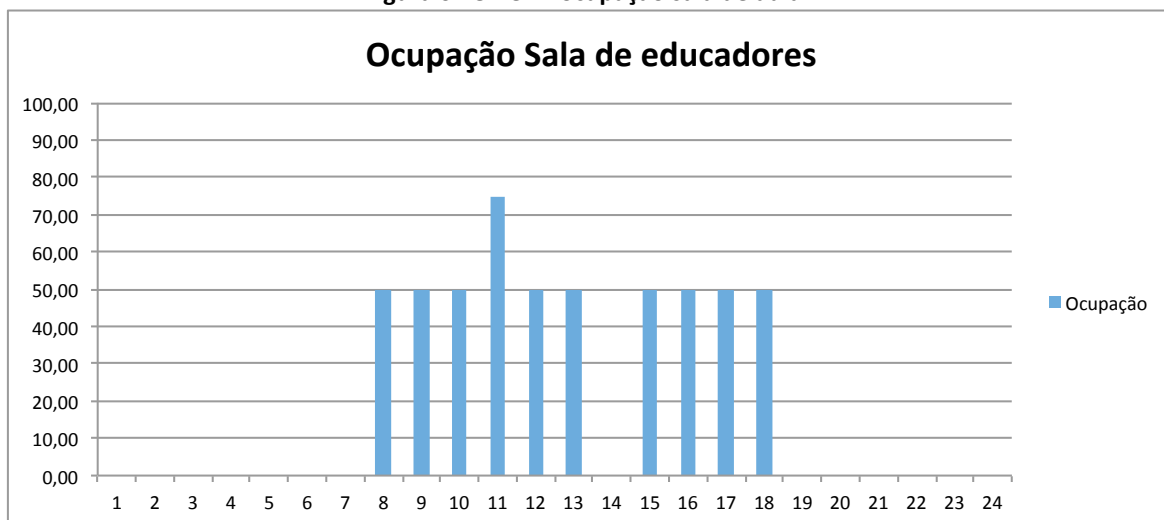


Figura 0.29-Perfil ocupação sala de educadores



Figura 0.30-Perfil ocupação secretaria

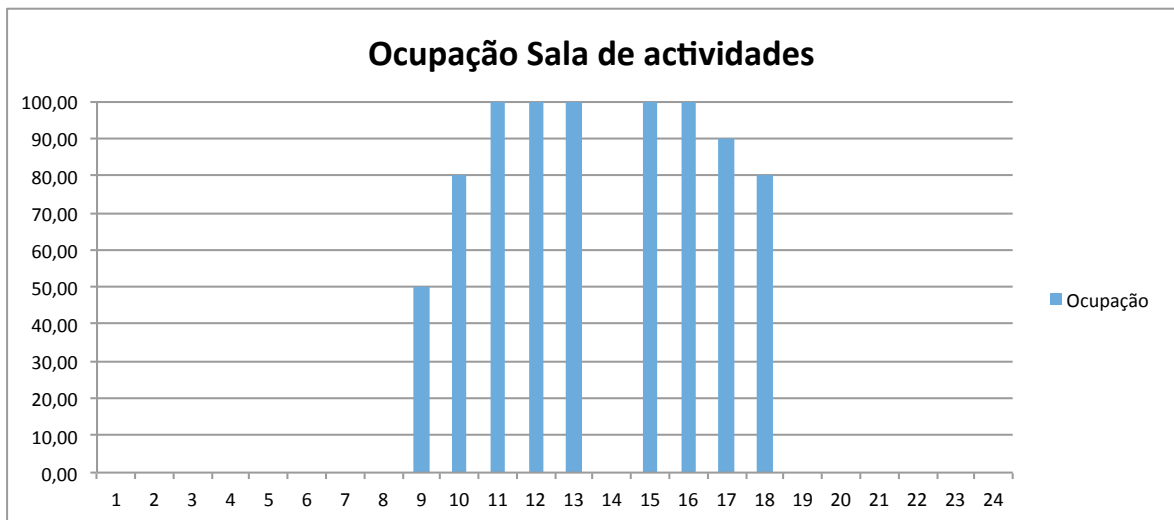


Figura 0.31-Perfil ocupação sala de actividades



Figura 0.32-Perfil ocupação cozinha

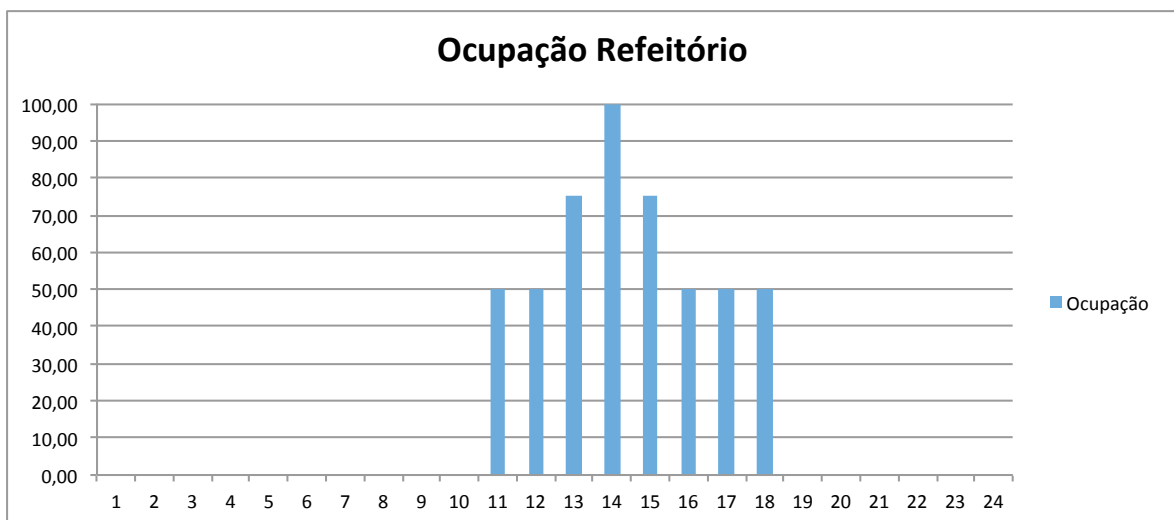


Figura 0.33-Perfil ocupação refeitório