

AULÂNIO EVANDRO GOMES FURTADO

**PROJETO AVAC E SIMULAÇÃO ENERGÉTICA DE
REFEITÓRIO E COZINHA PROFISSIONAL**



UNIVERSIDADE DO ALGARVE
Instituto Superior de Engenharia
2023

AULÂNIO EVANDRO GOMES FURTADO

**PROJETO AVAC E SIMULAÇÃO ENERGÉTICA DE
REFEITÓRIO E COZINHA PROFISSIONAL**

**Mestrado em Engenharia Mecânica
(Energia, Climatização e Refrigeração)**

Trabalho realizado sob a orientação de:

Prof. João Vicente Madeira Lopes



UNIVERSIDADE DO ALGARVE
Instituto Superior de Engenharia
2023

PROJETO AVAC E SIMULAÇÃO ENERGÉTICA DE REFEITÓRIO E COZINHA PROFISSIONAL

Declaração de autoria do Projeto

Declaro ser o autor deste projeto, que é original e inédita. Os autores e obras consultados são devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluídas.

(Aulânio Evandro Gomes Furtado)

©2023, AULÂNIO FURTADO

A Universidade do Algarve reserva para si o direito, em conformidade com o disposto no Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos, de arquivar, reproduzir e publicar a obra, independentemente do meio utilizado, bem como de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição para fins meramente educacionais ou de investigação e não comerciais, conquanto seja dado o devido crédito ao autor e editor respetivos.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho final de mestrado é um projeto individual, contudo existiram durante o longo processo inúmeros contributos para que este dia chegasse.

O meu orientador, o professor João Lopes, contribuiu muito para que conseguisse atingir este objetivo e por isso o meu grande agradecimento. Também deixo aqui o meu agradecimento a todos os meus professores que partilharam os seus conhecimentos durante a minha caminhada. No capítulo de modelação no Cype IFC BUILDER, CYPE LOADS e CYPETHERM EPLUS tenho a agradecer a empresa TOP INFORMÁTICA que com assistências online e os seus workshops permitiu-me aumentar o meu conhecimento nos softwares da CYPE e AutoCAD.

Por fim, mas não menos importante, a família. Minha esposa, a minha filha (a minha maior fonte de motivação para lutar), pais e irmãos também vos agradeço por nunca terem desistido de mim e me terem pressionado para que este dia chegasse.

O meu muito obrigado a todos!

RESUMO

No âmbito do Mestrado em Engenharia Mecânica adquiriu-se conhecimentos sobre os sistemas energéticos de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC) em edifícios, por isso, optou-se por desenvolver um projeto na área do AVAC tendo a escolha recaído no refeitório da Universidade do Algarve no Campus de Gambelas.

Os refeitórios de grande dimensão são espaços com especificidades próprias e com requisitos de conforto térmico e de qualidade do ar interior que os tornam grandes consumidores de energia. Assim o dimensionamento dos sistemas de AVAC deste tipo de edifício são de grande importância.

O presente projeto teve por objetivo a simulação energética e o dimensionamento dos sistemas de AVAC do edifício, constituído pela zona de refeições e pela cozinha profissional.

Numa primeira fase foi efetuado a simulação energética do edifício recorrendo ao programa de modelação CYPE. Após esta fase, recorrendo às cargas térmicas dos diferentes espaços foram definidos e dimensionados os vários sistemas de AVAC.

Depois de conhecer as cargas térmicas para cada espaço diferenciado pela sua utilização, foram dimensionados os sistemas de climatização. Além disso foram também abordados os sistemas de ventilação e controlo de fumos para manter a qualidade do ar interior.

Para concluir, foram elaborados os desenhos de execução do projeto com vários sistemas AVAC nas plantas do edifício.

Palavras Chave: AVAC, Simulação energética, CYPE, Hote, UTAN

ABSTRACT

As part of the Master's Degree in Mechanical Engineering, knowledge was acquired about Heating, Ventilation and Air Conditioning (HVAC) energy systems in Univerity of Algarve at the Gambelas Campus.

Large dining halls or canteens are spaces with their own specificities and with thermal comfort and indoor air quality requirements that make them major energy consumers. Thus, the design of HVAC systems for this type of building is of great importance.

This project aimed to scale the HVAC systems and energy simulation of the canteen, consisting of the dining area and the professional kitchen mentioned above, addressing the various stages of elaboration of an HVAC implementation project.

It began with a survey of the building and the entire surroundings, such as the volumes to be air-conditioned, areas of glazing, walls, roofs, floors, equipment, occupancy and respective construction materials, where the thermal loads were calculated using the CYPE modeling program.

After knowing the thermal loads for each space differentiated by its use, the air conditioning systems were dimensioned. In addition, ventilation and smoke control systems were also addressed to maintain indoor air quality.

Finally, the execution drawings of the project with several HVAC systems in the plans of the building were elaborated.

Keywords: HVAC, Energy Simulation, CYPE, Hote, UTAN

ÍNDICE

1	Introdução	1
1.1	Objetivos e Características do Trabalho.....	2
1.2	Organização do Trabalho	2
2	Estado da Arte.....	3
2.1	Qualidade do ar interior.....	3
2.2	Sistemas de AVAC.....	7
2.3	Tipos de Sistemas de AVAC.....	8
2.3.1	Classificação dos sistemas em função de área climatizada	8
2.3.2	Classificação dos sistemas em função do fluido térmico.....	9
2.4	Equipamentos de AVAC	13
2.4.1	Unidades de Tratamento de Ar	14
2.4.2	Split e Multisplit	16
2.4.3	Fluido Refrigerante Variável - VRF	18
2.4.4	Unidade Terminal – Volume de Ar variável.....	19
2.4.5	Close Control	19
2.4.6	Rooftop	20
2.4.7	Caldeira.....	21
2.4.8	Bomba de Calor	22
2.4.9	Chiller	24
2.4.10	Unidade Terminal - Ventiloinectores	25
2.5	Sistemas de AVAC em cozinhas profissionais	25
2.5.1	Produção de calor.....	25
2.5.2	Sistema de extração nas cozinhas	26
2.5.3	Hotes eficientes	29
2.5.4	Produção de gorduras.....	32
2.5.5	Método de cálculo do caudal de extração	33

3 CÁLCULO DE CAUDAIS, MODELAÇÃO DO EDIFÍCIO E CÁLCULO DAS CARGAS TÉRMICAS COM O CYPE.....	38
3.1 Cálculo dos caudais.....	38
3.1.1 Cálculo do caudal de Ar novo para o refeitório.....	39
3.1.2 Cálculo dos caudais das Hotes.....	40
3.2 Cálculo das cargas térmicas	45
3.2.1 Elementos de construção.....	47
3.2.2 Condições Interiores e exteriores do Refeitório.....	48
3.2.3 Condições de Interiores e exteriores da Cozinha.....	49
3.3 Resultado das Cargas Térmicas.....	55
3.3.1 Arrefecimento	55
3.3.2 Aquecimento	56
4 Simulação Energética do Edifício.....	57
4.1 Necessidade Energética.....	57
4.1.1 Balanço energético anual do edifício.....	57
4.1.2 Necessidade energética mensal de aquecimento e arrefecimento.....	59
4.1.3 Evolução da temperatura.....	59
4.1.4 Modelo de cálculo com agrupamentos de compartimentos.....	60
4.2 Consumo Energético	61
4.2.1 Consumo energético anual do edifício.....	61
4.2.2 Necessidade energética e energia útil proporcionada por zona habitável e mês	61
5 DIMENSIONAMENTO E SELEÇÃO DOS EQUIPAMENTOS	62
5.1 Equipamento AVAC para Refeitório	62
5.1.1 Seleção de UTA	64
5.1.2 Seleção de Difusores e de Grelhas para Refeitório.....	65
5.2 Equipamentos AVAC para Cozinha	66
5.2.1 Seleção das Hotes	66
5.2.2 Ventiladores de extração (desenfumagem).....	68
5.2.3 Seleção de ventilador de indução.....	70
5.2.4 Seleção de Equipamentos de compensação	71
5.3 Seleção do CHILLER.....	76
5.3.1 Seleção da bomba de circuito primário (Chiller – Depósito)	77

5.3.2	Dimensionamento e seleção da bomba do circuito Secundário (Depósito – UTA e UTANs)	78
5.3.3	Cálculo de caudal de água debitado pela UTAN 1 e 2 da Zona de confeção de alimentos	79
5.3.4	Cálculo de caudal de água debitado pela UTAN 3 destinado a zona de lavagem	79
5.3.5	Cálculo do caudal total de água da bomba para o secundário	80
5.3.6	Dimensionamento da rede de tubagem de água em aço INOX	81
5.3.7	Dimensionamento e seleção do depósito de inércia	81
6	Conclusões e Trabalhos Futuros	83
6.1	Análise do trabalho realizado	83
6.2	Trabalhos futuros.....	84
7	Anexos	85
7.1	Anexo 1 – cargas térmicas cype.....	85
7.2	Anexo 2 – Simulação energética	148
7.3	Anexo 3 –rede de condutas do refeitório uta.....	158
7.4	Anexo 4 – rede de condutas da cozinha utans.....	165
7.5	Anexo 5 – rede de condutas de exaustão das hotes.....	180
7.6	Anexo 6 – rede de condutas de indução das hotes	183
7.7	Anexo 7 – peça desenhada do projeto	185
	Referências.....	187

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema "tudo-ar" [2]	10
Figura 2 - Sistema "tudo-água" [2]	12
Figura 3 - Sistema ar-água [2]	13
Figura 4 - Exemplo da composição de uma UTA [3]	14
Figura 5 - Modo de funcionamento de um sistema Split[5]	16
Figura 6 - Sistema Multisplit[5]	17
Figura 7 - Diferentes tipo de Unidade Interna (UI)t: A - UI de parede; B – UI de conduta; C – UI mural; D – UI cassette)[5]	17
Figura 8 - Exemplo de um sistema VRF[5].	18
Figura 9 - Caixa terminal de um sistema VAV[5]	19
Figura 10 - Unidade de Close Control[5]	20
Figura 11 - Aparência exterior de uma Rooftop [6]	21
Figura 12 - Unidade exterior de uma bomba de calor [7]	22
Figura 13 - Bomba de calor a funcionar no Verão [7]	23
Figura 14 - Bomba de calor a funcionar no Inverno [7]	23
Figura 15 – Chiller [8]	24
Figura 16 - Processos de transmissão de calor nas cozinhas industriais[9]	25
Figura 17 - Pluma térmica [9]	26
Figura 18 - Balanço térmico [9]	27
Figura 19 - Hote não conforme e conforme [9]	27
Figura 20 - Hotes para sistemas tipo I [9]	28
Figura 21 - Hotes para sistemas do tipo II [9]	28
Figura 22 - Hote de exaustão [9]	29
Figura 23 - Hote de exaustão e compensação [9]	30
Figura 24 - Hote de exaustão e indução [9]	30
Figura 25 - Hote de exaustão e indução [11]	31
Figura 26 - Hote de exaustão, compensação e indução [9]	31
Figura 27 - Comparação do rendimento dos três filtros [9]	32
Figura 28 - Localização e medidas das hotes	39
Figura 29 - Cálculo do caudal de ar novo[12]	39
Figura 30 - representação de caudais de exaustão, transferência e compensação	41
Figura 31 - Cálculo dos caudais das hotes	44
Figura 32 - Esquema de balanço de caudal	44

Figura 33 planta baixa do piso da cozinha e refeitório	46
Figura 34 - Vista 3D do edifício	46
Figura 35 - Parede exterior	47
Figura 36 - Pavimento interior e em consola	47
Figura 37 – Cobertura	47
Figura 38 - Características de envidraçados consoante área	48
Figura 39 - Valores introduzidos para o refeitório	50
Figura 40 - Perfil de ocupação de restaurante/refeitório[12]	51
Figura 41 - Perfil de iluminação de restaurante/refeitório [12]	51
Figura 42 - Valores introduzidos para a cozinha	52
Figura 43 - Perfil de utilização da cozinha	52
Figura 44 - Valores importados do clima para Faro	53
Figura 45 - Carga térmica de arrefecimento	53
Figura 46 - Carga térmica de aquecimento	54
Figura 47 - Evolução anual da carga de arrefecimento	54
Figura 48 - Evolução horária de carga térmica no dia 21 de Julho	55
Figura 49 - Gráfico de balanço energético do edifício	58
Figura 50 - Necessidade energética e potência instantânea	59
Figura 51 - Gráfico da evolução da temperatura – Faro	60
Figura 52 - Esquema de funcionamento de evolução da temperatura do ar	62
Figura 53 - Diagrama psicrométrico para arrefecimento refeitório	63
Figura 54 - Diagrama psicrométrico para aquecimento do refeitório	63
Figura 55 - UTA duplo fluxo France Air[3]	64
Figura 56 - Difusor para insuflação [14]	65
Figura 57 - Grelha de retorno [15]	65
Figura 58 - Hote clean light [11]	66
Figura 59 - Caraterísticas da hote Four [16]	67
Figura 60 - Dimensões dos módulos da hote de lavagem [16]	68
Figura 61 - Ventilador France Air Simoun (France Air, 2022)	68
Figura 62 - Simoun modelo 630 [18]	69
Figura 63 - Simoun modelo 800 [18]	69
Figura 64 - Seleção de ventilador Primer Néo Modelo 4000 T[19]	70
Figura 65 - Diagrama psicrométrico Arrefecimento cozinha	71
Figura 66 - Diagrama psicrométrico Aquecimento cozinha	72
Figura 67 - UTAN[20]	74

Figura 68 - Chiller EWYQ-F-XS/XL [8]	76
Figura 69 - Especificações do chiller selecionado [8]	77
Figura 70 - Bomba MAGNA3 D 80-120 F[21]	77
Figura 71 - curva da bomba selecionada	78
Figura 72 - Bomba Grundfos MAGNA3 D 65-150 F do circuito secundário	80
Figura 73 - Curva da bomba selecionada	80
Figura 74 - Folha de cálculo utilizada para determinar o diâmetro e espessura da tubagem	81
Figura 75 - Depósito de inércia [24]	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fatores que influenciam a qualidade do ar interior [1].....	3
Tabela 2 - Odores como indicadores de problemas nos edifícios [1].....	5
Tabela 3 - Tipologia dos filtros de ar [4].....	15
Tabela 4 - Caudal de extração por aparelho[9].....	34
Tabela 5 - Taxas de renovação em função do tipo de cozinha [9]	35
Tabela 6 - Classificação dos equipamentos em função do serviço[9].....	36
Tabela 7 - Caudal mínimo em função do serviço e tipo de hote[9].....	37
Tabela 8 - Condições interiores e exteriores de arrefecimento do Refeitório	48
Tabela 9 - Condições interiores e exteriores de aquecimento do Refeitório	49
Tabela 10 - Condições interiores e exteriores de arrefecimento da Cozinha	49
Tabela 11 - Condições interiores e exteriores de aquecimento da Cozinha	50
Tabela 12 - Resultado das cargas térmicas arrefecimento.....	55
Tabela 13 - Resultado das cargas térmicas de aquecimento.....	56
Tabela 14 - resultado do cálculo da necessidade energética.....	57
Tabela 15 - balanço energético do edificio completo.....	58
Tabela 16 - Modelo de cálculo com agrupamento de compartimentos	60
Tabela 17 - Consumo energético anual	61
Tabela 18 - Ficha técnica da UTA.....	64
Tabela 19 - Ficha técnica da Hotte Clean light [11].....	66
Tabela 20 - Dimensões dos módulos e nº de filtros [11].....	67
Tabela 21 - Modelos dos ventiladores selecionados para extração [18]	69
Tabela 22 - Modelos dos ventiladores selecionados para indução	70
Tabela 23 - Potência e caudais das UTAN	73
Tabela 24 - Resumo de Potência e caudais das UTANs.....	74
Tabela 25 - Condições de funcionamento da UTAN 1 e UTAN 2[20].....	75
Tabela 26 - Condições de aquecimento da UTAN 1 e UTAN 2 [20].....	75
Tabela 27 - Condições de arrefecimento da UTAN 3 [20].....	75
Tabela 28 - Condições de aquecimento da UTAN 3 [20]	76
Tabela 29 - UTAN France Air selecionado.....	76
Tabela 30 - Tabela de seleção do depósito de inércia [24].....	82

LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS

ASHRAE	American Society of Heating Refrigeration and Air-Conditioning Engineers
AVAC	Aquecimento ventilação e Ar condicionado
Cov	Compostos orgânicos voláteis
LNEC	Laboratório de Engenharia Civil
QAI	Qualidade do Ar Interior
RSP	Partículas respiráveis em suspensão
UTA	Unidade de Tratamento de Ar
UTAN	Unidade de Tratamento de Ar Novo
VAV	Volume do Ar Variável
VRF	Fluído Refrigerante Variável
VC	Ventiloconvectores

LISTA DE SÍMBOLOS E UNIDADES DE MEDIDA

Símbolo	Vigência
W	Watt unidade de potência
KW	Quilowatt unidade de potência
kWh	Quilowatt hora unidade de energia
m^3/h	Metro cúbico por hora unidade de caudal
W/m^2	Watt por metro quadrado
CO_2	Dióxido de carbono
T	Temperatura
l/s	Litros por segundo unidade de caudal
l/h	Litros por hora unidade caudal
m	metros - unidade de comprimento
Kg/s	Unidade de Caudal mássico
KJ/Kg	Unidade das Entalpias
Kg/m^3	Unidade Massa específica
ρ	Massa específica
CP	Calor específico
$J/Kg^\circ C$	Unidade do calor específico

1

INTRODUÇÃO

A Engenharia dos Edifícios nos tempos que correm são desafios crescente. A civilização Mundial encontra-se num crescimento exponencial, onde cada um procura encontrar o maior conforto e segurança a vários níveis como económico, social, entre outros, mas também ambiental. Aliando este facto ao estilo de vida, contemporâneo no qual as pessoas passam cada vez mais tempo no interior dos edifícios, é sem dúvida vital encontrar soluções e técnicas que satisfaçam os requisitos ambientais necessários ao conforto e segurança dos ocupantes.

Hoje em dia, quer em unidades hoteleiras quer na restauração em geral, há uma grande preocupação com a segurança, o conforto térmico e de qualidade do ar interior, tanto com os clientes como com os colaboradores.

Estudos feitos e avanço das tecnologias contribuem de forma significativa para promover e garantir melhores condições de trabalho, consequentemente um bom desempenho dos colaboradores que trabalham nas proximidades de grandes equipamentos instalados nas cozinhas industriais.

O intuito deste trabalho é o de projetar o sistema AVAC mais adequado para o espaço do refeitório e do espaço de confeção de alimentos do refeitório da Universidade do Algarve – Campus de Gambelas. Os principais critérios de base do projeto serão: a garantia do nível de conforto (térmico e de QAI), a eficiência energética, a integração arquitetónica, a regulamentação em vigor e o custo de investimento.

1.1 OBJETIVOS E CARACTERÍSTICAS DO TRABALHO

Este trabalho tem como objetivo colocar em prática os conhecimentos adquiridos durante o Mestrado em Engenharia Mecânica - Energia, Climatização e Refrigeração. Pretende-se efetuar um projeto que inclua avaliação energética e dimensionamento dos sistemas de aquecimento e ventilação e ar condicionado (AVAC) do refeitório e do espaço de confeção de alimentos da Universidade do Algarve – Campus de Gambelas. O projeto terá por objetivo estudar os sistemas AVAC mais atuais e de maior eficiência energética para este tipo de espaços.

As cozinhas profissionais e os espaços públicos contíguos possuem características próprias que obrigam à utilização de sistemas de AVAC com consumos de energia consideráveis. A escolha do correto sistema AVAC e o seu dimensionamento é uma tarefa de engenharia importante com implicações no investimento inicial e nos custos da futura exploração.

1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Neste capítulo (1), justifica-se a escolha do tema, bem como as motivações e objetivos que levaram à realização deste trabalho.

O capítulo (2) Estado da Arte, apresenta a estrutura teórica dos sistemas AVAC e diferentes tipos de sistemas e equipamentos AVAC.

No capítulo (3) caracterizam-se e apresentam-se as envolventes exterior e interior do edifício efetuou-se a modelação de todos os espaços no software CYPE IFC BUILDER, com a modelação feita obteve-se as cargas térmicas a partir do software CYPETHERM LOADs. Depois calculou-se as necessidades de ar novo do refeitório a partir de uma folha de cálculo da LNEC e de seguida dimensionou-se os caudais de extração de todo o edifício.

No capítulo (4) a partir da modelação do edifício, e caracterização dos espaços no capítulo anterior é feita a simulação energética através do software CYPETHERM Eplus.

No capítulo (5) é feita o dimensionamento e a seleção dos equipamentos que compõem o sistema AVAC. E o por fim é apresentada no capítulo (6) as principais conclusões, tendo em conta os objetivos propostos.

2

ESTADO DA ARTE

Este capítulo contém a informação pesquisada relativa aos seguintes temas: sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC), equipamentos AVAC destinados a cozinhas profissionais, qualidade do ar interior, conforto térmico e as diferentes funções e parâmetros utilizados para desenvolver uma simulação dinâmica no CYPE

2.1 QUALIDADE DO AR INTERIOR

A qualidade do ar no interior de edifícios é um aspeto importante na conceção e instalação de sistemas de AVAC. É um fator crucial, pois tem um impacto direto no conforto e nas exigências das pessoas.

A composição do ar interior de um edifício é influenciada pela sua localização, clima, sistema de ventilação do edifício, fontes de contaminação (como mobiliário, fontes de umidade, processos de trabalho e atividades, e poluentes externos) e o número de ocupantes do edifício. Alguns desses fatores e fontes estão detalhados na Tabela 1[1].



Tabela 1 - Fatores que influenciam a qualidade do ar interior [1]

Fator	Fonte
Temperatura e valores extremos de humidade	Colocação imprópria dos dispositivos de medição (termostatos), deficiente controlo de humidade, incapacidade do edifício de compensar extremos climáticos, número de equipamentos instalados e a densidade de ocupação.
Dióxido de carbono	Número de pessoas, queima de combustíveis fósseis, (gás, aquecedores, etc.).
Monóxido de carbono	Emissões de veículos (garagens, entradas de ar), combustão, fumo do tabaco.
Formaldeído	Madeira prensada, contraplacado não selado, isolamento de espuma de ureia – formaldeído, tecidos, cola, carpetes, mobiliário, papel químico.
Partículas	Fumo, entradas de ar, papel, isolamento de tubagens, resíduos de água, carpetes, filtros de AVAC, limpezas.
Compostos Orgânicos Voláteis (COV)	Fotocopiadoras e impressoras, computadores, carpetes, mobiliário, produtos de limpeza, fumo tintas, adesivos, calafetagem, perfumes, laca, solventes.
Ventilação inadequada (ar exterior insuficiente, deficiente circulação)	Medidas de poupança de energia e manutenção, má conceção do projeto do sistema de AVAC, operação deficiente de funcionamento, alteração do sistema de funcionamento do AVAC pelos ocupantes, desajustada dos espaços em avaliação.
Matéria microbiana	Água estagnada em sistemas de AVAC, materiais molhados e húmidos, desumidificadores e torres de arrefecimento.

Para o responsável pela avaliação da Qualidade do Ar Interior (QAI) de um edifício, é extremamente importante abordar todas as reclamações relacionadas ao ambiente interno e estabelecer credibilidade por meio de uma comunicação aberta com os ocupantes. Dado que os padrões de conforto variam de pessoa para pessoa, é provavelmente impossível satisfazer completamente todos os ocupantes do edifício, uma vez que o conforto é um conceito subjetivo.

Dentro de qualquer grupo de pessoas em um edifício, pode haver indivíduos hipersensíveis ao ambiente, que são afetados negativamente por uma ampla variedade de fatores ambientais, mesmo em níveis de exposição relativamente baixos. Para esses casos especiais, pode ser necessário realizar avaliações adicionais para determinar a causa da sensibilidade.

Existem vários indicadores/sintomas que fornecem informações ao técnico de QAI sobre a condição atual do ar, incluindo:

- Odores desagradáveis;
- Superlotação;
- Falta de condições sanitárias adequadas;
- Poeira ou partículas suspensas no ar;
- Problemas de umidade, como crescimento visível de fungos;
- Presença de substâncias químicas.

Esses indicadores são considerados no processo de avaliação da QAI para identificar eventuais problemas e tomar as medidas necessárias para melhorar a qualidade do ar interior.

Na Tabela 2 são enumerados os odores como indicadores de problemas nos edifícios.

Tabela 2 - Odores como indicadores de problemas nos edifícios [1].

Descrição	Problema	Queixas
Gases de escape da exaustão (diesel)	Monóxido de carbono	Dores de cabeça, náuseas, cansaço, vertigens
Odores corporais	Sobre lotação, baixa taxa de ventilação (elevados níveis de dióxido de carbono)	Dores de cabeça, cansaço, abafamento
Cheiro a mofo (bafio)	Material microbiano	Sintomas de alergia
Cheiro a químicos	Formaldeído, pesticidas, outros químicos	Irritação dos olhos, nariz e garganta
Cheiro a solventes, perfumes, outros	COVs	Odores, sintomas de alergia, vertigens, dores de cabeça
Cheiro a cimento molhado, pó, calcário	Partículas, sistema de humidificação	Olhos secos, problemas respiratórios, irritação do nariz e garganta, irritação na pele, tosse, espirros
Odor de gás de esgoto (efluente)	Sifão de água seco nos drenos do chão de casas de banho e porões	Cheiro a efluente doméstico

Como mencionado anteriormente, a ventilação é essencial em edifícios. Antes da utilização de tecnologias avançadas, recorria-se principalmente à ventilação natural, criando correntes

de ar que percorriam os espaços e promoviam a renovação do ar interior. Esse método ainda é amplamente utilizado devido ao seu baixo custo, praticamente nulo. No entanto, com o avanço da tecnologia, a ventilação tornou-se cada vez mais mecanizada, utilizando sistemas que permitem ao ser humano suprir as necessidades de ar novo e realizar as renovações adequadas para cada tipo de espaço ou atividade. A renovação do ar é essencial e a forma mais simples de "limpar" o ar interior, tornando a ventilação indispensável. O aumento do uso de sistemas mecânicos está diretamente relacionado ao aprimoramento da qualidade do ar interior, que não pode ser alcançado apenas com a ventilação natural. O ar externo passa por sistemas de tratamento de ar antes de ser introduzido no ambiente interno.

A ventilação está intimamente ligada à filtragem, que é o método mais comum para eliminar partículas respiráveis em suspensão e uma parte dos microrganismos transportados pelo ar. Um sistema de filtragem inadequado ou inexistente pode, na verdade, contribuir para a disseminação de agentes alergênicos ou patogênicos, em vez de melhorar a qualidade do ar interior. Isso ocorre porque o ar que circula em um edifício, muitas vezes em grandes volumes, arrasta diversas bactérias, como pólen, poeira, bactérias, fungos, entre outros. Essas partículas podem se depositar nas superfícies internas dos dutos e contaminar as pessoas que frequentam o espaço que deveria receber esse ar tratado [2].

Particularmente nas cozinhas com a preparação de refeições, os trabalhadores encontram-se sujeitos a diversas substâncias nocivas, presentes nos fumos ou vapores resultantes não apenas dos processos de culinária, mas também dos produtos de limpeza e desinfetantes utilizados. Estas substâncias podem incluir Compostos Orgânicos Voláteis (COV), Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAP), gorduras e vapor de água. Um exemplo notório é a gordura animal, que, quando grelhada a altas temperaturas, liberta aproximadamente 200 COV, alguns dos quais possuem propriedades tóxicas com efeitos cancerígenos e mutagênicos [1]

O impacto dessas substâncias no organismo humano pode variar dependendo de vários fatores, tais como o tipo de alimentos preparados e, conseqüentemente, as substâncias libertadas a partir deles, a concentração dessas substâncias no ambiente de trabalho, o tipo de combustível utilizado, as técnicas de preparação, o tipo de óleo usado, bem como a duração e a intensidade da exposição por parte dos trabalhadores. Esses fatores podem desencadear reações agudas ou crônicas no organismo, e em casos mais graves, podem levar ao

desenvolvimento de condições crônicas. Existem estudos, como os conduzidos por Faust, [1] que alertam para um aumento do risco de cancro entre os trabalhadores da indústria hoteleira e da restauração.

2.2 SISTEMAS DE AVAC

Os sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC) têm como principal característica a capacidade de proporcionar conforto ao longo de todo o ano, desde o Verão até ao Inverno, através da manipulação das características do ar proveniente do exterior. Esta manipulação é crucial devido à energia gerada pelos ocupantes do espaço, atividades específicas, bem como aos equipamentos presentes e às condições meteorológicas exteriores. O uso do espaço resulta na libertação de dióxido de carbono (CO₂) e vapor de água, podendo também ocorrer odores e gases, como na cozinha. Além desses fatores, a temperatura exterior e a incidência solar também podem afetar diretamente a temperatura interna, o nível de humidade no ar e, conseqüentemente, o conforto. É, portanto, importante tratar o ar interior, ajustando as condições do espaço de acordo com as necessidades.

O conforto não é apenas determinado pelo controlo da temperatura, mas também pela humidade e pela qualidade do ar. É igualmente importante que o espaço não apresente odores desagradáveis, concentrações de poluentes ou partículas tóxicas. Para atender a essa necessidade, são utilizados sistemas de ventilação. É amplamente reconhecido que a sensação de conforto varia de acordo com fatores como a roupa usada, a idade da pessoa, o estado de saúde e o nível de atividade. Portanto, condições internas agradáveis não só impactam o bem-estar dos ocupantes, mas também sua produtividade, desempenho e até mesmo as taxas de acidentes de trabalho. Temperaturas internas extremas reduzem a atividade cerebral e a capacidade de realizar tarefas manuais [2].

Em resumo, o conforto é alcançado através da renovação do ar no espaço. Essa ação restaura a qualidade do ar interior, a fim de preservar a saúde dos ocupantes. Para isso, é necessário tratar o ar ambiente, ajustando sua temperatura e humidade para obter as condições de conforto adequadas em cada estação do ano. A entrada e a saída de ar são realizadas por meio da ventilação, que, quando feita corretamente, pode contribuir para a longevidade dos espaços e dos equipamentos.

Em termos práticos (no projeto) e para manter as condições de conforto, às vezes é necessário criar espaços com pressão negativa, a fim de evitar a contaminação de áreas adjacentes. Isso se aplica a espaços como casas de banho, cozinhas e áreas onde é permitido fumar. Por outro lado, em áreas como salas de servidores ou salas de computadores, a

pressão no ambiente deve ser positiva para evitar a entrada de poeira, que pode danificar os equipamentos.

Para determinar o volume de ar a ser recirculado para tratar os vários espaços, é necessário calcular os ganhos e perdas de calor que ocorrem no ambiente. Esses ganhos e perdas são chamados de cargas térmicas, que podem ser sensíveis ou latentes.

Existem diversas formas de adicionar ou remover carga térmica em um determinado local, sendo que a forma mais comum é usar um fluido térmico, que atravessa o local, libertando ou removendo o calor conforme necessário

2.3 TIPOS DE SISTEMAS DE AVAC

Um sistema de AVAC é constituído por uma variedade de equipamentos e componentes que tratam e transportam o ar do ambiente do espaço em questão. A maioria dos sistemas de AVAC desempenha as seguintes funções [2]:

- Fornecer a energia necessária para arrefecer ou aquecer;
- Regular o fornecimento de ar, ou seja, libertar ou remover o calor, humidificar ou desumidificar, purificar e limpar, além de reduzir qualquer ruído gerado pelo sistema;
- Distribuir o ar climatizado, garantindo um suprimento adequado de ar externo para o espaço;
- Manter as condições internas dentro de parâmetros específicos, controlando a temperatura, a humidade, a limpeza, a ventilação, o nível de ruído e a pressão diferencial entre o ambiente climatizado e suas áreas adjacentes.

2.3.1 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS EM FUNÇÃO DE ÁREA CLIMATIZADA

Considerando a área atendida pelo sistema e o local onde o ar é aquecido ou arrefecido, os sistemas podem ser classificados como centralizados ou individuais. Um sistema centralizado serve todo o edifício, ou grande parte dele, e a unidade principal está localizada em uma área específica (como uma sala técnica), acessível apenas à equipa responsável pela operação e manutenção do sistema. A climatização dos espaços é realizada por meio de um fluido térmico que circula em um circuito secundário, sem interação direta com o circuito primário [2]. Um exemplo desse tipo de sistema é a Unidade de Tratamento de Ar (UTA), usada quando é necessário fornecer ar a vários espaços.

Já um sistema individual é, na verdade, um aparelho ou conjunto de aparelhos que serve apenas um espaço limitado. Na maioria das vezes, o sistema utilizado é conhecido como "split", que será abordado no Capítulo 2.4.2.

Devido à ampla variedade de possibilidades na concepção de um sistema, surge um terceiro grupo denominado sistemas modulares. Um exemplo desse grupo são os sistemas de fluido refrigerante variável (VRF), nos quais há apenas um circuito, composto por fluido refrigerante, que se estende até os locais a serem climatizados. Esse tipo de equipamento é frequentemente classificado como centralizado e/ou individual, pois pode abastecer vários espaços e ser facilmente expandido, consistindo em uma ou mais unidades exteriores e diversas unidades interiores.

2.3.2 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS EM FUNÇÃO DO FLUIDO TÉRMICO

Os sistemas também podem ser classificados com base no tipo de fluido térmico utilizado, secundário principalmente nos sistemas centralizados. Podem ser categorizados como "ar total", "água total" ou "ar-água". Nos sistemas descentralizados, o fluido térmico utilizado é o fluido frigorigéneo, que circula nos equipamentos do sistema.

Nos sistemas "ar total", o ar climatizado é conduzido até o local de climatização após ser aquecido ou arrefecido previamente em uma Unidade de Tratamento de Ar (UTA). Existem duas configurações básicas para essa solução: sistemas de conduta simples e sistemas de conduta dupla. No primeiro caso, todo o ar de insuflação é enviado por uma única conduta para diferentes espaços. Atualmente, esse é o sistema mais comumente utilizado dentro dos sistemas "ar total". No segundo caso, o sistema é composto por uma conduta que transporta o ar quente e outra que transporta o ar frio. A temperatura do ar de insuflação é ajustada por meio da mistura desses dois fluxos em uma caixa de mistura. É importante notar que, quando o sistema está operando no modo de aquecimento, o ar frio frequentemente consiste em ar externo não arrefecido, apenas filtrado. O oposto ocorre quando o sistema está no modo de arrefecimento. Atualmente, o sistema de conduta dupla é raramente utilizado devido ao espaço que ocupa.

Dentro dos sistemas "ar total", é possível a instalação de sistemas que realizam a mistura do ar (insuflado e existente) ou sistemas que deslocam o ar existente (o ar insuflado "empurra" o ar existente no espaço). A Figura 1 ilustra um exemplo em que o ar é insuflado no espaço e, após a extração, é reaproveitado e tratado na UTA antes de ser insuflado novamente.

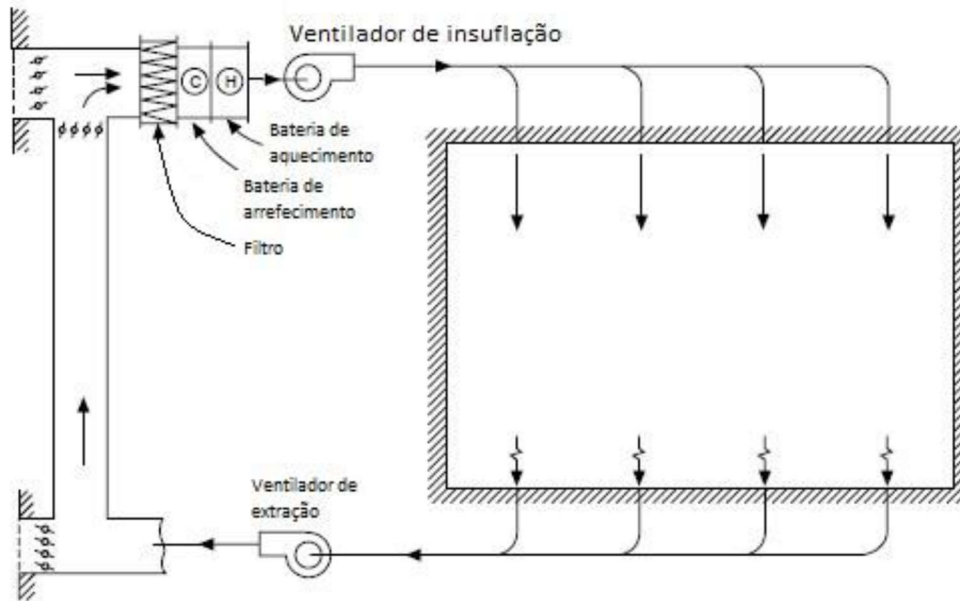


Figura 1 - Sistema "tudo-ar" [2]

Nos sistemas "total-água", a energia térmica é transportada para o local de climatização por meio de água, que pode ser arrefecida ou aquecida. Esses sistemas podem ser de 2 tubos ou 4 tubos, permitindo ou não a capacidade de arrefecimento e aquecimento simultâneos. Geralmente, esses sistemas utilizam bombas de calor e caldeiras para aquecer a água em circulação, e chillers para arrefecê-la. Os chillers também podem ser utilizados para aquecimento, aproveitando o calor liberado nos condensadores. Na maioria dos sistemas, a climatização nos locais é realizada através da circulação de ar, utilizando um ventilador mecânico que força o ar a passar pelas unidades terminais de arrefecimento e/ou aquecimento, formando um conjunto chamado de ventiloconvetor (VC).

A distribuição dos sistemas "total-água" pode ser feita de forma direta ou indireta. Um sistema é considerado direto quando o circuito de produção (chamado de primário) é o mesmo circuito de distribuição do fluido (chamado de secundário). Por outro lado, é considerado indireto quando os fluxos são distintos e independentes. É importante distinguir os sistemas de água de acordo com essa tipologia, uma vez que envolvem fluxos misturados que dependem da potência térmica dos equipamentos de produção e distribuição (equipamentos terminais). Nos sistemas "diretos", é essencial que as potências térmicas de produção sejam muito próximas das potências térmicas de distribuição. Caso contrário, a situação de equilíbrio, tanto em termos de tecnologia a ser aplicada quanto do próprio equilíbrio hidráulico, torna-se complicada. Atualmente, esse sistema é menos utilizado, havendo uma preferência clara pelo método indireto. O método indireto tem crescido devido às suas vantagens:

- Os fluxos de distribuição são apenas os necessários;
- Assim como os fluxos de distribuição, os de produção também são apenas os necessários, conforme definidos pelos fabricantes dos equipamentos em questão;
- Ao colocar bombas circuladoras em diferentes canais de distribuição, é possível gerenciar a questão energética com maior eficiência;
- Devido à questão energética, as bombas circuladoras são do tipo caudal variável, o que permite a substituição de válvulas de 3 vias por válvulas de 2 vias, fazendo com que circule apenas o caudal necessário para atender a potência solicitada pelos dispositivos consumidores/terminais.

Apesar das vantagens desse método de distribuição, ele também apresenta algumas particularidades:

- A variação da bomba deve ser regulada por meio de um sensor de pressão diferencial colocado na área mais crítica do circuito, e não na própria bomba circuladora em questão;
- Quando todas as válvulas de 2 vias estiverem fechadas, o circuito deve garantir que haja circulação de água (de 8 a 10%) através de um sistema de "bypass" localizado no final da rede hidráulica em questão. Esse "bypass" garante o fluxo mínimo para que as bombas circuladoras funcionem. Quando o fluxo é inferior ao mínimo, as bombas não são resfriadas e o sistema para completamente, levando mais tempo para realizar a partida necessária.

As causas mais comuns de mau funcionamento nos sistemas de água são:

- Desequilíbrio de caudal nos equipamentos de produção térmica;
- Desequilíbrio de caudal nos equipamentos consumidores;
- Presença de ar na instalação;
- Tratamento de água inadequado, resultando em depósitos de calcário nos elementos móveis;
- Má localização dos filtros de água;
- Ausência de elementos de purga nos pontos mais baixos das redes hidráulicas, para eliminar lodo, partículas e outros elementos sólidos.

Os sistemas "total-água" podem ser divididos em dois grupos: sistemas centralizados de 4 tubos e sistemas centralizados de 2 tubos. O sistema centralizado de 4 tubos inclui uma central térmica que possui um ou mais grupos de produção de água arrefecida e um ou mais

grupos de produção de água aquecida. Portanto, há caudais de ida e retorno, caracterizando os 4 tubos presentes no sistema. Devido à capacidade de funcionar com 4 tubos, esse sistema permite o arrefecimento e aquecimento simultâneos de diferentes espaços.

Os sistemas centralizados de 2 tubos são bastante semelhantes aos sistemas de 4 tubos, com a diferença de que esse sistema realiza apenas o aquecimento ou apenas o arrefecimento, não permitindo ambas as funções simultaneamente. Isso impede uma mudança imediata entre o modo de aquecimento e o modo de arrefecimento, levando algumas horas para a transição ocorrer. Essa demora é intencional para evitar dilatações ou contrações bruscas nas tubulações devido às diferenças de temperatura entre o arrefecimento e o aquecimento, evitando possíveis ruturas.

A Figura 2 ilustra de forma simplificada o funcionamento de um sistema "total-água". A água é arrefecida e aquecida nos equipamentos correspondentes e, de forma direta, é direcionada para a zona terminal que precisa ser climatizada, retornando novamente à fonte de aquecimento/arrefecimento.

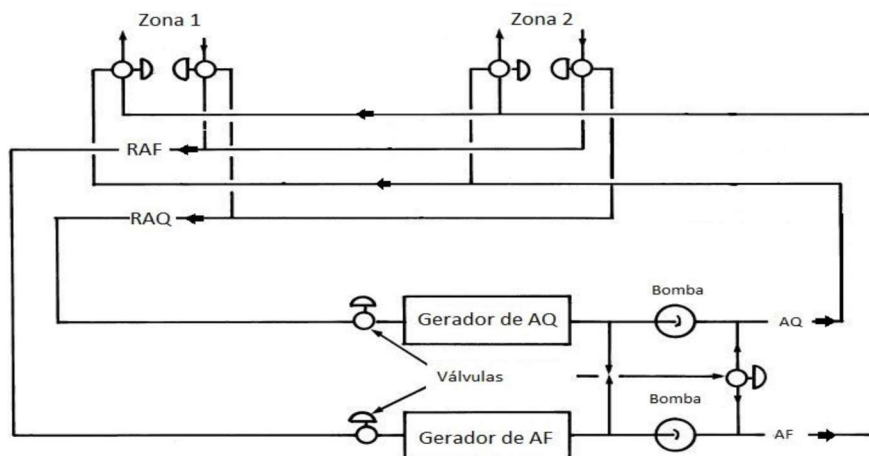


Figura 2 - Sistema "tudo-água" [2]

Geralmente, nos sistemas mencionados, são adotadas as seguintes temperaturas:

- Água arrefecida: 7 °C na ida e 12 °C no retorno;
- Água aquecida: 48 °C na ida e 43 °C no retorno; 80/70 °C na ida e 70/60 °C no retorno. A temperatura de 48 °C é usada quando a água é aquecida por uma bomba de calor. Em sistemas em que a água é aquecida por caldeiras, as temperaturas são mais altas (70 °C a 80 °C na ida).

Nos sistemas ar-água, tanto o ar quanto a água são utilizados como fluidos térmicos. Existem diferentes tipos de sistemas, dependendo de como a carga térmica é distribuída entre o ar e a

água. A solução mais comum é remover ou fornecer a carga térmica do espaço por meio do circuito de água, transferindo essa energia para o ar exterior antes de ser insuflado na sala.

A Figura 3 ilustra um sistema ar-água, faz:

- Tratamento de Ar novo, isto é, o ar é fornecido aos VC com +/- 2 °C que o “set point” do espaço (+ 2 °C em aquecimento ou -2 °C em arrefecimento).

- O VC trata a carga térmica do espaço.

Também é possível observar que a água é responsável pelo transporte da energia térmica, podendo ser aquecida (por exemplo, por meio de uma bomba de calor) ou arrefecida (por exemplo, por meio de um chiller). A água é conduzida até a unidade terminal, como um VC, que realiza a insuflação no espaço com a temperatura desejada pelos usuários.

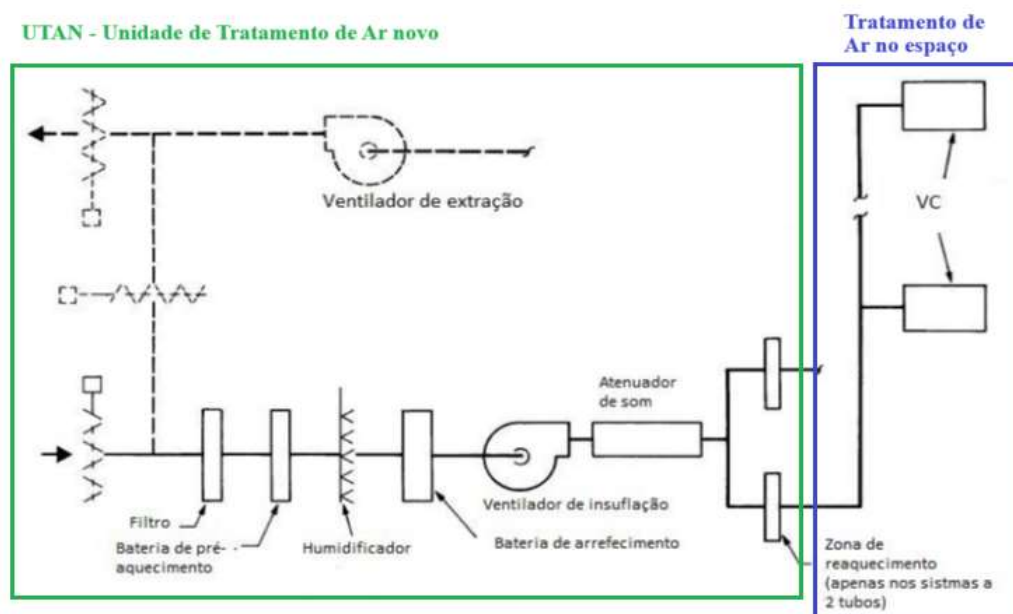


Figura 3 - Sistema ar-água [2]

2.4 EQUIPAMENTOS DE AVAC

Uma instalação AVAC tem como objetivo realizar uma ou várias ações: Aquecer, arrefecer, humidificar, desumidificar, filtrar o ar, entre outras funções, são exemplos das capacidades dos sistemas modernos, que os utilizadores cada vez mais desejam para garantir a qualidade do ar interior (Secção 2.1).

Nesta secção, serão abordados os diversos tipos de equipamentos, de modo a que posteriormente possa ser discutida (e justificada) a escolha da solução encontrada para o projeto em questão.

2.4.1 UNIDADES DE TRATAMENTO DE AR

As unidades de tratamento de ar (UTAs) são compostas por vários componentes organizados numa sequência específica, com controlo independente, e têm como principal objetivo e função o tratamento de ar, independentemente de ser ar novo ou ar recirculado. Uma UTA pode incluir dispositivos como ventiladores, bombas, serpentinas de aquecimento e/ou arrefecimento, caixa de mistura, filtros, recuperador de calor, válvulas, entre outros.

A Figura 4 apresenta um exemplo de montagem de uma UTA. Os equipamentos são incorporados num módulo com uma porta de fácil abertura, o que facilita a sua manutenção (preventiva e corretiva).



Figura 4 - Exemplo da composição de uma UTA [3]

Devido a restrições de espaço, as unidades de tratamento de ar (UTAs) podem ser lineares, duplo deck (2 níveis) ou em forma de "L". UTAs que utilizam sistemas de recuperação de calor ou condutas duplas geralmente possuem dois níveis, como exemplificado na Figura 4. Independentemente da sua forma, uma UTA pode desempenhar diversas funções de controlo do ar, como aquecimento, arrefecimento, humidificação, desumidificação, filtragem e tratamento do ar.

Aquecimento e arrefecimento são normalmente realizados utilizando um fluido frigorífero e água como fluido térmico, onde água quente e água fria circulam em uma serpentina de aquecimento e uma serpentina de arrefecimento, respetivamente. O nível de filtração pode

ser selecionado de acordo com o tipo de filtro desejado. A Tabela 3 apresenta os tipos de filtros e suas características em termos de eficiência e retenção, conforme descrito em [4]. Embora não seja a legislação mais recente, a norma ISO 16890 ainda é frequentemente utilizada por sua abrangência e precisão.

Tabela 3 - Tipologia dos filtros de ar [4].

Grupo	Classe do filtro	Perda de carga final	Retenção média	Eficiência média	Eficiência mínima para partículas 0,4mm
		(Pa)	%	%	%
Grosso	G1	250	$50 \leq AM < 65$	-	-
	G2	250	$65 \leq AM < 80$	-	-
	G3	250	$80 \leq AM < 90$	-	-
	G4	250	$90 \leq AM$	-	-
Médio	M5	450	-	$40 \leq EM < 60$	-
	M6	450	-	$60 \leq EM < 80$	-
Fino	F7	450	-	$80 \leq EM < 90$	35
	F8	450	-	$90 \leq EM < 95$	55
	F9	450	-	$95 \leq EM$	70

A humidificação normalmente é alcançada através da introdução de vapor de água ou água em temperatura não controlada (utilizando um lavador). A desumidificação ocorre quando o ar é resfriado abaixo do ponto de condensação, por meio de uma serpentina de arrefecimento.

Além da UTA, existe também a Unidade de Tratamento de Ar Novo (UTAN), que é responsável apenas pelo tratamento do ar externo. Essa é a única diferença entre os dois equipamentos. No entanto, é possível converter uma UTAN em uma UTA fechando o registro de controle do ar de retorno. Porém, o contrário não é possível sem realizar modificações na rede de condutas.

2.4.2 SPLIT E MULTISPLIT

O sistema split e multisplit é um equipamento que utiliza um circuito refrigerante. É composto principalmente por quatro elementos básicos de um ciclo de refrigeração: evaporador, compressor, condensador e dispositivo de expansão. Essas unidades possuem a particularidade de ter o condensador e o compressor localizados no exterior, enquanto o evaporador está dentro do espaço a ser climatizado. O dispositivo de expansão deve estar o mais próximo possível do evaporador para obter o máximo rendimento durante a expansão. Atualmente, com o avanço da tecnologia, o sistema split com inversor está sendo cada vez mais utilizado. Isso permite que a unidade interna funcione quase de forma autônoma, ou seja, o sistema ajusta a velocidade de injeção de ar no ambiente (por meio da frequência de rotação do compressor) para atingir a temperatura desejada pelo usuário.

A Figura 5 ilustra claramente o funcionamento dessa tecnologia e como ocorre a recirculação do ar. O ar é aspirado pela unidade externa e passa pelo trocador de calor. Por meio dessa troca, o ar é arrefecido ou aquecido pelo fluido refrigerante que percorre o circuito. É importante mencionar que, durante o resfriamento, a unidade externa atua como condensador (removendo calor do fluido) e a unidade interna atua como evaporador, enquanto durante o aquecimento ocorre o contrário.

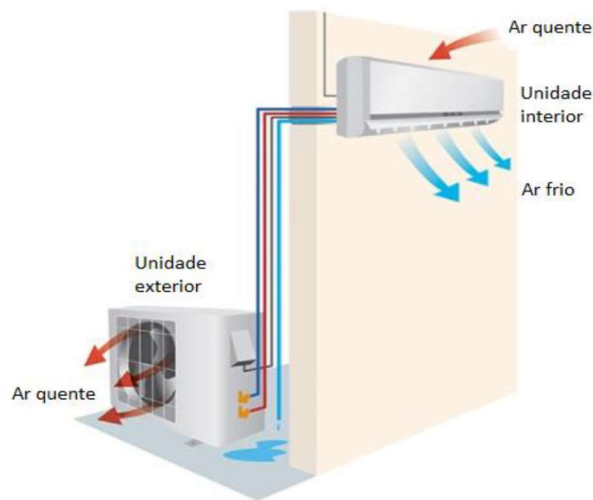


Figura 5 - Modo de funcionamento de um sistema Split[5]

O sistema multisplit, conforme ilustrado na Figura 6, opera de maneira semelhante. A única diferença é que existe apenas uma unidade externa para várias unidades internas. Esse sistema não permite o arrefecimento e o aquecimento simultâneos.

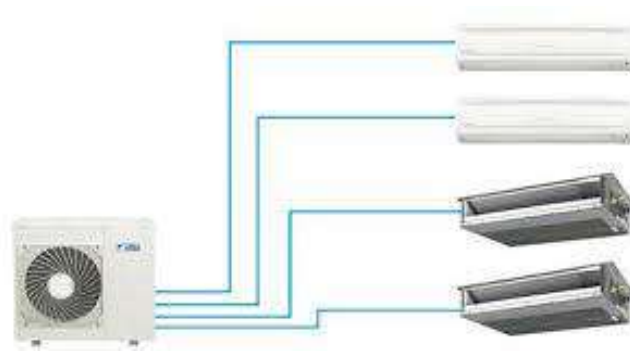


Figura 6 - Sistema Multisplit[5]

Dentro dos sistemas split ou multisplit, é possível selecionar diferentes unidades internas, dependendo do tipo de ambiente a ser climatizado e da melhor forma de climatizar esse espaço específico. Assim, temos várias opções disponíveis, conforme ilustrado na Figura 7.

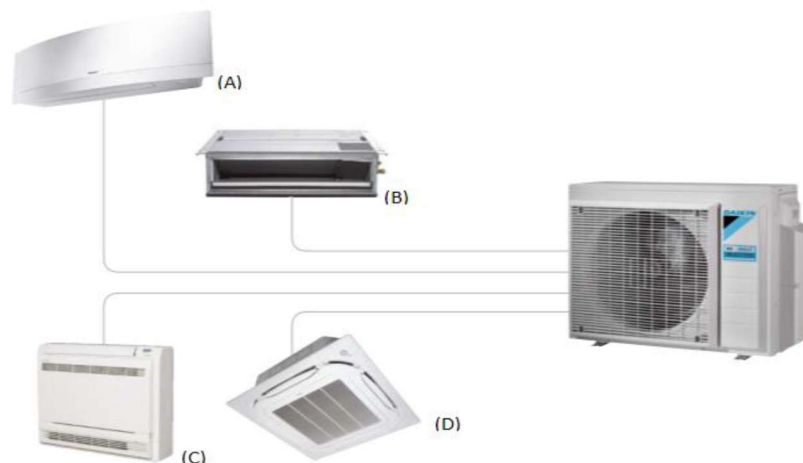


Figura 7 - Diferentes tipo de Unidade Interna (UI)t: A - UI de parede; B – UI de conduta; C – UI mural; D – UI cassete)[5]

Normalmente, o nome atribuído a cada tipo de UI indica como é instalado e como direciona o fluxo de ar ao longo do espaço. A UI de conduta, por exemplo, é instalado no teto falso. A UI mural é comumente instalado no chão, próximo à parede, direcionando o ar para cima. Já a UI de parede é instalado na parede, perto do teto, direcionando o ar para baixo, ao contrário da UI mural. A UI cassete, por sua vez, pode ser instalado no teto ou no teto falso e é indicado para áreas grandes ou espaços abertos, pois permite a distribuição de ar em várias direções, dependendo do modelo selecionado. Algumas dessas unidades internas possuem características específicas. No caso da UI de conduta e de cassete, é possível introduzir ar novo no espaço.

Os splits apresentam algumas vantagens em relação a outras tecnologias, como as UTAs, por exemplo:

- Menores perdas de energia - como se trata de uma unidade compacta, dividida em dois grupos principais e normalmente instalada próxima ao local a ser climatizado, as perdas de energia são mínimas, ao contrário das UTAs;
- Facilidade de instalação e manutenção - pelas mesmas razões mencionadas anteriormente.

Em relação às desvantagens, podem ser consideradas as seguintes:

- Falta de versatilidade para alterações após a instalação, ou seja, caso seja necessário atualizar o equipamento, será necessário substituí-lo completamente;
- A potência máxima está limitada ao modelo.

2.4.3 FLUÍDO REFRIGERANTE VARIÁVEL - VRF

O sistema de Fluxo de Refrigerante Variável (Variable Refrigerant Flow, VRF) é um sistema comum que consiste em um compressor e um condensador interligados por um sistema de tubulação único. Esse sistema realiza a troca de calor com o ambiente externo e distribui o refrigerante para múltiplas unidades de expansão direta localizadas nos diversos espaços internos, chamadas evaporadoras.

A Figura 8 ilustra esse processo, em que a máquina envia a quantidade adequada de refrigerante para a unidade terminal, que funciona por meio da expansão direta, para insuflar o ar no espaço com a temperatura desejada. O que varia é a quantidade de refrigerante através do controle das válvulas de expansão, que ajustam sua abertura de acordo com as leituras das diferentes sondas de temperatura distribuídas pelos espaços (e também pelo ar de retorno). Com o sistema VRF a três tubos, é possível aquecer e arrefecer simultaneamente em espaços diferentes.

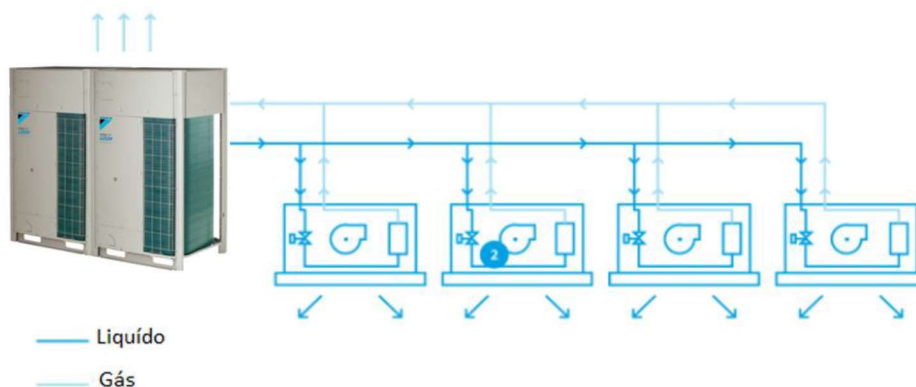


Figura 8 - Exemplo de um sistema VRF[5].

2.4.4 UNIDADE TERMINAL – VOLUME DE AR VARIÁVEL

A característica especial deste sistema está na unidade terminal (Figura 9), responsável pelo controle do volume de ar insuflado no espaço. Antes de chegar à unidade terminal, o ar passa por um sistema de tratamento de ar, como uma Unidade de Tratamento de Ar (UTA) ou um Rooftop.

Nessas unidades, o controle do aquecimento e arrefecimento é alcançado variando o fluxo de ar, enquanto a temperatura permanece constante [2]. A variação do fluxo de ar fornecido no espaço pelo sistema de Volume de Ar Variável (VAV) ajuda a atenuar as cargas térmicas no interior do espaço.

Em termos de controle, as caixas terminais de VAV devem incluir um sensor de temperatura, um sensor de fluxo, um controlador, um atuador e uma válvula de ar. Quando o sensor de temperatura comunica com o controlador e indica que o espaço está fora do valor de referência, o controlador ajusta a posição da válvula até que o espaço retorne ao valor de referência desejado. Conforme ilustrado na Figura 9, o sistema VAV pode possuir uma seção de reaquecimento. Esse reaquecimento pode ser realizado por meio de resistência elétrica ou por água quente proveniente de uma bomba de calor ou caldeira.



Figura 9 - Caixa terminal de um sistema VAV[5]

2.4.5 CLOSE CONTROL

As unidades de controle de clima de proximidade apresentam características distintas. São sistemas que reúnem todos os elementos necessários para a climatização em uma única "caixa" e são instalados no interior do espaço a ser climatizado. Em comparação com um sistema split, por exemplo, esse equipamento oferece vantagens, uma vez que com o split há o risco de formação de condensação em materiais metálicos devido à baixa temperatura do ar insuflado. Sua aparência é semelhante à ilustrada na Figura 10. Suas principais características são:

- Indicado para espaços informáticos, como racks ou salas de Fonte de Alimentação Ininterrupta (UPS);
- Acesso frontal que facilita a manutenção;
- Configuração da direção do fluxo de ar (para cima ou para baixo);
- Portas com painéis duplos internos e externos, proporcionando maior segurança e reduzindo o ruído do sistema.



Figura 10 - Unidade de Close Control[5]

2.4.6 ROOFTOP

Conforme o próprio nome sugere, são unidades de cobertura instaladas principalmente nos telhados dos edifícios. Geralmente são utilizadas em edifícios de baixa altura, como escritórios ou centros comerciais. Podem ser empregadas para climatizar uma única zona ou várias zonas. São bastante semelhantes às UTAs, mas mais compactas e robustas.

Na Figura 11, é possível observar a aparência externa do equipamento. Trata-se de um sistema composto pelos 4 elementos básicos do ciclo de refrigeração. É um equipamento que climatiza o ar externo e o ar de retorno, injetando-o diretamente no espaço desejado. Portanto, apresenta um alto Coeficiente de Desempenho (COP). Essas unidades apresentam vantagens, tais como:

- Custo inicial relativamente baixo;
- Facilidade de instalação e manutenção;
- Eliminação de equipamentos internos;
- Baixo consumo de energia.

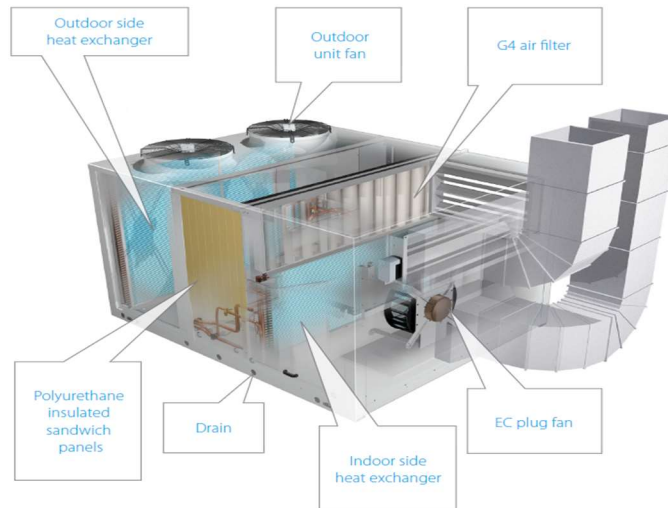


Figura 11 - Aparência exterior de uma Rooftop [6]

2.4.7 CALDEIRA

A caldeira é um dispositivo utilizado para aquecer água, com a principal função de elevar a temperatura de um fluido, podendo ou não ocorrer uma mudança de fase nesse fluido. As caldeiras de aquecimento são projetadas para transferir o calor resultante da queima de um combustível para um fluido, que é transportado para os locais onde o aquecimento é necessário. Em relação ao tipo de fluido aquecido, pode ser:

- Água quente: circula em baixa/média pressão, alcançando uma temperatura de até 110 °C. Nessa temperatura, a água precisa estar a uma pressão de 1,5 Pa para permanecer no estado líquido.
- Vapor: geralmente em média pressão, entre 4 e 6 bar, correspondendo a uma temperatura de vapor saturado de 144 °C e 159 °C, respetivamente.
- Fluido térmico: depende da temperatura de trabalho requerida. Para temperaturas inferiores a 90 °C, utiliza-se água em baixa pressão. Para temperaturas mais altas, utiliza-se vapor, água sob pressurização ou um fluido térmico (geralmente um óleo).

A energia utilizada nas caldeiras pode ser elétrica ou química, resultante da queima de um combustível sólido, líquido ou gasoso. Existem diversos tipos de combustíveis sólidos, como carvão e biomassa, por exemplo. Nos líquidos, temos o fuelóleo, gasóleo, álcool, entre outros. Por fim, nos combustíveis gasosos, encontramos o gás natural ou o biogás. Algumas caldeiras permitem a queima simultânea de dois combustíveis diferentes, geralmente um combustível líquido e outro gasoso.

Atualmente, a tendência na climatização é o uso de caldeiras a gás como combustível, devido às vantagens na condução de calor e à menor emissão de poluentes. Em comparação com as caldeiras a queimador de fuelóleo, as caldeiras a gás possuem um custo de investimento menor, devido a vários fatores, como:

- Menor complexidade, pois o queimador a fuelóleo é mais caro do que um queimador a gás.
- Ausência de equipamentos auxiliares necessários, como equipamentos de armazenamento, aquecimento, bombeamento e filtragem.
- Menores restrições regulatórias.

As caldeiras a gás também apresentam menores custos de manutenção, devido a:

- Combustão do gás ser mais limpa em comparação com a do fuelóleo.
- Ausência de manutenção nos equipamentos suplementares mencionados anteriormente.

2.4.8 BOMBA DE CALOR

Uma alternativa ao aquecimento de água é o uso de uma bomba de calor. Geralmente, essa opção é preferível em vez de uma caldeira quando a temperatura desejada para a água é inferior a 60 °C ou quando é necessário aquecer diretamente o ar.

Um sistema de bomba de calor opera com base no mesmo princípio do ciclo de refrigeração, como ilustrado na Figura 12, mas o aproveitamento energético ocorre a partir da fonte quente, ou seja, é utilizado o calor rejeitado pelo condensador. Essa reutilização resulta em um aumento da eficiência energética em comparação com um ciclo de refrigeração equivalente. Assim como nos equipamentos de resfriamento, as bombas de calor podem funcionar com base no princípio da absorção ou da compressão de vapor.

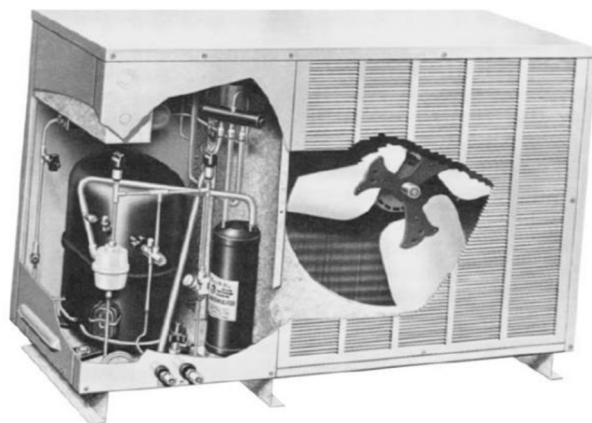


Figura 12 - Unidade exterior de uma bomba de calor [7]

As bombas de calor podem ser utilizadas para aquecer o ar ou a água. No caso do aquecimento do ar, muitos modelos também possuem a capacidade de resfriamento, tornando-se assim sistemas reversíveis. No entanto, quando se trata de aquecimento de água, o sistema pode ter um evaporador de fluido-ar, embora isso não seja comum em potências médias ou altas (dezenas ou centenas de kW), onde o evaporador utiliza a circulação de água. Nesse caso, a solução mais comum é aproveitar simultaneamente a produção de água resfriada (no evaporador) e água quente (no condensador), o que corresponde a um chiller com condensador resfriado a água e recuperação de energia no condensador [6]. Durante o verão, como mencionado anteriormente, a bomba de calor é capaz de gerar resfriamento, removendo calor do espaço interno e expelindo-o para o exterior (Figura 13).

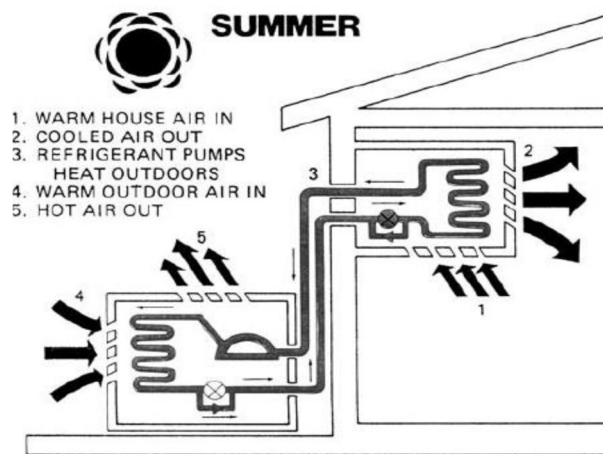


Figura 13 - Bomba de calor a funcionar no Verão [7]

Na Figura 14 observa-se precisamente o contrário. O condensador retira energia (calor) ao ar exterior e utiliza-o para injetar no ar do espaço.

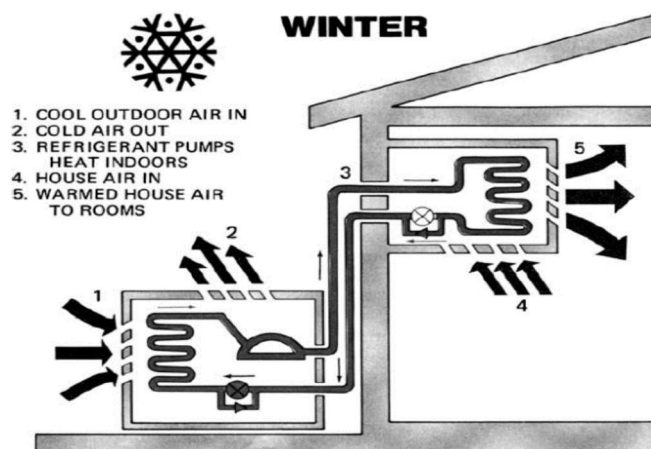


Figura 14 - Bomba de calor a funcionar no Inverno [7]

Apesar de haver uma máquina específica chamada bomba de calor, pode-se considerar que qualquer equipamento que libere energia na forma de calor pode ser considerado uma bomba de calor, uma vez que essa energia pode ser transferida para a área desejada com esse propósito.

2.4.9 CHILLER

Este equipamento, também conhecido como UPAR (unidade produtora de água arrefecida), tem como objetivo principal a produção de água arrefecida. Essa água arrefecida é direcionada para as baterias de arrefecimento das UTAs (Unidades de Tratamento de Ar) ou para os VCs (Ventiloconvectores). Portanto, trata-se de unidades que atendem a sistemas centralizados. Como mencionado anteriormente, atualmente existem no mercado chillers que também podem produzir água quente.

O chiller, semelhante ao apresentado na Figura 15, é geralmente composto pelos principais elementos do ciclo frigorífico: evaporador, compressor, condensador e dispositivo de expansão. O seu funcionamento baseia-se no circuito frigorífico, podendo o condensador ser arrefecido por água ou por ar.



Figura 15 – Chiller [8]

É viável também implementar um sistema de múltiplos chillers, nos quais dois ou mais chillers são instalados em paralelo ou em série, utilizando apenas uma conduta de distribuição. Essa configuração permite criar um sistema com maior capacidade e, assim, atender a um maior número de espaços. Essa abordagem traz diversas vantagens, como maior flexibilidade operacional, aumento da disponibilidade do sistema e redução da necessidade de manutenção disruptiva.

2.4.10 UNIDADE TERMINAL - VENTILOCONVECTORES

O ventiloconvetor (VC) é um equipamento semelhante ao sistema split, mas com uma diferença fundamental: não utiliza o ciclo frigorífico para funcionar. Em vez disso, opera com água, seja quente ou fria, fornecida por outro sistema. Essa água pode ser proveniente de uma bomba de calor ou caldeira (no caso de água quente) ou de um chiller (no caso de água fria). Atualmente, já é possível encontrar chillers que oferecem tanto aquecimento quanto arrefecimento.

O VC permite a circulação do ar do espaço, e quando passa pelo equipamento, é tratado de acordo com as preferências do utilizador. Fisicamente, os VCs são semelhantes às unidades terminais do sistema split (Figura 7) e podem ser de 2 ou 4 tubos, proporcionando apenas aquecimento ou arrefecimento, ou ambas as funções.

Normalmente, a tecnologia dos VCs é utilizada em conjunto com UTAs/UTANs, onde é possível insuflar diferentes temperaturas em cada espaço. A UTA trata o ar (que vem do exterior ou do retorno), enquanto o VC aquece ou arrefece conforme desejado pelo utilizador, utilizando a água fornecida diretamente pelo chiller e pela bomba de calor/caldeira.

2.5 SISTEMAS DE AVAC EM COZINHAS PROFISSIONAIS

2.5.1 PRODUÇÃO DE CALOR

Ao projetar sistemas de ventilação e climatização para cozinhas profissionais, é importante levar em consideração vários fatores. O ambiente é caracterizado por várias fontes de calor, resultando em ganhos significativos de energia que devem ser considerados no cálculo das cargas térmicas e no dimensionamento dos equipamentos.

Durante o processo de preparação dos alimentos, há liberação de calor para o ambiente circundante, sendo que existem duas formas de transmissão de calor nesse caso: estima-se que cerca de 65% do calor liberado seja feito por meio de um processo convectivo e os restantes 35% por radiação como ilustrado na Figura 16[9].

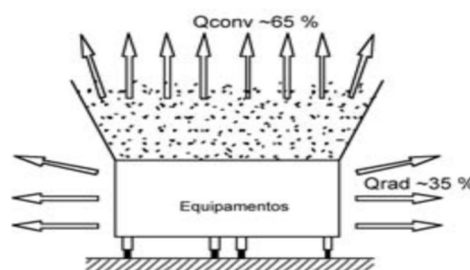


Figura 16 - Processos de transmissão de calor nas cozinhas industriais[9]

No processo de cozedura, a energia gerada pelos equipamentos produz gases quentes que, se não houver perturbação no ambiente, sobem verticalmente. Este fenómeno é conhecido como pluma térmica (Figura 17)[9].

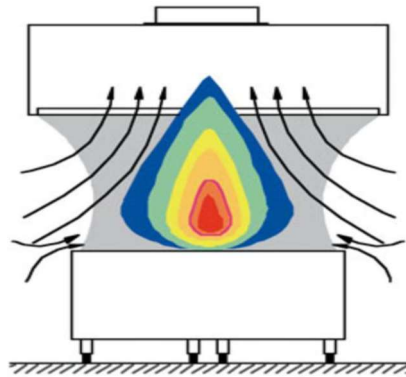


Figura 17 - Pluma térmica [9]

A configuração e tamanho da pluma térmica dependem diretamente de vários fatores, incluindo a potência dos equipamentos, a velocidade de extração da cozinha e a geometria dos equipamentos de cozimento [9]. Portanto, para garantir que todos os gases ascendentes, verticais ou não, sejam completamente removidos do espaço, é necessário que o caudal de extração seja sempre superior ao caudal de insuflação. Assim, o primeiro passo para dimensionar e instalar um sistema de ventilação adequado é calcular a taxa de extração otimizada. Caso o caudal de extração seja insuficiente ou ocorra alguma perturbação no caudal de insuflação, haverá perda de calor para dentro da cozinha, aumentando a temperatura interna da cozinha, que, de acordo com a Norma Portuguesa NP 1037 [10], não deve ultrapassar os 27°C.

2.5.2 SISTEMA DE EXTRAÇÃO NAS COZINHAS

Para cumprir com a norma [10], é necessário climatizar a cozinha devido aos diversos equipamentos que geram ganhos de calor, tais como fogões, fornos, equipamentos de refrigeração, máquinas de lavar loiça de alta temperatura, iluminação e até mesmo a envolvente do espaço. Quando a evacuação de calor não é eficiente, ocorre o fenómeno ilustrado na Figura 18, em que o caudal de exaustão não é suficiente para capturar e extrair a pluma térmica. Em qualquer situação em que haja uma eventual alteração do caudal, é importante garantir que o caudal de extração seja sempre superior ao caudal de insuflação, para evitar perda de calor para o interior da cozinha e o aumento excessivo da temperatura no ambiente de trabalho, considerando:

Qesc – Calor transferida por convecção para o interior da cozinha provenientes da pluma térmica;

Q_{conv} – Calor emitida por convecção;

Q_{rad} – Calor transferida por radiação;

Q_{gan} . Ganhos de calor pela envolvente, iluminação e equipamentos.

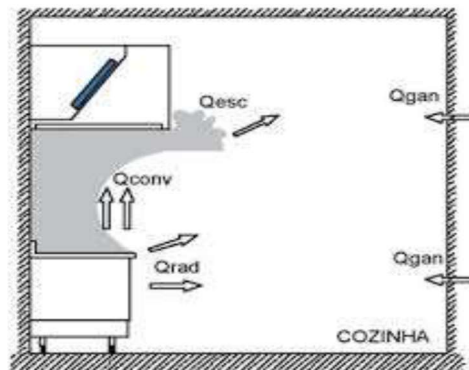


Figura 18 - Balanço térmico [9]

Ao realizar o cálculo do caudal de exaustão, é necessário levar em consideração diversos fatores, como o tipo de equipamentos que produzem a pluma térmica e as características da hote, tais como forma, tipo e dimensões.

Na imagem abaixo, pode-se verificar uma hote inclinada que não está em conformidade com a legislação atual devido à acumulação de detritos na parte superior, e uma hote com face vertical, que é a ideal para ser utilizada em cozinhas industriais.

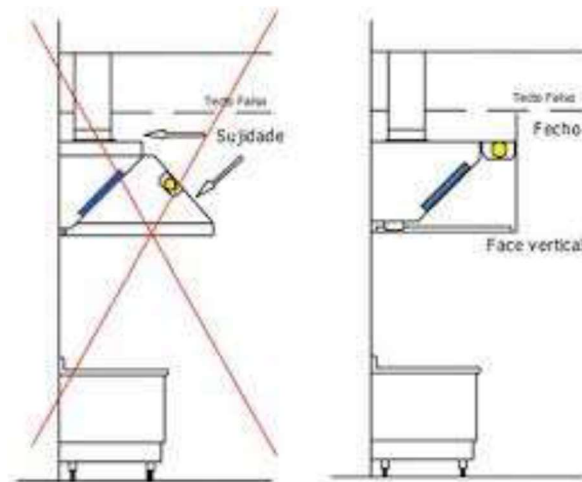


Figura 19 - Hote não conforme e conforme [9]

A figura acima ilustra uma hote parietal, que é o tipo mais comum e eficiente de hote. No entanto, há vários tipos de hotes dependendo do tipo de sistema. As hotes de exaustão são usadas em sistemas do tipo I (hotes destinados aos processos de cocção com produção de gorduras, calor, fumos, vapor de água e outros poluentes).

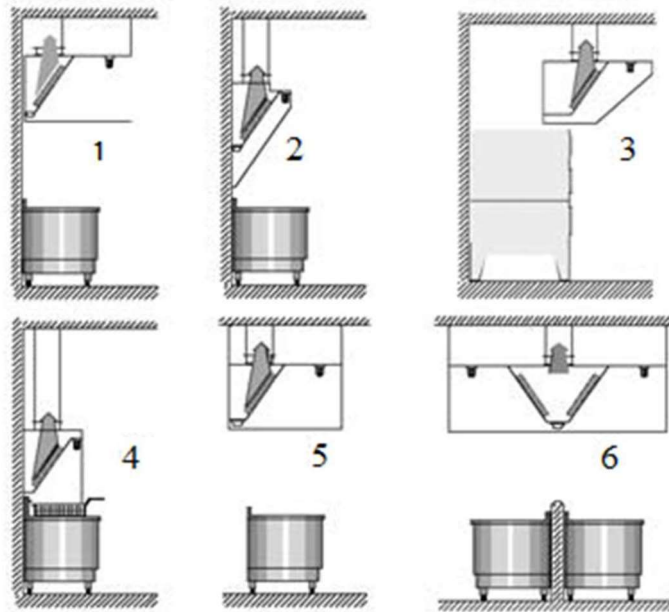


Figura 20 - Hotes para sistemas tipo I [9]

Em que:

- 1- Hote parietal – Montagem em parede;
- 2- Hote parietal de proximidade – Montagem em parede;
- 3- Hote de fornos – Montagem especial para fornos de padaria/pastelaria;
- 4- Hote de bancada – Baixa, ou de proximidade, adaptada para fritadeiras ou grelhadores;
- 5- Hote central – Montagem de ilha simples;
- 6- Hote central – Montagem de ilha dupla.

Existem ainda as hotes para sistemas do tipo II que são indicadas para fornos e máquinas de lavar ilustradas na seguinte figura.

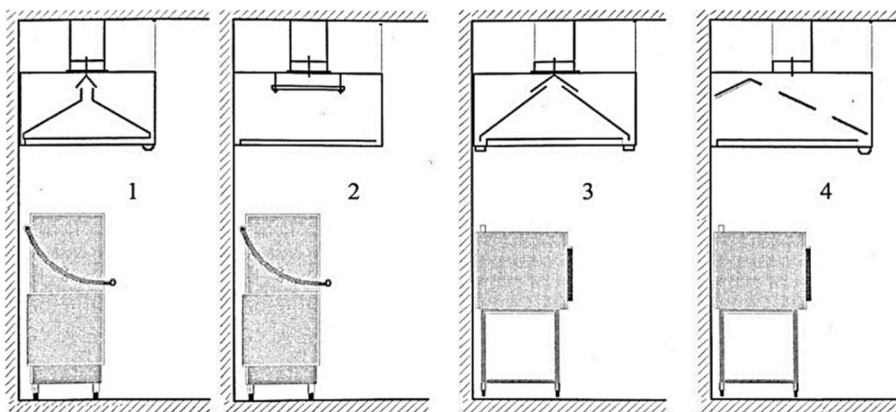


Figura 21 - Hotes para sistemas do tipo II [9]

Onde:

- 1- Hote de condensados – indicadas para máquinas de lavar;
- 2- Hote de condensados com filtro de baffles (chicanas metálicas) – também para máquinas de lavar;
- 3- Hote de fumos e calor (sem partículas de gordura) – para fornos a vapor e cozedores multifuncionais;
- 4- Hote de fumos e calor – especialmente concebida para fornos e dotada de rede especial para condensadores.

2.5.3 HOTES EFICIENTES

As hotes profissionais são compostas por quatro tipos de modelos distintos, nomeadamente hotes de exaustão, hotes de exaustão e compensação, hotes de exaustão e indução e hotes de exaustão, indução e compensação.

Inicialmente, apenas existiam hotes de exaustão, mas com o passar do tempo, foram identificadas oscilações na pluma térmica, o que levou a alterações no design das hotes.

Com o objetivo de torná-las mais eficientes e evitar correntes cruzadas, foram desenvolvidas as hotes de exaustão compensadas e de indução.

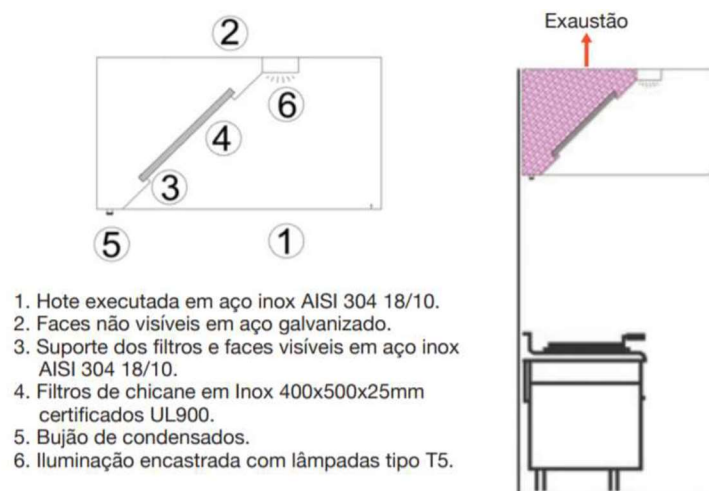


Figura 22 - Hote de exaustão [9]

A hote de exaustão é o modelo mais básico de hote profissional, onde não há entrada de ar novo e apenas ocorre a exaustão do ar viciado.

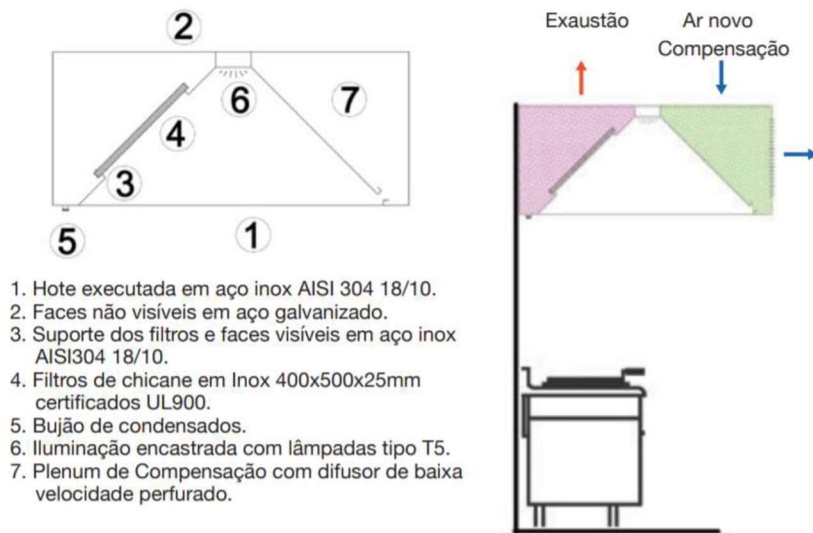


Figura 23 - Hote de exaustão e compensação [9]

A hote compensada tem como objetivo manter uma depressão negativa constante, mas ao contrário da hote de exaustão, há uma entrada de ar novo pré-tratado para compensação. Dessa forma, é possível climatizar o ambiente de maneira mais eficiente.

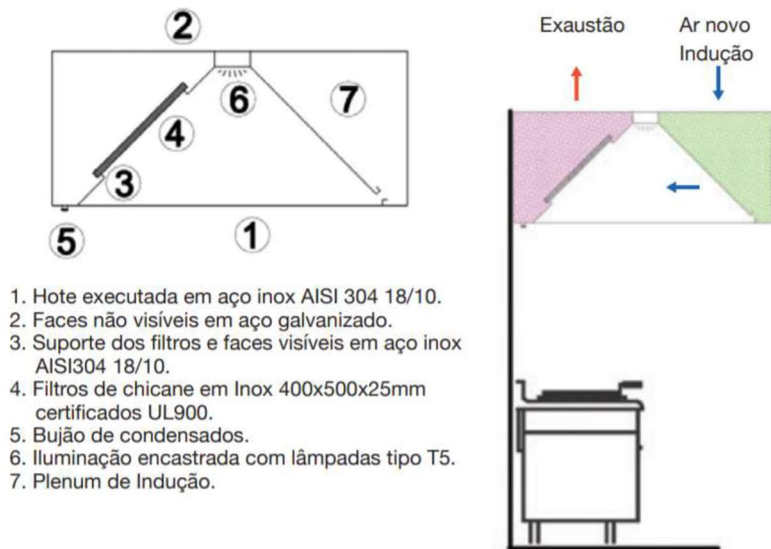


Figura 24 - Hote de exaustão e indução [9]

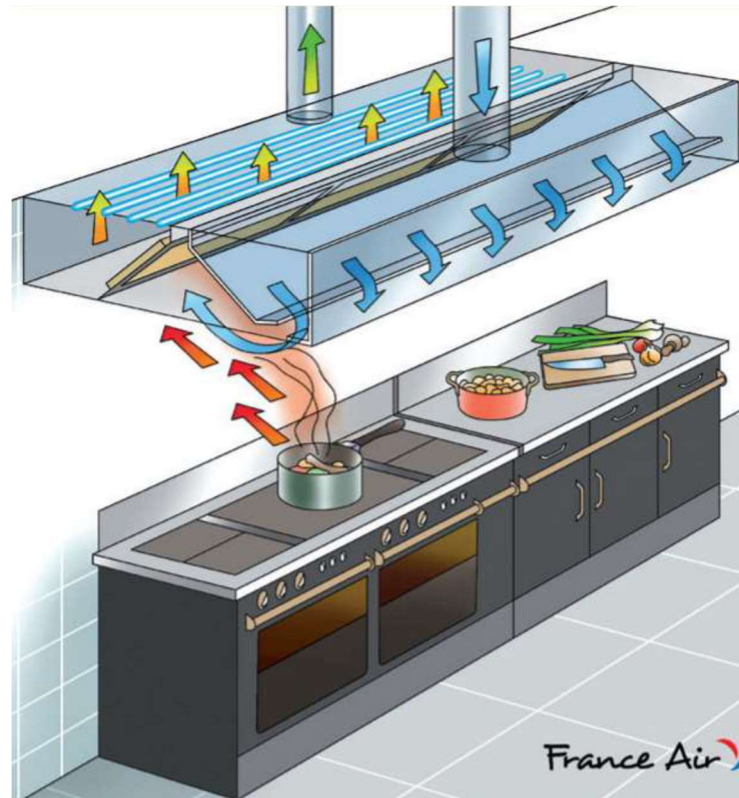


Figura 25 - Hote de exaustão e indução [11]

Na hote de exaustão e indução, tal como nas hotes compensadas, há entrada de ar, mas neste caso o ar não é tratado e entra diretamente na hote. Além da exaustão, também há indução de ar, ou seja, é criado um caudal de ar novo que é misturado com o ar extraído, melhorando assim a eficiência da hote.

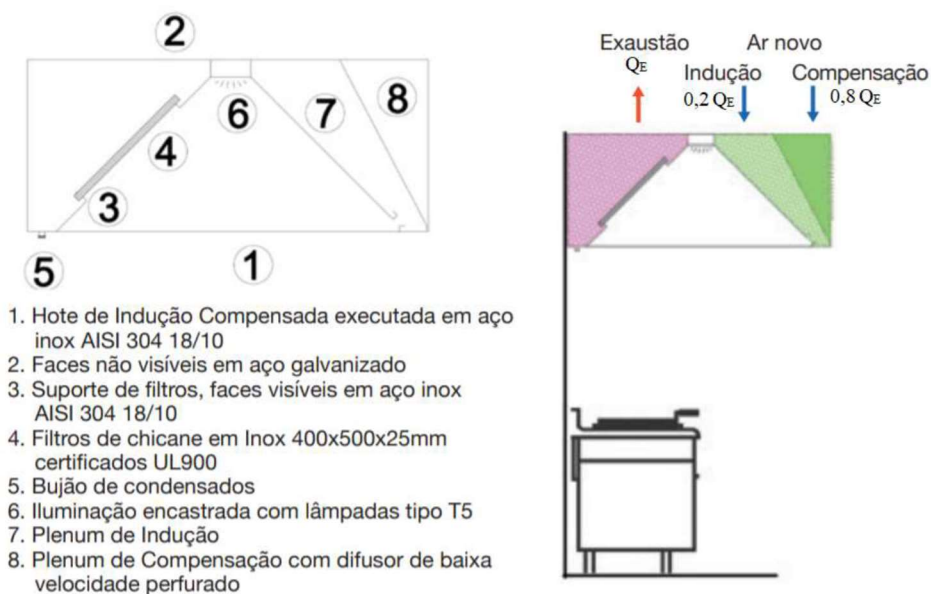


Figura 26 - Hote de exaustão, compensação e indução [9]

Há diversas vantagens neste sistema, tais como um maior controlo da temperatura ambiente e maior conforto para o cozinheiro, que fica menos exposto ao calor do fogão. No entanto, para complementar o sistema e caso a cozinha esteja ligada a uma área de refeitório, é necessário manter a cozinha em depressão para evitar a fuga de fumos e odores.

2.5.4 PRODUÇÃO DE GORDURAS

Durante o processo de cozimento de alimentos, é inevitável a libertação de partículas de gordura, tanto em estado líquido como gasoso, o que pode representar um grande problema nas cozinhas profissionais. Assim, é necessário retirar o calor, a umidade, os odores, o vapor e os produtos da combustão, além de eliminar as partículas de gordura. É crucial manter a quantidade de fungos e bactérias no ar o mais baixo possível para cumprir com as normas de higiene e sanidade relacionadas com a qualidade do ar interior.

A remoção cuidadosa da gordura do fluxo de exaustão é essencial, pois a sua acumulação aumenta o risco de incêndio, os custos de manutenção e o consumo de energia. Além disso, pode causar danos não só à própria hote como também aos sistemas no teto da cozinha.

Esses problemas podem ser reduzidos com a instalação de sistemas de filtragem, separação e remoção de gordura. Existem vários tipos de filtros, sendo que alguns se destacam pela eficiência na remoção de partículas de gordura. De acordo com o gráfico, o filtro de efeito ciclônico é bastante mais eficiente em relação ao aumento do fluxo de ar em comparação com os outros dois tipos de filtros.

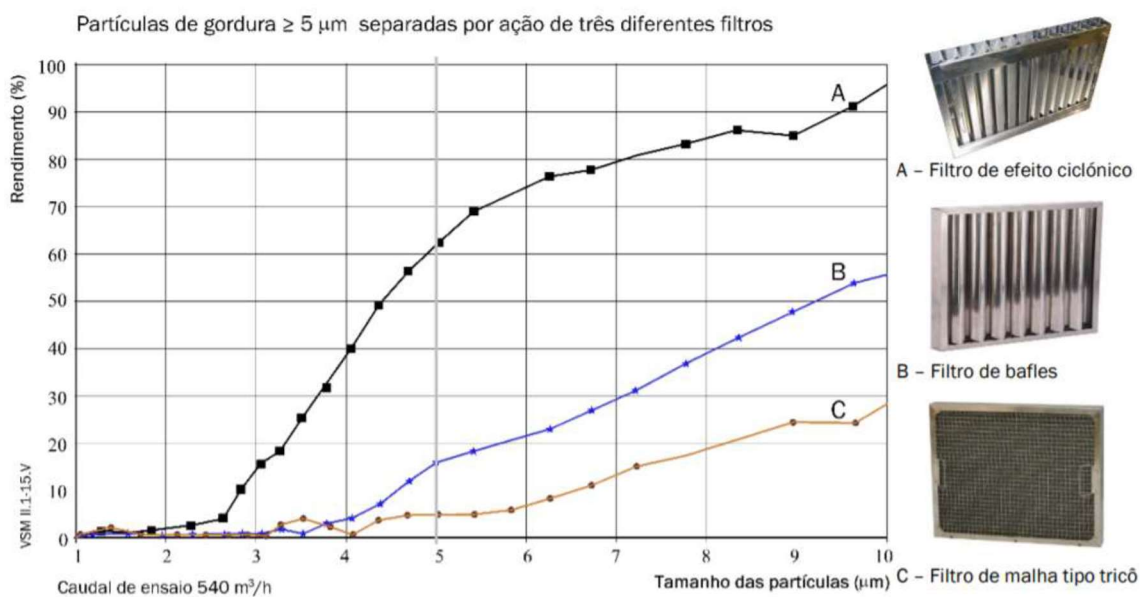


Figura 27 - Comparação do rendimento dos três filtros [9]

2.5.5 MÉTODO DE CÁLCULO DO CAUDAL DE EXTRAÇÃO

Até recentemente, era comum estimar o caudal de extração usando métodos pouco fiáveis. Os fabricantes e instaladores de hotes utilizavam principalmente suas próprias experiências e teorias baseadas em um amplo conjunto de informações preliminares, mas que nunca forneciam resultados precisos. Essas informações incluíam[9]:

- Área da cozinha profissional e altura do teto correspondente;
- Superfície de cocção;
- Velocidade de aspiração da hote (0,2 a 0,5 m/s);
- Taxa de renovação do ar;
- Número de refeições servidas simultaneamente.

Com base nessas informações, vários métodos bem conhecidos foram desenvolvidos e alguns deles são mencionados aqui. No entanto, devem ser considerados apenas como estimativas do caudal de extração e não como um caudal eficiente. A determinação precisa depende do conhecimento da carga térmica instalada.

Existem diferentes métodos amplamente conhecidos para estimar e calcular o caudal de extração[9]:

- Método universal;
- Método da superfície de cocção;
- Método da taxa de renovação por hora;
- Método IMC (Padrão AHSRAE 154:2003);

2.5.5.1 Método universal

O caudal de ar de extração é calculado conforme o tipo de equipamento e a respetiva capacidade.

Tabela 4 - Caudal de extração por aparelho[9]

APARELHO	TIPO	CAUDAL (m ³ /h)
Cozedores de vapor	100 L	600
	200 L	1000
	300 L	1200
Fornos (de fogão)		300
Fornos convectores		1000
Fornos independentes	Gás	1500
	Eléctricos	1000
Frigideiras	Gás	1500
	Eléctricas	1000
Fritadeiras	<300 pratos 10 L de óleo	1500
	>300 pratos 50 L de óleo	1000
Grelhadores rotativos		1000
Grelhadores de contactos	Gás	3000
	Eléctricos	2000
Máquina de café		450
Máquina de lavar louça	<400 pratos/h	1500
	>400 pratos/h	1000
Marmitas	75 L	500
	100 L	600
	150 L	800
	200 L	1000
	300 L	1200
	500 L	1500
Placas ardentes		450
Placas de queimadores nus		200 - 500

O caudal total será a soma dos caudais parcelares depois da aplicação do factor hote ou teto filtrante. Este método apresenta dificuldades em não levar em conta a instalação, o tipo de hote, e a potência térmica, portanto, trata o funcionamento das hotes centrais do mesmo modo que as hotes parietais[9].

2.5.5.2 Método da superfície de cocção

Este método estima um valor de 300 l/s de caudal de extração por cada metro quadrado (m²) de superfície de cocção, independentemente da tipologia do equipamento e energia utilizada. Assegura-se uma determinada velocidade de aspiração sob a hote, por isso este método não pode ser aplicado em tectos filtrantes[9].

$$QEHA = \sum_n^1 \frac{300 \times 3600}{1000} \times Sa_{1,2,3 \dots n}$$

Onde:

QEHA – Caudal total de extração da hote [m³/h]

Sa 1,2,3...n – Soma da superfície de cocção dos n aparelhos [m²]

Este método não é fiável, porque não levam em consideração a tipologia dos aparelhos e a sua instalação relativa nas diferentes zonas de cocção. Também não distingue as hotes, nos seus diferentes aspectos construtivos. Na prática vê-se que os aspetos construtivos das hotes e a forma de introdução de ar novo influenciam, fortemente a determinação do cálculo do caudal de extração e a sua eficiência[9].

2.5.5.3 Método de taxa de renovação horária

Neste método o caudal de Ar novo é calculado de forma a assegurar uma determinada taxa de renovação do ar da cozinha[9]. Apesar de simplicidade este método sofre de fragilidades e falta de rigor [9].

Tabela 5 - Taxas de renovação em função do tipo de cozinha [9]

TIPO DE COZINHA	PÉ DIREITO [m]	TAXA DE RENOVAÇÃO [volumes/hora]
Média dimensão (Restaurantes e Hotéis)	3-4	20-30
	4-6	15-20
Grande dimensão (Hospitais e refeitórios)	3-4	20-30
	4-6	15-20
	>6	10-15

A cozinha do refeitório da Universidade do Algarve – Campus de Gambelas por ter um pé direito de 3.50, entra na categoria de cozinha de grande dimensão, com um volume de 954.48 m³, considerando a taxa de renovação de 25 volumes/hora, pode se calcular o caudal de renovação.

$$Q_{ren} = 954.48 \times 25 = 23\ 862 \text{ m}^3/\text{h}$$

Como este método não é fiável, este valor serve como referência.

2.5.5.4 Método tradicional ou de aspiração

Este é o método utilizado para o cálculo de caudais de extração deste projeto. Este assenta na prescrição de um valor para a velocidade de escoamento entre o plano inferior da hote e o plano de confeção de alimentos. Dependendo do tipo de confeção, o valor da velocidade de escoamento varia entre 0,20 m/s e 0,50 m/s (com mais ou menos emissões de calor ou gordura)[9].

$$QEHA = v \times 3600 \times u \times \Delta h$$

QEHA – caudal de exaustão [m³/h]

v – velocidade de escoamento [m/s]

u – perímetro da hote [m]

Δh – diferença de altura entre a hote e o plano de confeção [m]

No separador 3.1, mais a frente é feito o cálculo dos caudais para cada tipo de hote.

2.5.5.5 Método IMC – International Mechanical Code

Este método foi desenvolvido por AHSRAE, onde classifica os equipamentos segundo o serviço e aplica-lhe uma taxa de extração em pés cúbicos por pé linear, resultando uma velocidade de aspiração da pluma térmica em pés por minuto, conforme demonstrado na tabela

Tabela 6 - Classificação dos equipamentos em função do serviço[9]

	SERVIÇO									
	LIGEIRO		MODERADO		SEVERO		MUITO SEVERO			
Equipamentos	Fornos elétricos/gás e Pizza		Fornos convectores/vapor		Placas de grelhar		Fornos a lenha			
	Marmitas e Banhos-Maria		Fritadeiras a gás e elétricas		Frigideiras basculantes		Churrasqueiras a carvão			
	Placas de indução e infravermelhos		Fogões e fogareiros		Grelhadores de contacto liso		Grelhadores lávicos			
	Cozedores de massa e arroz		Placas queimadores		Grelhadores de contacto nervurado		Grelhadores de placas radiantes			
	Neutros		Placas ardentes e salamandras				WOK			
	Velocidade de aspiração da pluma térmica		[feet/min]	[m/s]	[feet/min]	[m/s]	[feet/min]	[m/s]	[feet/min]	[m/s]
	Caudal (IMC)		[cfm/l.ft]	[m ³ /h.m]	[cfm/l.ft]	[m ³ /h.m]	[cfm/l.ft]	[m ³ /h.m]	[cfm/l.ft]	[m ³ /h.m]
		50	0.254	85	0.432	150	0.762	185	0.94	
		200	1115	300	1672	400	2230	550	3066	

Esses valores são válidos apenas para hotes parietais. Se o tipo hote for diferente, deverão-se aplicar os valores da taxa de caudal indicados na tabela 7

Tabela 7 - Caudal mínimo em função do serviço e tipo de hote[9]

TIPO DE HOTE	SERVIÇO							
	LIGEIRO		MÉDIO		FORTE		MUITO FORTE	
	cfm/l.fo ot	m3/h. m	cfm/l.fo ot	m3/h. m	cfm/l.fo ot	m3/h.m	cfm/l.fo ot	m3/h.m
Hote Parietal	200	1115	300	1672	400	2230	550	3066
Hote central ilha simples	400	2230	500	2787	600	3524	700	3902
Hote central ilha dupla	250	1393	300	1672	400	2230	550	3066
Hote de forno	250	1393	250	1393		Não permitido	Não permitido	Não permitido
Hote frontal	250	1393	300	1672	400	2230	Não permitido	Não permitido
Hote proximidade	250	1393	300	1672	400	2230	Não permitido	Não permitido

3

CÁLCULO DE CAUDAIS, MODELAÇÃO DO EDIFÍCIO E CÁLCULO DAS CARGAS TÉRMICAS COM O CYPE

Neste capítulo fez-se toda análise e os cálculos dos caudais tais como: caudal de ar novo (quantidade de ar novo que é necessário introduzir no refeitório), caudal de extração (quantidade de ar extraído a partir das hotes), caudais de transferência (quantidade de ar que transita da zona do refeitório para zona de confeções de alimentos), e por fim caudais de compensação (quantidade de ar que é preciso insuflar dentro do espaço de confeções de alimentos a fim de compensar a extração).

Com os caudais calculados e as cargas térmicas obtidas a partir do cype, escolheu-se o sistema de AVAC mais adequado ao espaço. No refeitório fez-se a climatização com a unidade de tratamento de Ar (UTA), com condutas duplas, isto é, uma rede de conduta de insuflação, em que o ar climatizado é distribuído pelos difusores quadrados e outra rede de conduta de retorno, feita pelas grelhas retangulares.

Na cozinha a extração das hotes serão feitas pelos ventiladores exaustão ou desenfumagem, a indução com ventiladores de indução, enquanto que a compensação será realizada pelas unidades de tratamento de ar novo (UTAN), ligado numa rede de conduta e difusores.

3.1 CÁLCULO DOS CAUDAIS

Foi recolhida as informações necessárias para calcular os caudais, como o tamanho das hotes atualmente instaladas no espaço e a localização das áreas de cocção de alimentos. Considerou-se que as hotes recomendadas pelos fabricantes deveriam ser compensadas e insufladas, exceto as hotes de lavagem, que possuem apenas um caudal de compensação. Portanto, a cozinha terá cinco hotes, três delas com exaustão, insuflação e compensação e duas hotes de lavagem com exaustão e compensação.

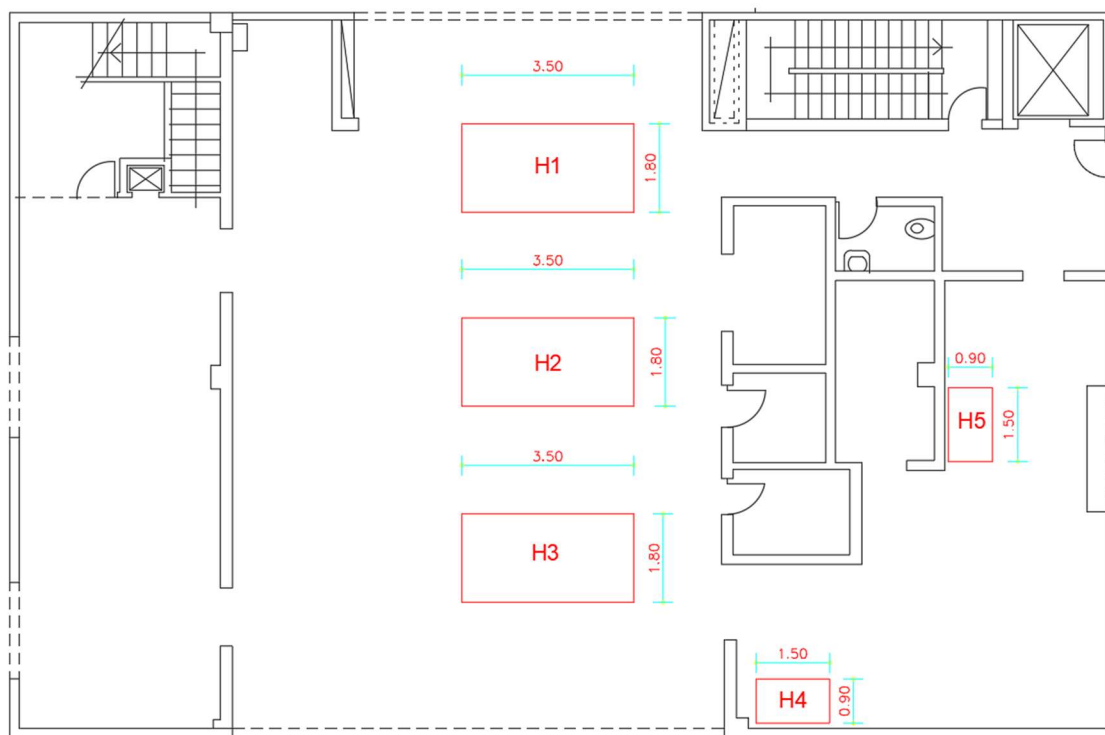


Figura 28 - Localização e medidas das hotes

Decidiu-se que as hotes H1 e H3 seriam destinadas para o fogão e fornos, enquanto que a hote central H2 seria utilizada para painéis de pressão e/ou fritadeiras. Levando em conta a área do fogão e o espaço disponível para painéis e fritadeiras, verificou-se que as 3 hotes deveriam ter tamanhos similares, aproximadamente 3,50 m x 1,80 m.

3.1.1 CÁLCULO DO CAUDAL DE AR NOVO PARA O REFEITÓRIO

A próxima etapa consistiu em determinar a quantidade de ar novo necessária para o refeitório, tendo em consideração o seu volume e a capacidade máxima de pessoas permitidas. Para isso, recorreu-se à folha de cálculo desenvolvida pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC).

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL										Aplicação Qventila	
										Para determinar o caudal mínimo de ar novo de acordo com o Regulamento de Qualidade do Ar Interior (RQAI)	
Edifício	Refeitório - Campus de gambelas										
Técnico:	Auliano Evandro Gomes Furtado										
Concentração exterior de CO2 (ppm)	390										
Dados de entrada											
Designação do espaço ou agrupamento de espaços semelhantes	Área pav (m2)	Pd (m)	n.º Ocup.	Faixa Etária	Tipo de atividade (metabólica)	Limiar de proteção CO2	Perfil Ocupa.	Tipo de espaço (Carga poluente edifício)	Método de Ventilação (Eficácia de remoção de poluentes)	Caudal de ar/ev, QANF (m3/h)	
Refeitório	767.7	3.5	154	até 18 anos e adultos	Sedentária	1250 ppm (2250 mg/m3)	Sala refeições	Predominância (superior a 75%) de materiais de baixa emissão poluente	3 - Insuflação pelo teto, de ar quente pelo menos 8°C acima da temperatura do local e extração/retorno pelo teto (ventilação mecânica e híbrida)	3540	

Figura 29 - Cálculo do caudal de ar novo[12]

3.1.2 CÁLCULO DOS CAUDAIS DAS HOTES

Para determinar o caudal necessário de extração na cozinha, foi empregue o método tradicional ou de aspiração, isto é, método de velocidade ascendente é chamado assim porque considera a velocidade do fluxo de ar que sobe através da hote de exaustão, o perímetro da hote e a diferença de altura entre a hote e o plano de cozedura, para calcular o caudal de ar necessário para a exaustão adequada. Este método leva em conta o tipo de preparação alimentar e utiliza valores de velocidade de fluxo de ar entre 0,20 m/s e 0,50 m/s, dependendo do nível de emissões de calor ou gordura [9].

$$QEHA = v \times 3600 \times u \times \Delta h$$

$QEHA$ – caudal de exaustão [m^3/h]

v – velocidade de escoamento [m/s]

u – perímetro da hote [m]

Δh – diferença de altura entre a hote e o plano de confeção [m]

3.1.2.1 Cálculo do caudal de extração da Hote 1 e 3

$$QEHA1 = QEHA3 = 0,2 \times 3600 \times 10,6 \times 1 = 7\,632\, m^3/h$$

v – 0,2 m/s (velocidade recomendada para fogão e fornos [9])

u – $2 \times 3,5 + 2 \times 1,8 = 10,6\, m$

Δh – 1 m

3.1.2.2 Cálculo do caudal de extração da Hote 2

$$QEHA2 = 0,4 \times 3600 \times 10,6 \times 1 = 15\,264\, m^3/h$$

v – 0,4 m/s (velocidade recomendada para panelas de pressão ou fritadeiras [9])

u – $2 \times 3,5 + 2 \times 1,8 = 10,6\, m$

Δh – 1 m

3.1.2.3 Cálculo do caudal de extração da Hote 4 e 5

$$QEHA4 = QEHA5 = 0,2 \times 3600 \times 4,8 \times 1 = 3\,456\, m^3/h$$

v – 0,2 m/s

u – $2 \times 1,5 + 2 \times 0,9 = 4,8\, m$

Δh – 0,9 m

Numa fase posterior, serão calculados os caudais de compensação. Considerou-se que o ar novo do refeitório será transferido para a cozinha, uma vez que, se pretende que este espaço

se encontra em condições de pressão mais elevada de modo a evitar a saída de fumos e odores da cozinha. O restante caudal de ar novo de compensação entrará pela grelha (hote), 80% do caudal de extração.

Para calcular o caudal de compensação, foi efetuada uma proporção para determinar a quantidade de ar a ser compensada pelo ar proveniente do refeitório em cada hote, utilizando o balanço do caudal:

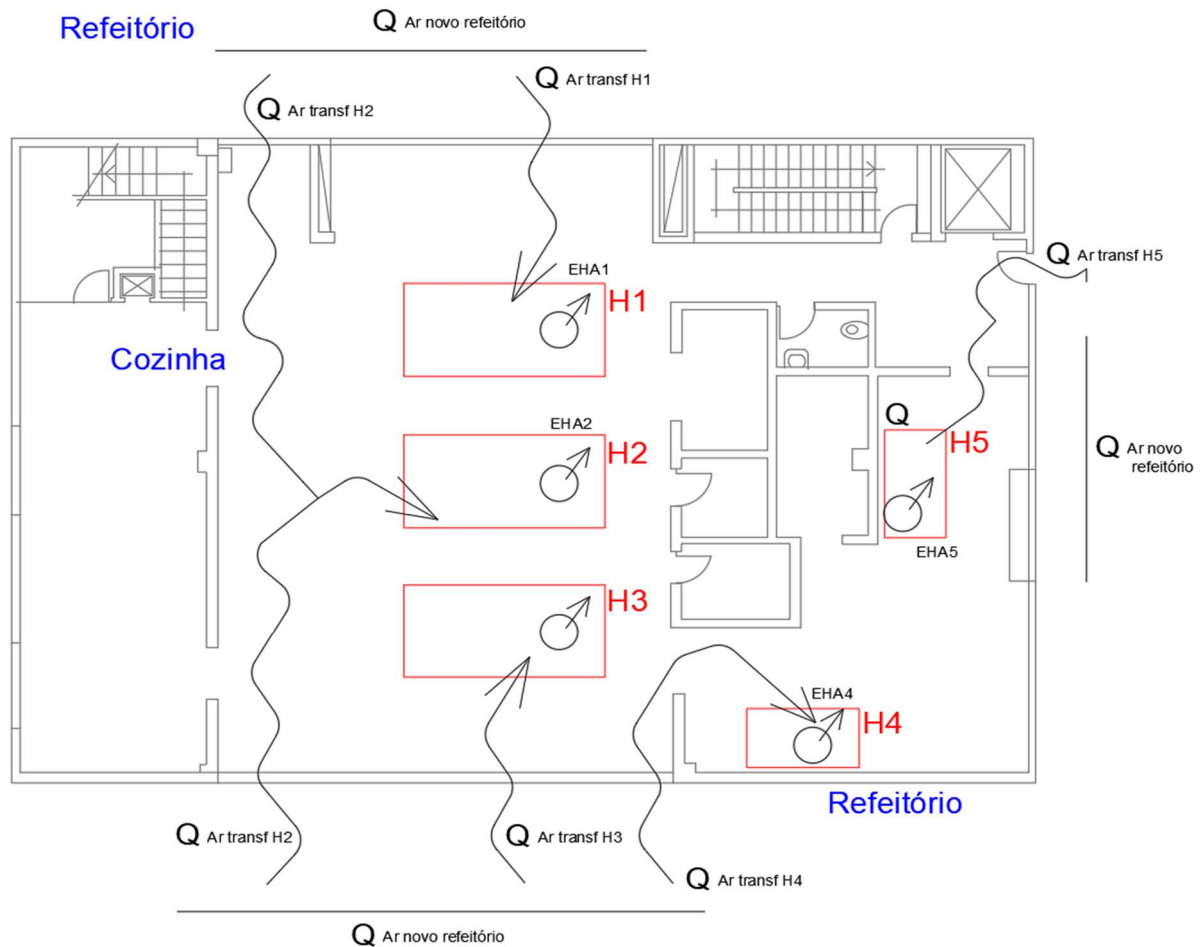


Figura 30 - representação de caudais de exaustão, transferência e compensação

3.1.2.4 Cálculo do caudal de transferência da Hote 1 e 3

$$Q_{Ar\ transf\ H1/3} = Q_{Ar\ novo} \frac{Q_{AEHA1}}{Q_{EHA\ total}}$$

$Q_{Ar\ novo} = 3540\ m^3/h$ (Ar novo calculado no separador 3.1.1, através da folha de cálculo da LNEC)

$$Q_{Ar\ transf\ H1/3} = 3540 \frac{7650}{(7650 + 7650 + 15300 + 3500 + 3500)} \approx 20\% \text{ de } 3540\ m^3/h$$

$$Q_{Ar\ transf\ H1} = 20\% Q_{Ar\ novo} = \mathbf{720\ m^3/h}$$

$$Q_{Ar\ transf\ H3} = 20\% Q_{Ar\ novo} = \mathbf{720\ m3/h}$$

3.1.2.5 Cálculo do caudal de transferência da Hote 2

$$Q_{Ar\ transf\ H2} = Q_{Ar\ novo} \frac{Q_{AEHA}}{Q_{EHA\ total}}$$

$$Q_{Ar\ transf\ H2} = 3540 \frac{15300}{(7650 + 7650 + 15300 + 3500 + 3500)} \approx 40\% \text{ de } 3540\ m3/h$$

$$Q_{Ar\ transf\ H2} = 40\% Q_{Ar\ novo} = \mathbf{1440\ m3/h}$$

3.1.2.6 Cálculo do caudal de transferência da Hote 4 e 5

$$Q_{transf\ H4/5} = Q_{Ar\ novo} \frac{Q_{AEHA4/5}}{Q_{EHA\ total}}$$

$$Q_{Ar\ transf\ H4/5} = 3540 \frac{3500}{(7650 + 7650 + 15300 + 3500 + 3500)} \approx 10\% \text{ de } 3540\ m3/h$$

$$Q_{Ar\ transf\ H4} = 10\% Q_{Ar\ novo} = \mathbf{330\ m3/h}$$

$$Q_{Ar\ transf\ H5} = 10\% Q_{Ar\ novo} = \mathbf{330\ m3/h}$$

3.1.2.7 Cálculo do caudal de compensação da Hote 1 e 3

$$Q_{Comp\ H1} = 0.8 (Q_{EHA1} - Q_{Ar\ transf\ H1})$$

$$Q_{Comp\ H1} = 0.8 (7650 - 720)$$

$$Q_{Comp\ H1} = \mathbf{5544\ m3/h}$$

$$Q_{Comp\ H3} = \mathbf{5544\ m3/h}$$

3.1.2.8 Cálculo do caudal de compensação da Hote 2

$$Q_{Comp\ H2} = 0.8 (Q_{EHA2} - Q_{Ar\ ref\ H2})$$

$$Q_{Comp\ H2} = 0.8 (15300 - 1440)$$

$$Q_{Comp\ H2} = \mathbf{11088\ m3/h}$$

3.1.2.9 Cálculo do caudal de compensação da Hote 4 e 5

$$Q_{Comp\ H4/5} = 0.8 (Q_{EHA4/5} - Q_{Ar\ transf\ H4/5})$$

$$Q_{Comp\ H4/5} = 0.8 (3500 - 330)$$

$$Q_{Comp\ H4/5} = \mathbf{2536\ m3/h}$$

Apesar de calcular os caudais de compensação em cada Hote, mas esta compensação, será feita a partir das UTAS com uma rede de condutas e difusores dentro do compartimento da cozinha, isto é, a compensação da cozinha não é feita pelas Hotes, utilizou-se os cálculos de compensação das Hotes para dimensionar UTAN que climatiza todo o espaço que faz parte do compartimento de cozinha onde se encontram as hotes.

3.1.2.10 Cálculo do caudal de indução da Hote 1 e 3

$$Q_{\text{indução } H1/3} = 0.2 Q_{EHA1/3}$$

$$Q_{\text{indução } H1/3} = 0.2 \times 7650$$

$$Q_{\text{indução } H1} = 1530 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\text{indução } H3} = 1530 \text{ m}^3/\text{h}$$

3.1.2.11 Cálculo do caudal de indução da Hote 2

$$Q_{\text{indução } H2} = 0.2 Q_{EHA2}$$

$$Q_{\text{indução } H2} = 0.2 \times 15300$$

$$Q_{\text{indução } H2} = 3060 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para auxiliar no cálculo dos caudais mencionados anteriormente, utilizou-se uma folha de cálculo desenvolvida no Microsoft Excel, conforme ilustrado na figura seguinte.

1		Qext	7632 m ³ /h	Hote de fogão		Qar transf	720 m ³ /h						
u	10.6 m			1	Qext			7650 m ³ /h	Qcomp	5544 m ³ /h			
v	0.2 m/s			2							15300 m ³ /h	Qind	1530 m ³ /h
Δh	1 m												
Comprime	3.5 m			2	Qext			15300 m ³ /h	Qar transf	1440 m ³ /h			
Largura	1.8 m			3							Qext	7650 m ³ /h	Qcomp
		Hote de Fogão		m ³ /h									
2		Qext	15264 m ³ /h	3	Qext	7650 m ³ /h	Qar transf	720 m ³ /h					
u	10.6 m			3					7650 m ³ /h	Qcomp	5544 m ³ /h		
v	0.4 m/s											Qind	3060 m ³ /h
Δh	1 m												
Comprime	3.5 m												
Largura	1.8 m												
3		Qext	7632 m ³ /h										
u	10.6 m												
v	0.2 m/s												
Δh	1 m												

Comprime e 3.5 m Largura 1.8 m					
4 u 4.8 m v 0.2 m/s Δh 1 m Comprime 1.5 m Largura 0.9 m	Qext 3456 m ³ /h			Hote de lavagem 4 Qext 3500 m ³ /h	Qar transf 330 m ³ /h Qcomp 2536 m ³ /h
5 u 4.8 m v 0.2 m/s Δh 1 m Comprime 1.5 m Largura 0.9 m	Qext 3456 m ³ /h			Hote de lavagem 5 Qext 3500 m ³ /h	m ³ /h Qar transf 330 m ³ /h Qcomp 2536 m ³ /h
		Qar vindo do refeitório		3540	m³/h
		Qar compensação		27248	m³/h
		Qar indução		6120	m³/h
		Qar extração		37600	m³/h

Figura 31 - Cálculo dos caudais das hotes



Figura 32 - Esquema de balanço de caudal

3.1.2.12 Cálculo total de caudal de entrada

$Q_{ar\ entrada} = Q_{transf} + Q_{indução} + Q_{compensação}$

$Q_{ar\ entrada} = 3540 + 6120 + 27248 = 36908\ m^3/h$

Como o caudal de entrada é menor que o caudal total de extração ($Q_{ext}=37600\ m^3/h$), isto é, existe mais caudal a sair do que a entrar, desta forma, é garantida que o fumo da cozinha não passa para o refeitório.

3.2 CÁLCULO DAS CARGAS TÉRMICAS

Para calcular as cargas térmicas, utilizou-se o software CYPE. Primeiramente, todo o edifício foi desenhado no módulo IFC BUILDER e, posteriormente, exportado para o módulo de cálculo de cargas térmicas CYPE LOADS.

Este módulo é muito simples de usar e baseia-se no Método das Séries Temporais Radiantes (RTSM) recomendado pela ASHRAE (Sociedade Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar-condicionado). O seu uso é descrito no "Manual de Aplicações de Cálculo de Cargas Térmicas de 2010" (Jeffrey D.Spitler. Manual de Aplicações de Cálculo de Cargas Térmicas[13]).

O primeiro passo é definir as áreas, volumes e envolvente do edifício. Ou seja, é necessário projetar o edifício a partir de um arquivo em formato .dwg, levando em conta o pé-direito, os tipos de janelas, portas, pavimento, paredes, interior e exterior, e cobertura conforme o que se constata no edifício. Também é posicionado o edifício conforme a sua orientação solar. Todo esse processo é realizado no módulo IFC BUILDER, conforme ilustrado na figura seguinte.

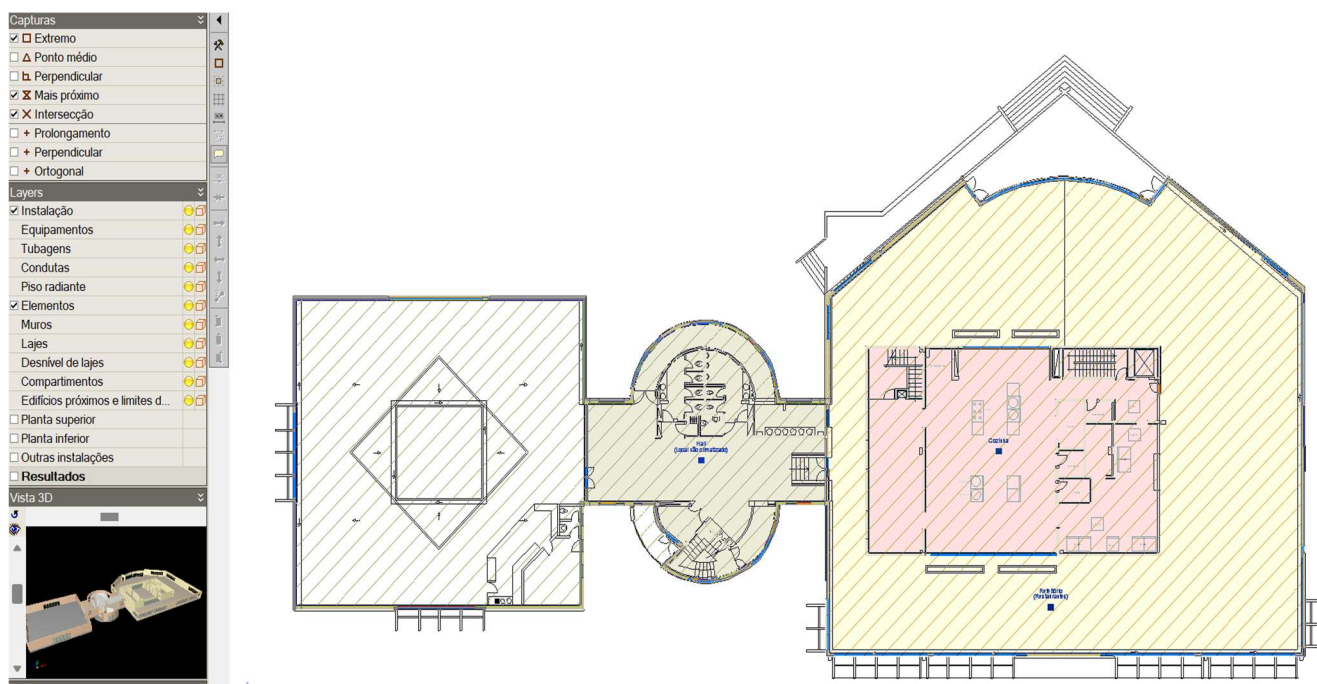


Figura 33 planta baixa do piso da cozinha e refeitório

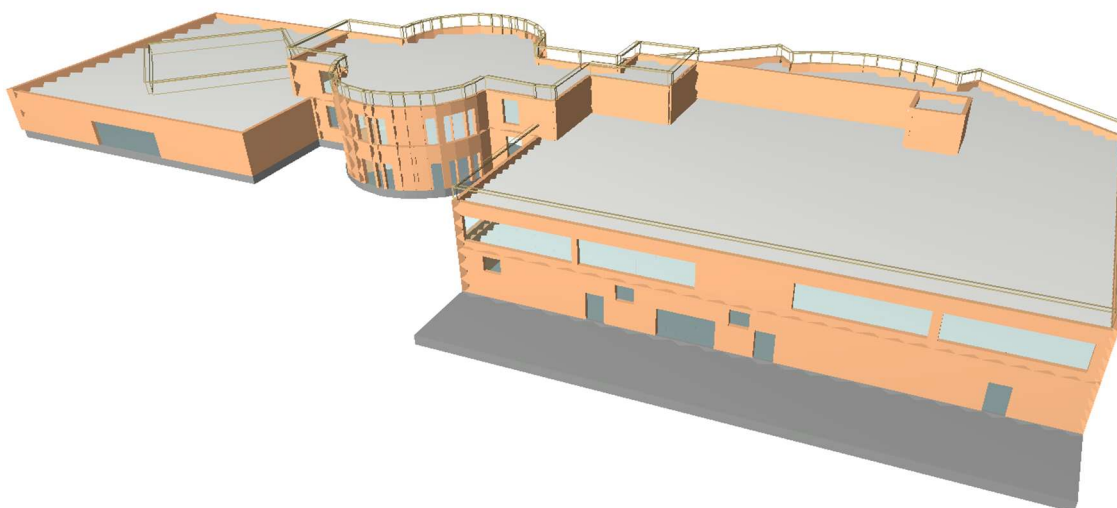


Figura 34 - Vista 3D do edifício

No segundo passo, isto é, no CYPE LOADS, o passo mais importante é selecionar o pavimento, as paredes, coberturas, portas e janelas, e definir a utilização dos vários compartimentos, bem como a ventilação e considerar as condições interiores desejada tais como: a temperatura e humidade relativa em cada espaço. Dado que o edifício já tem alguns anos, supõe-se que nenhum dos elementos da envolvente possuía isolamento, e que os vidros

e caixilharias eram os mesmos e, portanto, teriam um coeficiente de transmissão térmica elevado.

3.2.1 ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO

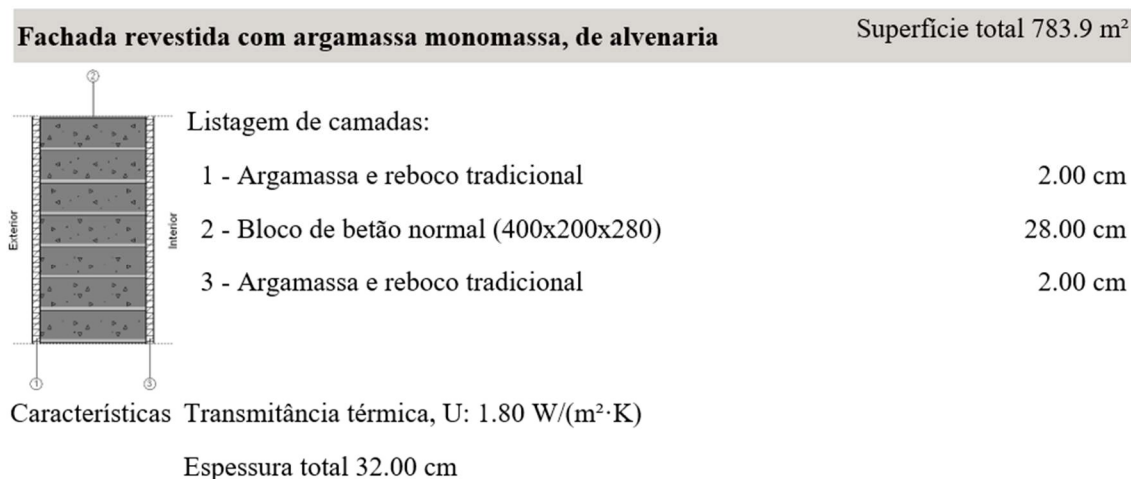


Figura 35 - Parede exterior

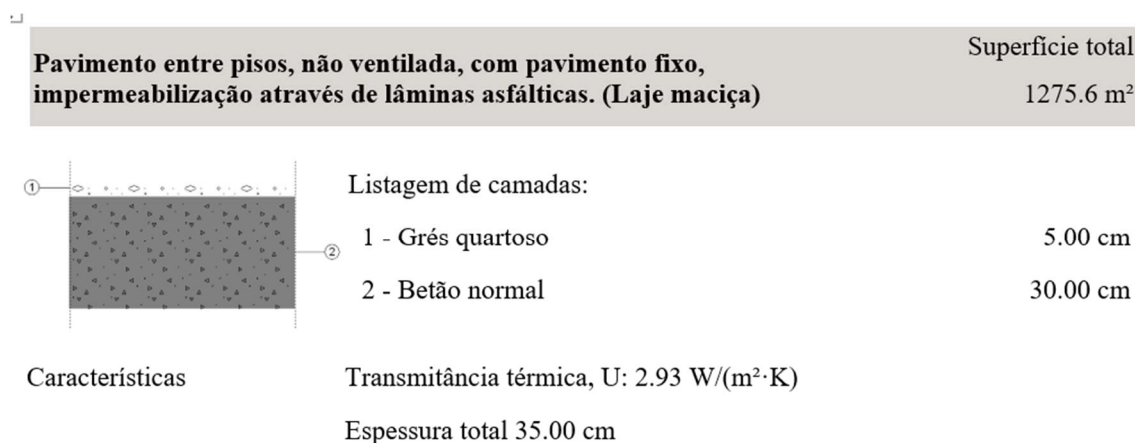


Figura 36 - Pavimento interior e em consola

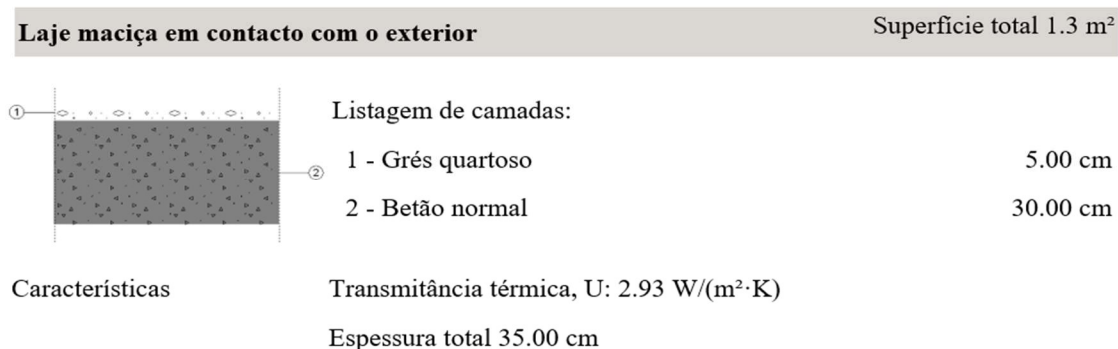


Figura 37 – Cobertura

Referência
1 Vitral de alumínio, de 60x210 cm
2 Janela de alumínio, com dobradiças de batente de abertura para o exterior, de 120x100 cm, com vitral inferior de 90 cm de altura
3 Porta de alumínio, com dobradiças de batente de abertura para o exterior, de 120x210 cm
4 Porta de alumínio, com dobradiças oscilo-paralela de abertura para o interior, de 70x210 cm
5 Janela de alumínio, com dobradiças de batente de abertura para o interior, de 60x120 cm

Figura 38 - Características de envidraçados consoante área

3.2.2 CONDIÇÕES INTERIORES E EXTERIORES DO REFEITÓRIO

Tabela 8 - Condições interiores e exteriores de arrefecimento do Refeitório

Carga máxima de arrefecimento	
<hr/>	
Compartimento: Refeitório	Zona: Cantina Gambelas Campus
<hr/>	
Superfície útil = 767.7 m ² Volume útil = 2420.68 m ³	
Condições de dimensionamento	
Interiores:	Exteriores:
Temperatura do ar = 25.0 °C	Temperatura seca = 31.7 °C
Humidade relativa = 50.00%	Temperatura húmida = 20.0 °C
<hr/>	
Momento da carga máxima de arrefecimento: 21 de Julho às 18h (16 hora solar aparente)	

Tabela 9 - Condições interiores e exteriores de aquecimento do Refeitório

Carga máxima de aquecimento	
Compartimento: Refeitório	Zona: Cantina Gambelas Campus
Superfície útil = 767.73 m ² Volume útil = 2420.68 m ³	
Condições de dimensionamento	
Interiores:	Exteriores:
Temperatura do ar = 20.0 °C	Temperatura seca = 6.1 °C
Humidade relativa = 30.00 %	Humidade relativa = 80.00 %

3.2.3 CONDIÇÕES DE INTERIORES E EXTERIORES DA COZINHA

Tabela 10 - Condições interiores e exteriores de arrefecimento da Cozinha

Carga máxima de arrefecimento	
Compartimento: Cozinha	Zona: Cantina Gambelas Campus
Superfície útil = 302.7 m ² Volume útil = 954.48 m ³	
Condições de dimensionamento	
Interiores:	Exteriores:
Temperatura do ar = 27.0 °C	Temperatura seca = 32.2 °C
Humidade relativa = 50.00%	Temperatura húmida = 20.3 °C
Momento da carga máxima de arrefecimento: 21 de Julho às 17h (15 hora solar aparente)	

Tabela 11 - Condições interiores e exteriores de aquecimento da Cozinha

Carga máxima de aquecimento	
Compartimento: Cozinha	Zona: Cantina Gambelas Campus
Superfície útil = 302.7 m ² Volume útil = 954.48 m ³	
Condições de dimensionamento	
Interiores:	Exteriores:
Temperatura do ar = 20.0 °C	Temperatura seca = 6.1 °C
Humidade relativa = 30.00 %	Humidade relativa = 80.00 %

De seguida conforme o caudal de ar novo calculado no refeitório (3 540 m³/h = 983 L/s), os perfis de uso e densidades conforme o DL 79/2006 e as condições interiores definidas prossegue-se para o cálculo das cargas térmicas.

The screenshot shows the 'Compartimento (Tipo 3)' window with the following settings:

- Referência: Refeitório
- Classificação do compartimento: Habitável
- Condições de cálculo: Climatizado
- Refrigeração:**
 - Temperatura interior de dimensionamento: 25.0 °C
 - Humidade relativa de dimensionamento: 50.00 %
- Aquecimento:**
 - Temperatura interior de dimensionamento: 20.0 °C
 - Humidade relativa de dimensionamento: 30.00 %
- Ventilação/Infiltração:**
 - Ventilação: 983 l/s
 - Infiltração
 - Recuperação de calor
 - Perfil de utilização
- Ganhos internos de calor:**
 - Ocupação: 5.0 m²/pessoa
 - Equipamento interno
 - Ganho de calor sensível: 80.00 W/pessoa
 - Fracção radiante: 0.58
 - Ganho de calor latente: 80.00 W/pessoa
 - Perfil de utilização
 - Iluminação: 10.90 W/m²
 - Outras cargas
 - Fracção radiante: 0.69
 - Fracção ao compartimento: 0.58
 - Perfil de utilização

Figura 39 - Valores introduzidos para o refeitório

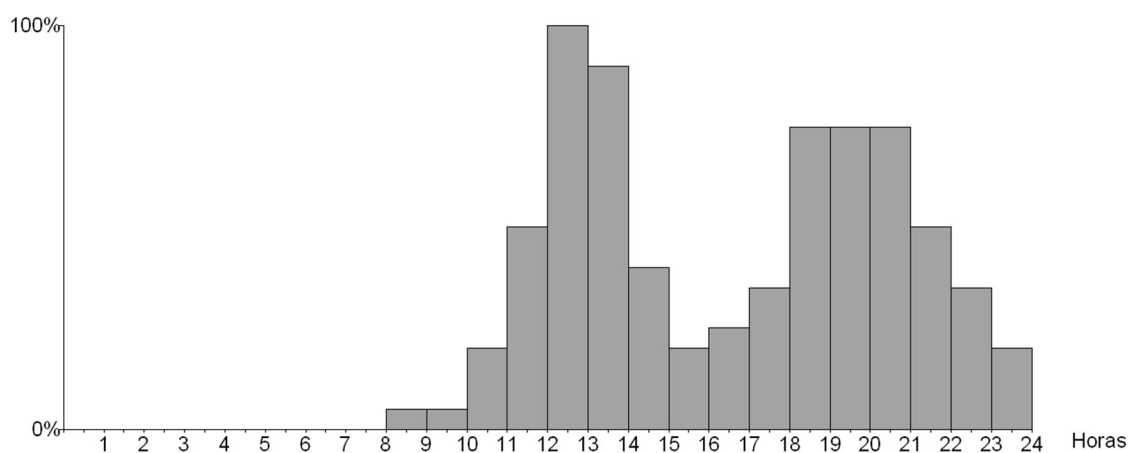


Figura 40 - Perfil de ocupação de restaurante/refeitório[12]

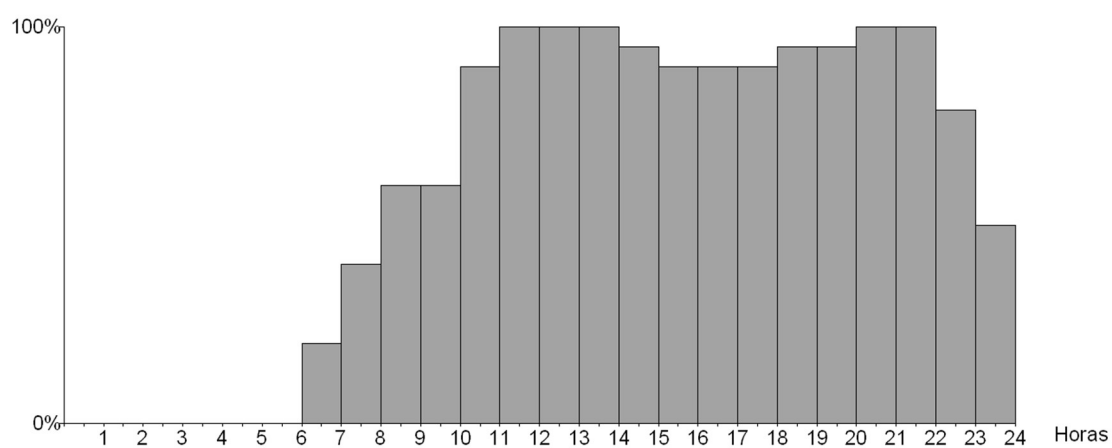


Figura 41 - Perfil de iluminação de restaurante/refeitório [12]

Uma vez que não há equipamentos no refeitório, o perfil de utilização dos equipamentos não foi tido em conta.

No que diz respeito à cozinha, apenas se considerou o perfil de 6138 horas anuais (Tabela 2), o débito total de compensação das Hotes (27248 m³/h), as temperaturas ótimas para o verão e inverno e densidades em conformidade com o DL 79/2006.

Figura 42 - Valores introduzidos para a cozinha

No perfil de utilização considerou-se que o refeitório encerra em agosto, portanto neste mês não foi incluído nos cálculos.

Mês	Tipo	Valor
<input checked="" type="checkbox"/> Janeiro	Perfil diário	Perfil 6138 h
<input checked="" type="checkbox"/> Fevereiro	Perfil diário	Perfil 6138 h
<input checked="" type="checkbox"/> Março	Perfil diário	Perfil 6138 h
<input checked="" type="checkbox"/> Abril	Perfil diário	Perfil 6138 h
<input checked="" type="checkbox"/> Maio	Perfil diário	Perfil 6138 h
<input checked="" type="checkbox"/> Junho	Perfil diário	Perfil 6138 h
<input checked="" type="checkbox"/> Julho	Perfil diário	Perfil 6138 h
<input checked="" type="checkbox"/> Agosto	Percentagem constante	0.00 %
<input checked="" type="checkbox"/> Setembro	Perfil diário	Perfil 6138 h
<input checked="" type="checkbox"/> Outubro	Perfil diário	Perfil 6138 h
<input checked="" type="checkbox"/> Novembro	Perfil diário	Perfil 6138 h
<input checked="" type="checkbox"/> Dezembro	Perfil diário	Perfil 6138 h

Figura 43 - Perfil de utilização da cozinha

Após esta etapa e alguns ajustes, foi preciso incorporar os dados climáticos para Faro. O CYPE dispõe de uma ampla coleção de informações que inclui as diversas temperaturas das estações distribuídas em vários continentes. Neste caso, escolheu-se a estação de Faro/Aeroporto e importaram-se os seguintes valores.

Dados da localização						
Localização: FARO/AEROPORTO						
Latitude	37.02 °	Coeficiente de reflexão da envolvente		0.20		
Longitude	-7.97 °	Zona horária		0.0		
Altitude	8.00 m	<input checked="" type="checkbox"/> Horário de verão (DST)		Mês inicial	Abril	Mês final
Condições de dimensionamento para aquecimento						
Temperatura seca	6.1 °C	Humidade relativa	80.0 %	Temperatura do terreno	13.2 °C	
Condições de dimensionamento para arrefecimento						
Cálculo de cargas de arrefecimento por mês	Temperatura seca de dimensionamento (°C)	Temperatura húmida coincidente (°C)	Oscilação diária da temperatura seca (°C)	Oscilação diária da temperatura húmida (°C)	Profundidade ótica do céu limpo para a irradiação direta	Profundidade ótica do céu limpo para a irradiação difusa
Janeiro	17.6	14.4	7.8	5.5	0.325	2.508
Fevereiro	18.7	14.0	7.7	5.6	0.352	2.341
Março	21.2	14.7	7.9	5.8	0.396	2.134
Abril	23.8	14.9	8.1	5.6	0.379	2.266
Mai	26.2	17.4	8.0	5.4	0.412	2.155
Junho	29.3	19.0	8.2	5.3	0.427	2.122
Julho	32.2	20.3	9.1	5.7	0.414	2.193
Agosto	31.6	20.5	8.6	5.5	0.424	2.15
Setembro	29.3	20.1	8.1	5.1	0.409	2.209
Outubro	25.2	18.8	7.4	5.0	0.377	2.316
Novembro	21.8	17.8	7.4	4.8	0.351	2.399
Dezembro	18.5	15.8	6.9	4.9	0.338	2.435

Figura 44 - Valores importados do clima para Faro

Após a incluir todos os dados é obtido o resultado do balanço global efetuado utilizando o método de cálculo da ASHRAE. Contudo, os valores mais relevantes são os relativos à carga térmica de aquecimento e arrefecimento necessários para dimensionar os diferentes tipos de equipamentos.

Na carga térmica de arrefecimento é possível verificar que são necessários aproximadamente 240 kW para manter os dois espaços na temperatura desejada. No caso da cozinha, a temperatura de verão desejada é de 27°C, enquanto no refeitório é de 25°C.

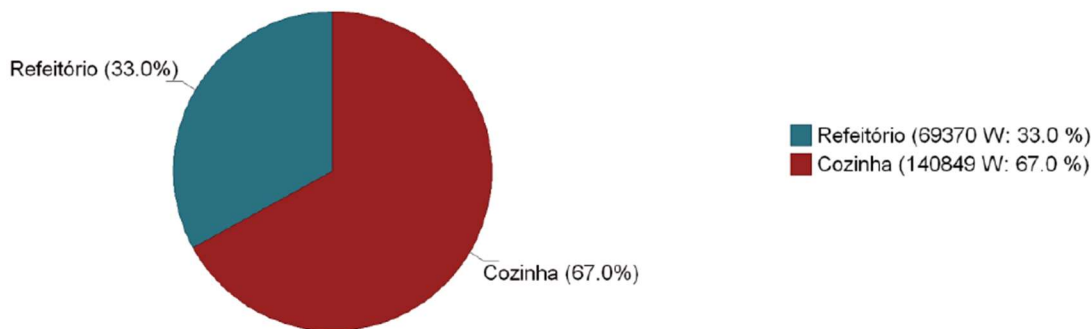


Figura 45 - Carga térmica de arrefecimento

Enquanto que na carga térmica de aquecimento são necessários aproximadamente 234 kW para manter os dois espaços na temperatura desejada, que é de 20 °C.

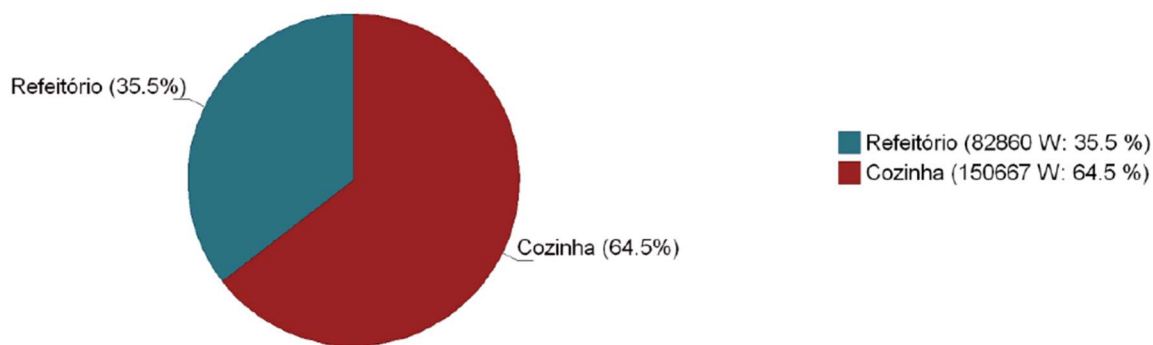


Figura 46 - Carga térmica de aquecimento

Entre os dados obtidos, há um conjunto de informações que merecem atenção. Dentre elas, evidencia-se este diagrama que mostra a evolução da carga térmica de arrefecimento, indicando uma grande discrepância entre a cozinha e o refeitório, e o refeitório por sua vez recebe a maior parte da sua carga térmica através das envolventes, percebe-se também que como foi definido que no mês de agosto não há perfil de ocupação ou iluminação, a carga térmica é de 40 kW, ganho de calor pelas envolventes.

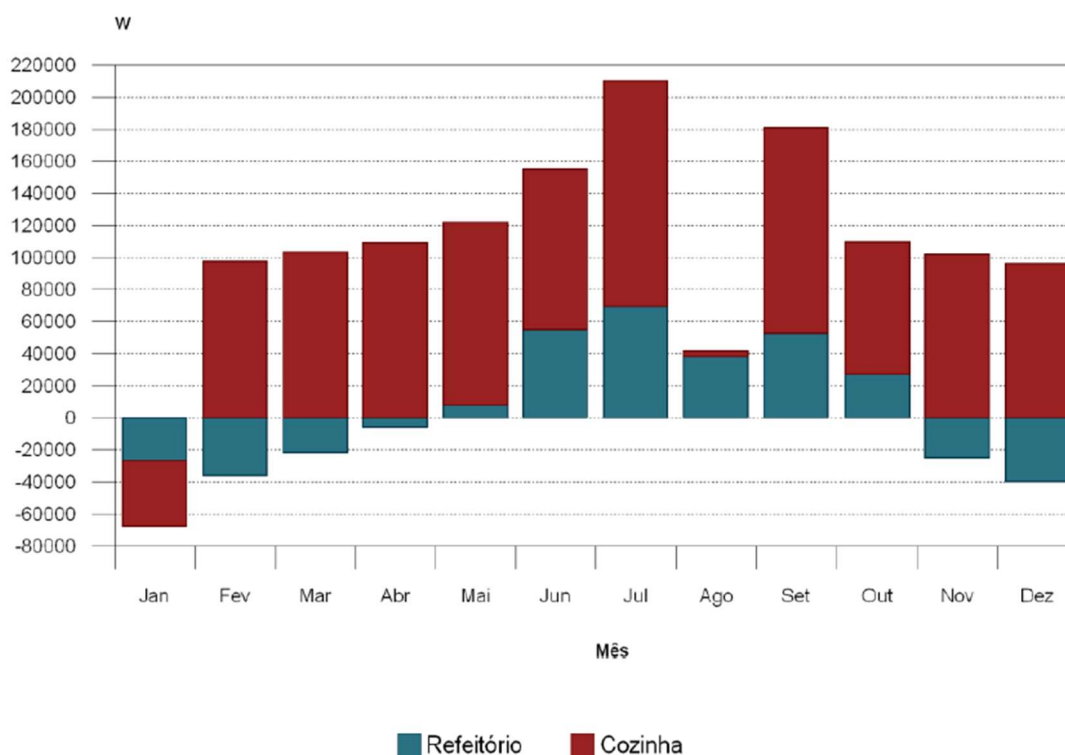


Figura 47 - Evolução anual da carga de arrefecimento

O mesmo acontece com o gráfico seguinte, mas neste caso o representado é a evolução horária média ao longo do dia 21 Julho, o dia mais quente do ano.

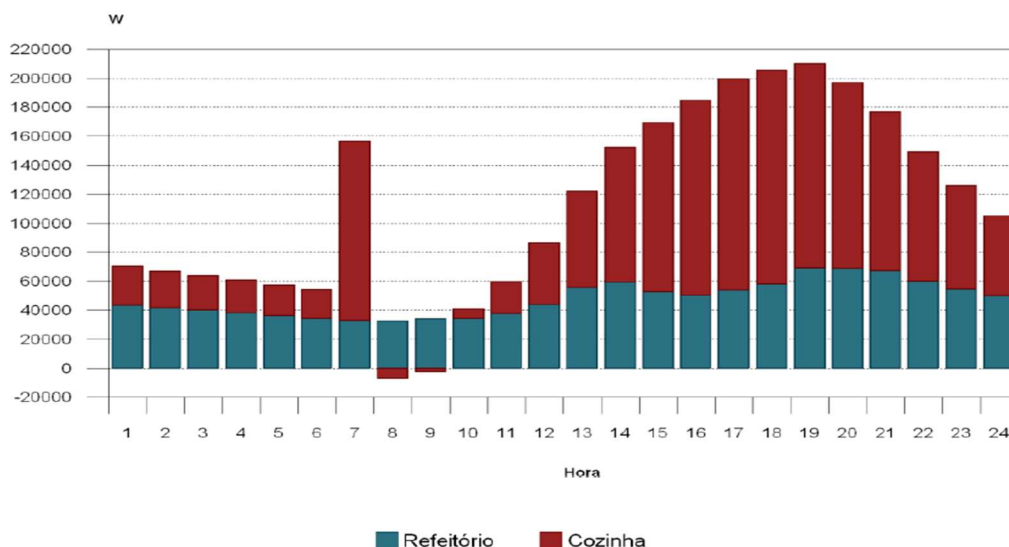


Figura 48 - Evolução horária de carga térmica no dia 21 de Julho

Na figura 48, é possível observar que a carga térmica proveniente dos aparelhos instalados na cozinha é significativa, uma vez que estes são maioritariamente utilizados durante o dia e os ganhos térmicos provenientes da envolvente são mínimos, dado que não há contacto com paredes exteriores.

3.3 RESULTADO DAS CARGAS TÉRMICAS

3.3.1 ARREFECIMENTO

Tabela 12 - Resultado das cargas térmicas arrefecimento

	Externas				Internas		Ventilação			Totais					
	A	Condução	Solar	Inf. lat.	Inf. sens.	Lat.	Sens.	Caudal	Lat.	Sens.	Lat.	Sens.	Total	Total	
	(m ²)	(W)	(W)	(W)	(W)	(W)	(W)	(l/s)	(W)	(W)	(W)	(W)	(W)	(W/m ²)	(W)
Carga máxima de arrefecimento por compartimento															
Refeitório	767.7	27600	13861	0	0	9213	12982	737	-77	5792	9136	60235	90	69370	
Cozinha	302.7	2968	0	0	0	450	123172	7569	-24555	45389	-24105	171528	487	147424	
Carga máxima simultânea de arrefecimento para o conjunto de compartimentos: 21 de Julho às 18h (16 hora solar aparente)															
Refeitório Campus Gambelas	1070.5							8306			-18848	229067	196.38	210219	

A	Superfície
Condução	Cargas devidas aos ganhos de calor por condução
Solar	Cargas devidas aos ganhos de calor por radiação solar
Inf. lat.	Infiltração latente
Inf. sens.	Infiltração sensível
Lat.	Latente
Sens.	Sensível

3.3.2 AQUECIMENTO

Tabela 13 - Resultado das cargas térmicas de aquecimento

	Externas				Ventilação			Totais			
	A	Condução	Inf. lat.	Inf. sens.	Caudal	Lat.	Sens.	Lat.	Sens.	Total	Total
	(m ²)	(W)	(W)	(W)	(l/s)	(W)	(W)	(W)	(W)	(W/m ²)	(W)
Carga máxima de aquecimento por compartimento											
Refeitório	767.7	66470	0	0	983	-1003	17393	-1003	83863	107.93	82860
Cozinha	302.7	24468	0	0	7569	-7723	133922	-7723	158390	497.71	150667
Carga máxima simultânea de aqueciemnto para o conjunto de compartimentos											
Refeitório Campus Gambelas	1070.5				8552			-8726 242253 218.16 233526			

A	Superfície
Condução	Cargas devidas aos ganhos de calor por condução
Inf. lat.	Infiltração latente
Inf. sens.	Infiltração sensível
Lat.	Latente
Sens.	Sensível

4

SIMULAÇÃO ENERGÉTICA DO EDIFÍCIO

4.1 NECESSIDADE ENERGÉTICA

A seguinte tabela é um resumo dos resultados obtidos no cálculo da necessidade energética de aquecimento e arrefecimento de cada zona habitável, junto com o consumo total do edifício.

Tabela 14 - resultado do cálculo da necessidade energética

Zonas habitáveis	S_u	D_{aquec}		D_{ref}	
	(m ²)	(kWh/ano)	(kWh/m ² ·ano)	(kWh/ano)	(kWh/m ² ·ano)
Refeitório Campus de Gambelas	1070.46	90238.6	84.3	84619.9	79.05
	1070.46	90238.6	84.3	84619.9	79.05

onde:

S_u : Superfície útil da zona habitável, m².

D_{aquec} : Valor calculado do consumo energético de aquecimento, kWh/m²·ano.

D_{ref} : Valor calculado do consumo energético de refrigeração, kWh/m²·ano.

4.1.1 BALANÇO ENERGÉTICO ANUAL DO EDIFÍCIO

O seguinte gráfico de barras mostra o balanço energético do edifício mês a mês, contabilizando a energia perdida ou ganha por transmissão térmica através de elementos pesados e leves (Q_{op} e Q_w , respectivamente), a energia intercambiada por ventilação e infiltrações (Q_{ve+inf}), o ganho de calor interno devido à ocupação (Q_{ocup}), à iluminação (Q_{ilum}) e ao equipamento interno (Q_{equip}), assim como a contribuição necessária de aquecimento (Q_H) e arrefecimento (Q_C).

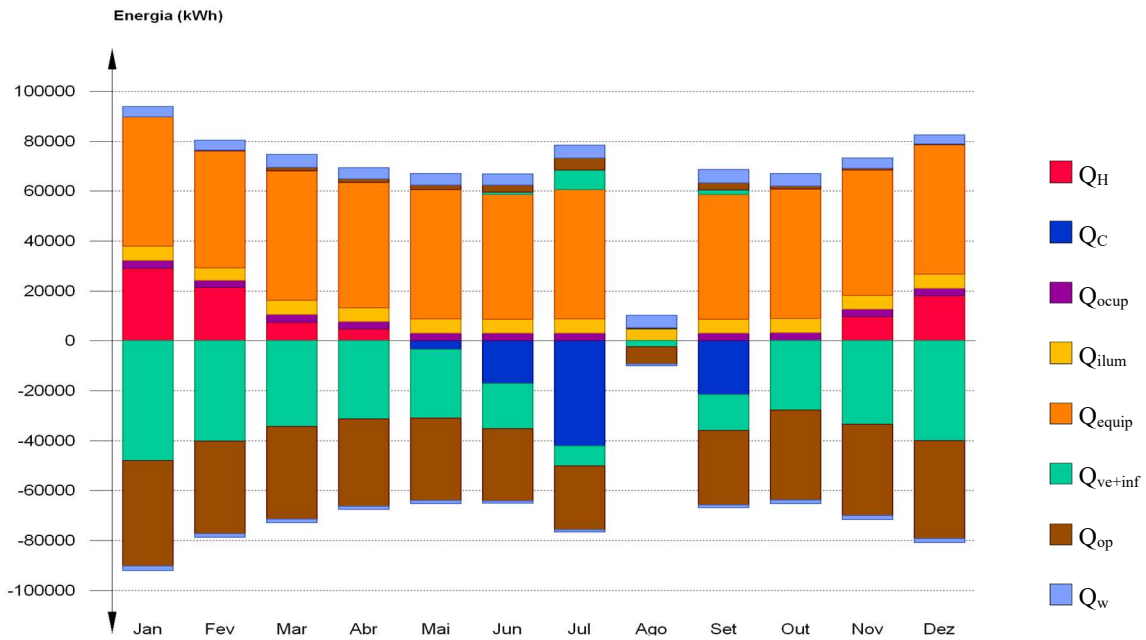


Figura 49 - Gráfico de balanço energético do edifício

Na seguinte tabela são mostrados os valores numéricos correspondentes ao gráfico anterior, do balanço energético do edifício completo, como soma das energias involucradas no balanço energético de cada uma das zonas térmicas que conformam o modelo de cálculo do edifício.

O critério de sinais adoptado consiste em utilizar valores positivos para energias fornecidas à zona de cálculo, e negativos para a energia extraída.

Tabela 15 - balanço energético do edifício completo

	Jan (kWh)	Fev (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	Mai (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Set (kWh)	Out (kWh)	Nov (kWh)	Dez (kWh)	Ano (kWh/ano (kWh/m ² .ano))	
Balanço energético anual do edifício.														
Q _{op}	158.3	306.6	1368.4	1396.0	1809.3	2881.1	4767.6	440.0	2742.6	1240.0	683.3	366.5	-369310	-345
Q _w	42364.0	37157.0	37000.0	34842.2	33075.9	28959.3	25561.1	6901.1	29834.5	36001.6	36599.3	39173.8	39481.2	36.88
Q _{ve+inf}	47972.4	40154.2	34405.1	31417.4	27409.0	17936.1	-7821.4	2353.5	14399.2	27887.2	33551.4	40063.3	-314887	-294.16
Q _{equip}	51827.7	46812.1	51827.7	50155.8	51827.7	50155.8	51827.7	--	50155.8	51827.7	50155.8	51827.7	558401	521.65
Q _{ilum}	5670.5	5121.7	5670.5	5487.5	5670.5	5487.5	5670.5	4659.2	5487.5	5670.5	5487.5	5670.5	65753.8	61.43
Q _{ocup}	3132.3	2829.2	3132.3	3031.3	3132.3	3031.3	3132.3	--	3031.3	3132.3	3031.3	3132.3	33748.4	31.53
Q _H	29015.6	21305.9	7425.1	4738.4	--	--	--	--	--	93.9	9730.9	17928.8	90238.6	84.3
Q _C	--	--	--	--	-3563.7	17241.0	42274.0	--	21541.1	--	--	--	84619.9	-79.05
Q _{HC}	29015.6	21305.9	7425.1	4738.4	3563.7	17241.0	42274.0	--	21541.1	93.9	9730.9	17928.8	174858	163.35

onde:

Q_{op} : Transferência de energia correspondente à transmissão térmica através de elementos pesados em contacto com o exterior, kWh/m²-ano.

Q_w : Transferência de energia correspondente à transmissão térmica através de elementos leves em contacto com o exterior, kWh/m²-ano.

Q_{ve+inf} : Transferência de energia correspondente à transmissão térmica por ventilação, kWh/m²-ano.

Q_{equip} : Transferência de energia correspondente ao ganho interno de calor devido ao equipamento interno, kWh/m²-ano.

Q_{ilum} : Transferência de energia correspondente ao ganho interno de calor devido à iluminação, kWh/m²-ano.

Q_{ocup} : Transferência de energia correspondente ao ganho interno de calor devido à ocupação, kWh/m²-ano.

Q_H : Energia fornecida de aquecimento, kWh/m²-ano.

Q_C : Energia fornecida de refrigeração, kWh/m²-ano.

Q_{HC} : Energia fornecida de aquecimento e refrigeração, kWh/m²-ano.

4.1.2 NECESSIDADE ENERGÉTICA MENSAL DE AQUECIMENTO E ARREFECIMENTO.

Considerando apenas a necessidade energética a cobrir pelos sistemas de aquecimento e arrefecimento, as necessidades energéticas e de potência útil instantânea ao longo da simulação anual mostram-se nos seguintes gráficos:

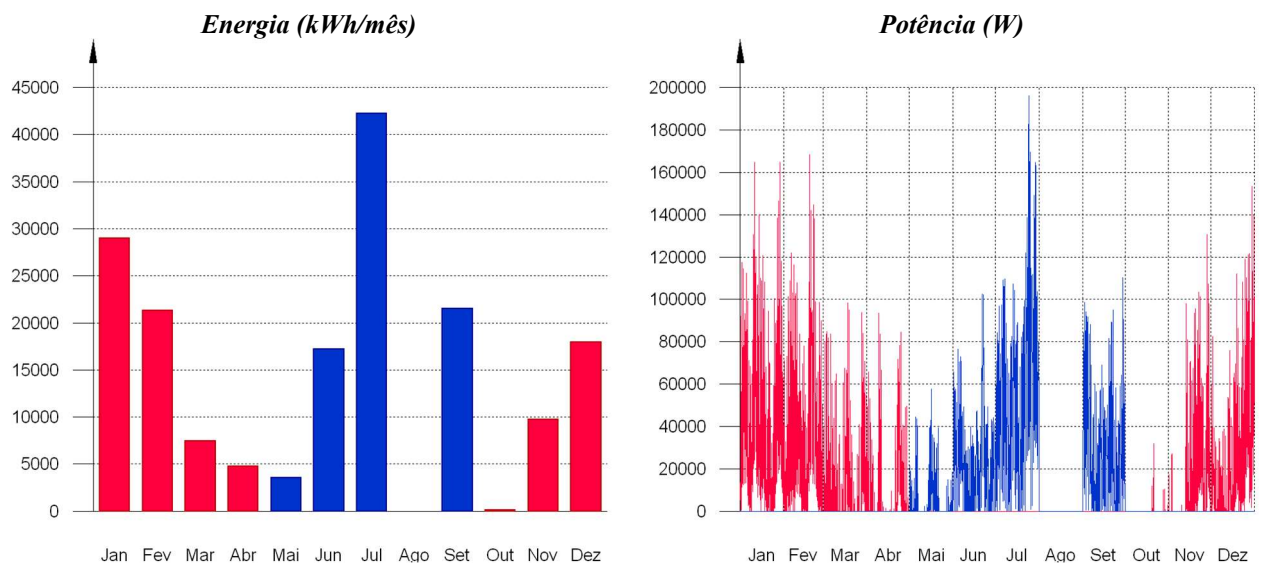


Figura 50 - Necessidade energética e potência instantânea

4.1.3 EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA

A evolução da temperatura operativa interior mostra-se no seguinte gráfico, que mostra a evolução das temperaturas mínima, máxima e média de cada dia de cálculo:

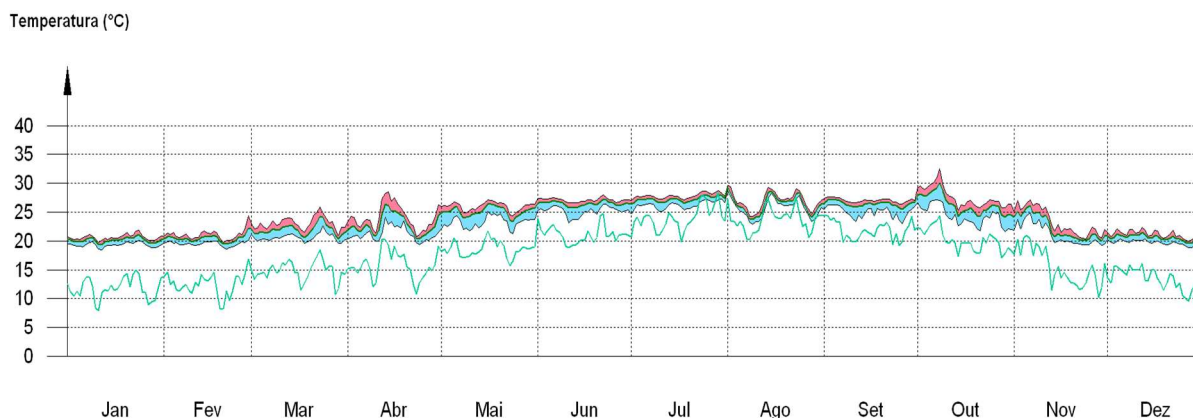


Figura 51 - Gráfico da evolução da temperatura – Faro

4.1.4 MODELO DE CÁLCULO COM AGRUPAMENTOS DE COMPARTIMENTOS

Mostra-se seguidamente a caracterização dos espaços que compõem cada uma das zonas de cálculo do edifício.

Tabela 16 - Modelo de cálculo com agrupamento de compartimentos

	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/ano)	ΣQ _{ocup,l} (kWh/ano)	ΣQ _{equip,s} (kWh/ano)	ΣQ _{equip,l} (kWh/ano)	ΣQ _{ilum} (kWh/ano)	T ^a aquec. média (°C)	T ^a refrig. média (°C)
Refeitório Campus de Gambelas (Zona habitável)										
Refeitório	767.73	2420.68	1.46	29540.0	29540.0	--	--	73306.4	20.0	25.0
Cozinha	302.72	954.48	19.59	4208.4	2705.4	746184.8	--	14559.7	20.0	25.0
	1070.46	3375.16	10.53/6.73*	33748.4	32245.4	746184.8	--	87866.1	20.0	25.0

onde:

S: Superfície útil interior do compartimento, m².

V: Volume interior neto do compartimento, m³.

ren_h: Número de renovações por hora do ar do compartimento.

*: Valor médio do número de renovações hora do ar da zona habitável, incluindo as infiltrações calculadas.

Q_{ocup,s}: Somatório da carga interna sensível devida à ocupação do compartimento ao longo do ano, kWh/ano.

Q_{ocup,l}: Somatório da carga interna latente devida à ocupação do compartimento ao longo do ano, kWh/ano.

Q_{equip,s}: Somatório da carga interna sensível devida aos equipamentos presentes no compartimento ao longo do ano, kWh/ano.

Q_{equip,l}: Somatório da carga interna latente devida aos equipamentos presentes no compartimento ao longo do ano, kWh/ano.

Q_{ilum}: Somatório da carga interna devida à iluminação do compartimento ao longo do ano, kWh/ano.

T^a: Valor médio nos intervalos de operação da temperatura fixada de aquecimento, °C.

aquec. média:

T^r Valor médio nos intervalos de operação da temperatura fixada de refrigeração, °C.
refrig.
média:

4.2 CONSUMO ENERGÉTICO

4.2.1 CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL DO EDIFÍCIO

Tabela 17 - Consumo energético anual

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano	
	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh·ano)	(kWh/m ² ·ano)
EDIFÍCIO ($S_u = 1070.46 \text{ m}^2$; $V = 3375.16 \text{ m}^3$)														
Aquecimento	29015.6	21305.9	7425.1	4738.4	--	--	--	--	--	93.9	9730.9	17928.8	90238.6	84.3
Arrefecimento	--	--	--	--	3563.7	17241.0	42274.0	--	21541.1	--	--	--	84619.8	79.1
Necessidade energética	AQS	45.3	41.0	45.3	43.9	45.3	43.9	45.3	43.9	45.3	43.9	45.3	533.9	0.5
TOTAL	29061.0	21346.9	7470.4	4782.3	3609.1	17284.9	42319.4	45.3	21585.0	139.2	9774.8	17974.1	175392.3	163.8

4.2.2 NECESSIDADE ENERGÉTICA E ENERGIA ÚTIL PROPORCIONADA POR ZONA HABITÁVEL E MÊS

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano	
	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh·ano)	(kWh/m ² ·ano)
Refeitório Campus de Gambelas ($S_u = 1070.46 \text{ m}^2$; $V = 3375.16 \text{ m}^3$)														
Aquecimento	29015.6	21305.9	7425.1	4738.4	--	--	--	--	--	93.9	9730.9	17928.8	90238.6	84.3
Arrefecimento	--	--	--	--	3563.7	17241.0	42274.0	--	21541.1	--	--	--	84619.8	79.1
Necessidade energética	AQS	45.3	41.0	45.3	43.9	45.3	43.9	45.3	43.9	45.3	43.9	45.3	533.9	0.5
TOTAL	29061.0	21346.9	7470.4	4782.3	3609.1	17284.9	42319.4	45.3	21585.0	139.2	9774.8	17974.1	175392.3	163.8
Aquecimento	29015.6	21305.9	7425.1	4738.4	--	--	--	--	--	93.9	9730.9	17928.8	90238.6	84.3
Arrefecimento	--	--	--	--	3563.7	17241.0	42274.0	--	21541.1	--	--	--	84619.8	79.1
Energia útil proporcionada	AQS _{sol}	27.2	24.6	27.2	26.3	27.2	26.3	27.2	26.3	27.2	26.3	27.2	320.3	0.3
	AQS _{sis}	18.1	16.4	18.1	17.6	18.1	17.6	18.1	17.6	18.1	17.6	18.1	213.5	0.2
TOTAL	29061.0	21346.9	7470.4	4782.3	3609.1	17284.9	42319.4	45.3	21585.0	139.2	9774.8	17974.1	175392.3	163.8

onde:

S_u : Superfície útil da zona habitável, m².

V : Volume neto da zona habitável, m³.

AQS_{sol} : Energia solar útil proporcionada, kWh.

AQS_{sis} : Energia útil proporcionada pelo sistema, kWh.

5

DIMENSIONAMENTO E SELEÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

5.1 EQUIPAMENTO AVAC PARA REFEITÓRIO

Para o refeitório selecionou-se um equipamento AVAC tipo UTA. No dimensionamento do caudal das condutas do refeitório foi utilizado o diagrama psicrométrico.

$$Q_{sens} = m (h_2 - h_1)$$

$$m = \frac{Q_{sens}}{h_2 - h_1}$$

Em que:

$Q_{(Sens)}$ - Carga sensível em KW

m - Caudal mássico em Kg/s

h - Entalpia em KJ/Kg

Para determinar o caudal mássico é necessário saber as cargas sensíveis de arrefecimento e aquecimento que foi calculado anteriormente no programa CYPETHERM LOADs.

Com base na figura seguinte, serão sinalizados os pontos marcados no diagrama psicrométrico com o intuito de extrair os valores de entalpia necessários.



Figura 52 - Esquema de funcionamento de evolução da temperatura do ar

A partir deste esquema, O ponto 1 representa o ar extraído da sala que se encontra sempre entre os 20 °C e 25 °C, o ponto 2 é o ar novo proveniente do exterior, o ponto 3 é o ponto de mistura entre o ponto 1 e ponto 2, em que se considerará que 26% será ar novo e 74% será ar recirculado da sala. O ponto 4 corresponde ao ar tratado a uma temperatura que será ajustada ao longo do ano em função da temperatura externa. Nos diagramas psicrométricos serão contabilizados os pontos mais desfavoráveis do ano, ou seja, o dia mais frio e o dia mais quente. Para o verão, tomou-se em conta que as baterias da UTA estarão a 12 °C e que a temperatura desejada será de 20°C, enquanto que, no inverno, as baterias rondam os 35 °C e a temperatura do refeitório é de 25 °C, conforme mostram os gráficos psicrométricos que se seguem.

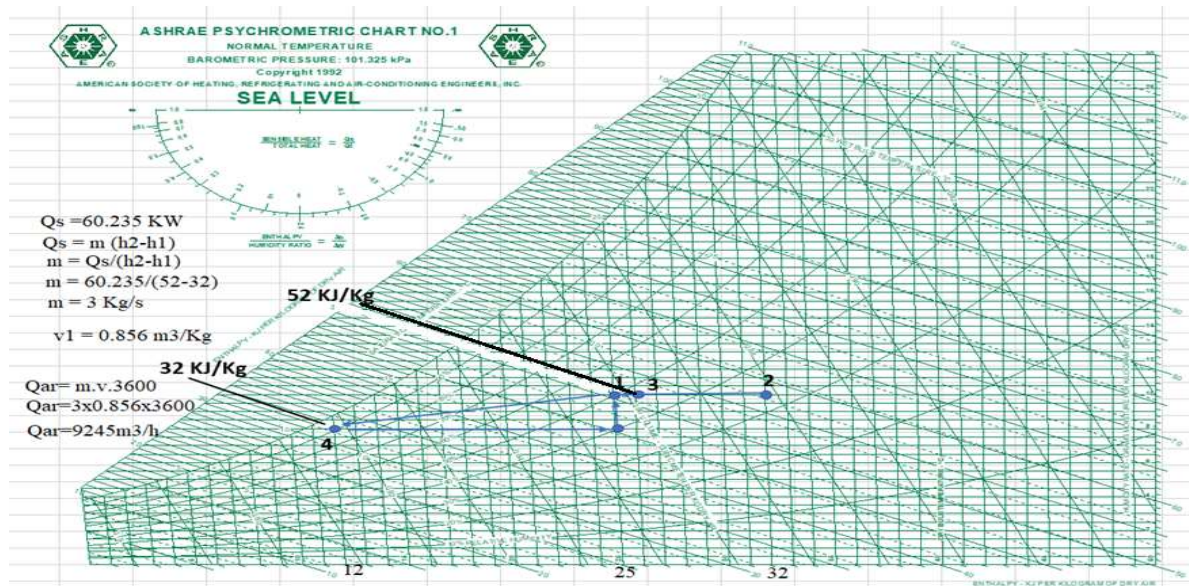


Figura 53 - Diagrama psicrométrico para arrefecimento refeitório

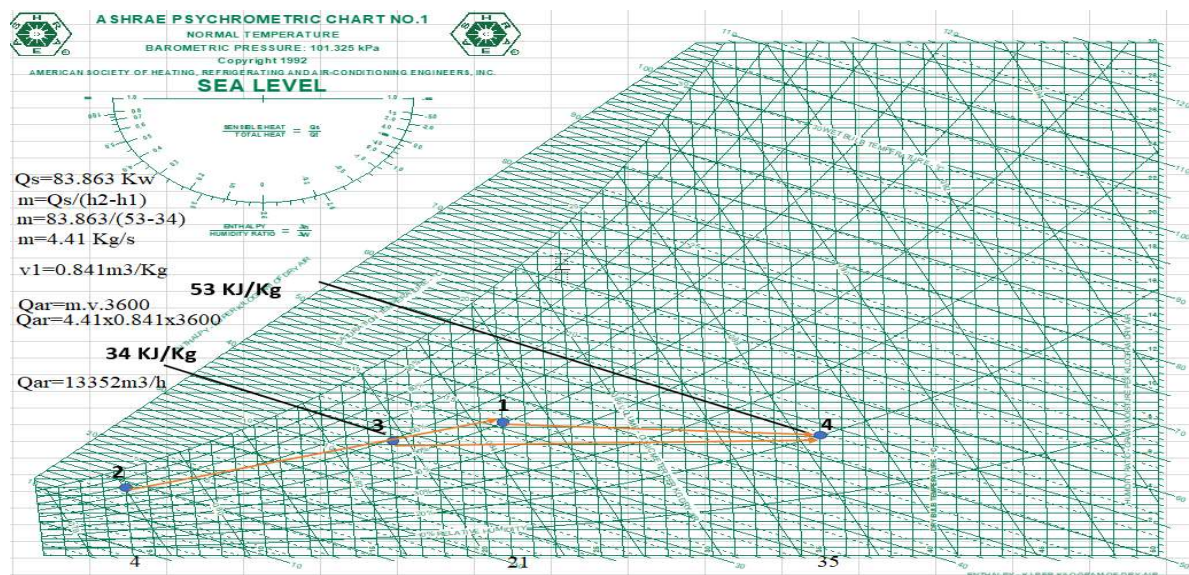


Figura 54 - Diagrama psicrométrico para aquecimento do refeitório

5.1.1 SELEÇÃO DE UTA

Para a seleção da máquina que irá efetuar a insuflação e o retorno do ar do refeitório recorreu-se ao catálogo da France Air. Segundo as cargas térmicas do espaço, será necessário cerca de 82.86 kW para aquecer o espaço e 69.37 kW para arrefecer enquanto que o caudal de ar é de 13 352 m³/h. Desta forma, selecionou-se uma UTA de duplo fluxo com circuito frigorífico integrado.



Figura 55 - UTA duplo fluxo France Air[3]

Tabela 18 - Ficha técnica da UTA

Modelos	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Caudal a 2,5 m/s [m ³ /h]	2500	3500	4700	6800	9000	12000	14000	17000	22000
<i>Funcionamento em modo de inverno</i>									
Temperatura exterior [°C]	-7								
Humidade relativa exterior [%]	90								
Temperatura interior [°C]	20								
Humidade relativa interior [%]	50								
Potência de aquecimento total [kW]	31,1	43,1	57,9	85,4	111,2	145,6	173,2	208	269,3
Temperatura de insuflação [°C]	23								
Potência recuperada pelo permutador [kW]	23,6	32,9	44,4	63,9	84,7	112,3	132,2	156,5	208,3
Eficiência térmica [%]	79,5	79,1	79,7	79,1	79,3	78,7	79,6	77	79,9
Potência de aquecimento fornecida pela bomba de calor [kW]	7,5	10,2	13,5	21,5	26,5	33,3	41	51,5	61
Potência consumida pelo compressor [kW]	1,8	2,5	3,3	5,2	6,4	8,5	10	13	15,5
COP	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	3,9	4,1	4	3,9
<i>Funcionamento em modo de verão</i>									
Temperatura exterior [°C]	32								
Humidade relativa exterior [%]	40								
Temperatura interior [°C]	25								
Humidade relativa interior [%]	45								
Potência de arrefecimento total [kW]	13,8	18,9	25,5	38,9	48,1	62,7	72,8	92	119,3
Temperatura de insuflação [°C]	18								
Potência recuperada pelo permutador [kW]	4,8	6,7	9	12,9	17,2	22,7	26,8	31,5	42,3
Eficiência térmica [%]	79,5	79,1	79,7	79,1	79,3	78,7	79,6	77	79,9
Potência de arrefecimento fornecida pela bomba de calor [kW]	9	12,2	16,5	26	30,9	40	46	60,5	77
Potência consumida pelo compressor [kW]	3	4	5	8,5	10,22	13	14,5	19,9	25
EER	3	3,1	3,3	3,1	3	3,1	3,2	3	3,1

5.1.2 SELEÇÃO DE DIFUSORES E DE GRELHAS PARA REFEITÓRIO

As condutas, as grelhas e os difusores serão dimensionados para o caudal de insuflação máximo que neste caso é o caudal para aquecimento do refeitório, 13352 m³/h [Figura 53], no entanto, o equipamento selecionado tem um caudal máximo de 14000 m³/h.

Selecionou-se 26 difusores do tipo ADLQ marca TROX quadrada de caudal de 513.54 m³/h para cada difusor.



Figura 56 - Difusor para insuflação [14]

Para o circuito de retorno, conforme os cálculos seguem abaixo:

$$Q_{Retorno} = Q_{Insuflação} - Q_{ar\ novo}$$

$$Q_{Retorno} = 13352 - 3540$$

$$Q_{Retorno} = 9812\ m^3/h$$

De acordo com o caudal de retorno calculado acima, optou-se por selecionar 28 grelhas do tipo TROX 425x125 de caudal 350.4 m³/h por cada grelha.



Figura 57 - Grelha de retorno [15]

Após a distribuição das grelhas é necessário calcular rede de condutas consoante o caudal a distribuir representado na peça desenhada correspondente ao [ANEXO 7], e os cálculos das perdas de carga estão representado no [ANEXO 3].

5.2 EQUIPAMENTOS AVAC PARA COZINHA

5.2.1 SELEÇÃO DAS HOTES

5.2.1.1 Hotes 1, 2 e 3

Na escolha das hotes foram utilizados os diversos caudais calculados anteriormente e foram selecionadas para a zona de cocção de alimentos as hotes da France Air modelo Clean Light com tratamento de gorduras e odores:

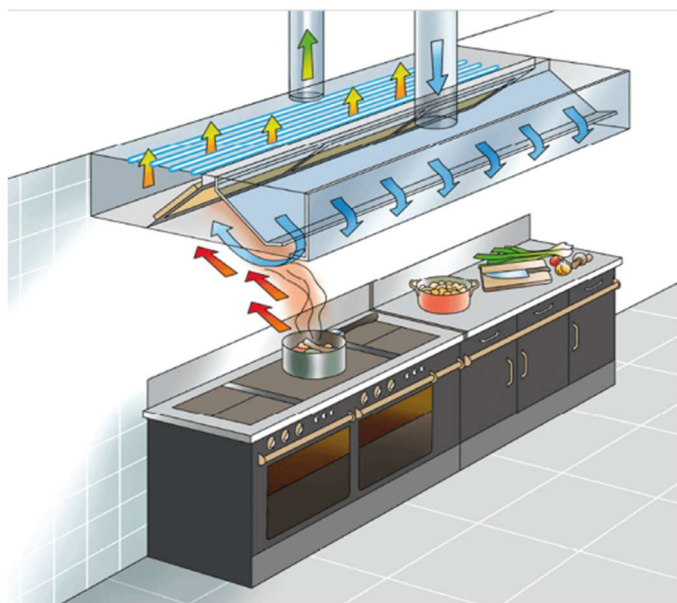


Figura 58 - Hote clean light [11]

As hotes selecionadas possuem módulos de 3,5 metros de comprimento e 1,5 metros de profundidade.

Tabela 19 - Ficha técnica da Hotte Clean light [11]

Peso em kg por metro linear

Profundidade [mm]	Versão estática	Versão com compensação	Versão com ar injetado	Versão com ar injetado + compensação
1100	33	37	-	-
1300	35	39	43	46
1500	39	43	46	50
1750	-	-	48	51

Para hottes centrais, multiplicar o peso por 2.

Tabela 20 - Dimensões dos módulos e nº de filtros [11]

Comprimento [mm]	Módulos [mm]	Hottes parietais		Hottes centrais	
		N.º de filtros	N.º de LED	N.º de filtros	N.º de LED
1500	1500	3	2	6	4
2000	2000	4	3	8	6
2500	2500	5	4	10	8
3000	3000	6	5	12	10
3500	2000 + 1500	7	5	14	10
4000	2000 + 2000	8	6	16	12
4500	2500 + 2000	9	7	18	14
5000	2500 + 2500	10	8	20	16
5500	3000 + 2500	11	9	22	18
6000	3000 + 3000	12	10	24	20

5.2.1.2 Hotes 4 e 5

Na seleção das hotes de lavagem, por sua vez, foi considerado apenas o caudal de extração foram selecionadas as hotes France Air Mooréa com dimensões de 90 cm de profundidade e 1,5 metros de comprimento e as seguintes características:

France Air



Mooréa® Four

hottes de extração para zonas com fornos ou para zonas de lavagem

Figura 59 - Características da hote Four [16]

Pesos em kg por metro linear

Profundidade [mm]	Altura da viseira	
	500 mm	400 mm
900	30	29
1100	32	31
1300	34	33
1500	38	37
1750		53

Para as versões motorizadas, adicionar o peso do ventilador: 14 kg.

COMPOSIÇÃO STANDARD DA HOTTE

Comprimento [mm]	Módulos [mm]	Hottes parietais		Hottes centrais	
		N.º de filtros	N.º de purgas	N.º de filtros	N.º de purgas
1000	1000	2	1	4	2
1500	1500	3	1	6	2
2000	2000	4	1	8	2
2500	2500	5	2	10	4
3000	3000	6	2	12	4
3500	1500+2000	7	2	14	4
4000	2000+2000	8	2	16	4
4500	2000+2500	9	3	18	6
5000	2500+2500	10	4	20	8
5500	2500+3000	11	4	22	8
6000	3000+3000	12	4	24	8

Figura 60 - Dimensões dos módulos da hote de lavagem [16]

5.2.2 VENTILADORES DE EXTRAÇÃO (DESENFUMAGEM)

Os ventiladores a utilizar para efetuar a extração através das hotes foram os ventiladores da marca France Air modelo Simoun, conforme os caudais de exaustão calculado e perdas de cargas da rede de condutas conforme o Anexo 6.



Figura 61 - Ventilador France Air Simoun (France Air, 2022)

Tabela 21 - Modelos dos ventiladores selecionados para extração [18]

Hotes	Caudal (m ³ /h)	ΔP total (Pa)	Modelo
Hote 1 + Hote3	15300	105	France Air Simoun modelo 800 de 8 pólos
Hote 2	15300	55	France Air Simoun modelo 800 de 8 pólos
Hote 4 + Hote 5	7000	357	France Air Simoun modelo 630 de 6 pólos

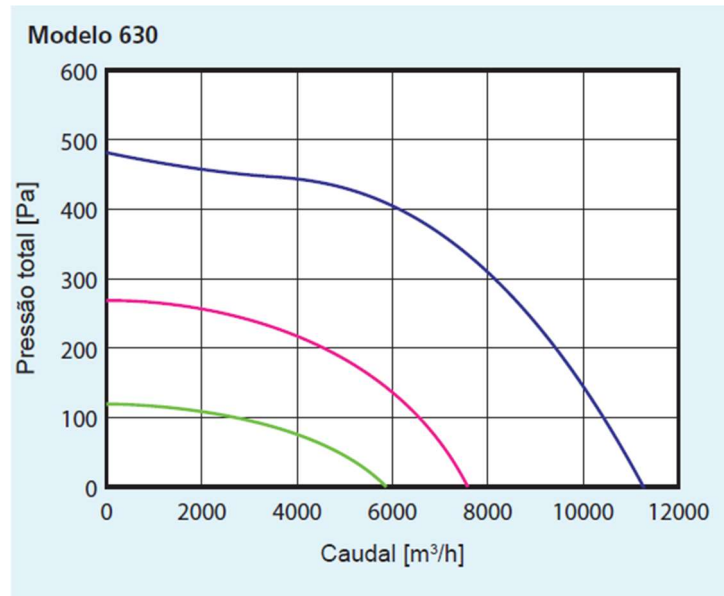


Figura 62 - Simoun modelo 630 [18]

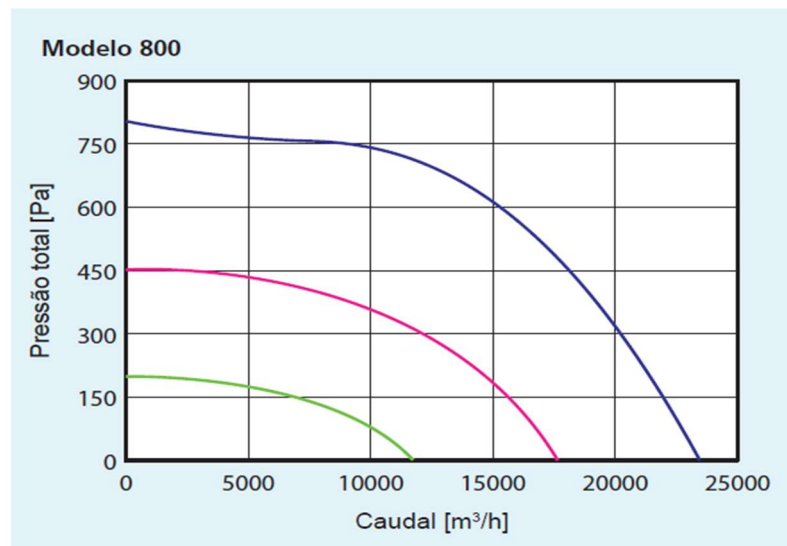


Figura 63 - Simoun modelo 800 [18]

5.2.3 SELEÇÃO DE VENTILADOR DE INDUÇÃO

A indução das hotes 1, 2 e 3 é feita individualmente pelo que os ventiladores selecionados são da marca France Air modelo Primer Néó. Estes ventiladores têm várias utilizações incluindo a opção de aquecimento integrada de forma a efetuar tratamento de ar, mas para a indução o ar não precisa ser tratado, por isso, selecionou-se caixa de ventilação mais simples, tendo em conta os caudais calculado e as perdas de cargas conforme a sua respetiva rede de conduta conforme o anexo 7.

Tabela 22 - Modelos dos ventiladores selecionados para indução

Hotes	Caudal (m³/h)	ΔP total (Pa)	Modelo
Hote 1	1530	47	France Prime Néó 4000 T
Hote 2	3060	33	France Prime Néó 4000 T
Hote 3	1530	23	France Prime Néó 4000 T

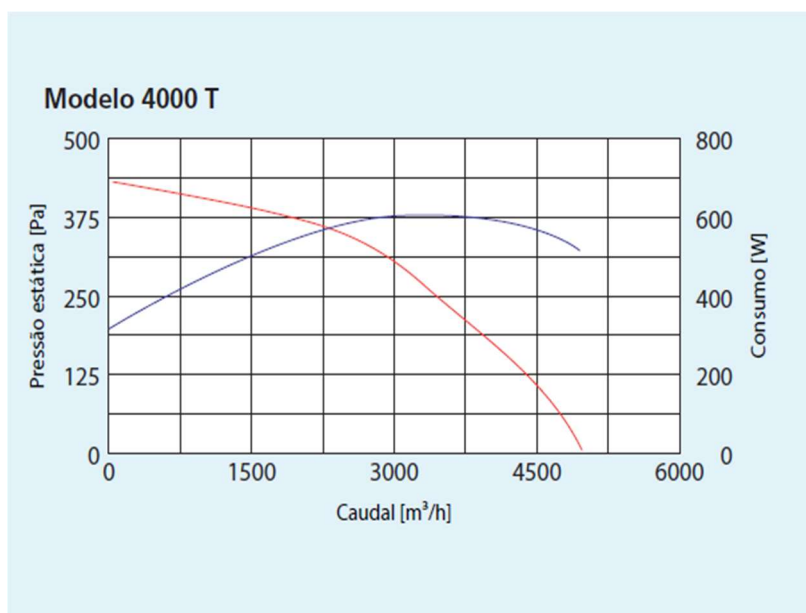


Figura 64 - Seleção de ventilador Primer Néó Modelo 4000 T[19]

5.2.4 SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE COMPENSAÇÃO

No ar de compensação das hotes que é necessário, requer a instalação de pelo menos dois sistemas, um para insuflar e fazer o tratamento de ar e outro para produzir ou retirar calor ao fluido que faz a permuta de energia. Para isso foram selecionadas três UTANs. Inicialmente foram calculadas as potências nominais necessárias para arrefecer e aquecer o espaço, utilizando o diagrama psicrométrico para determinar a diferença de entalpias e aplicar na seguinte fórmula:

$$P = \dot{m} \times \Delta h \quad [kW]$$

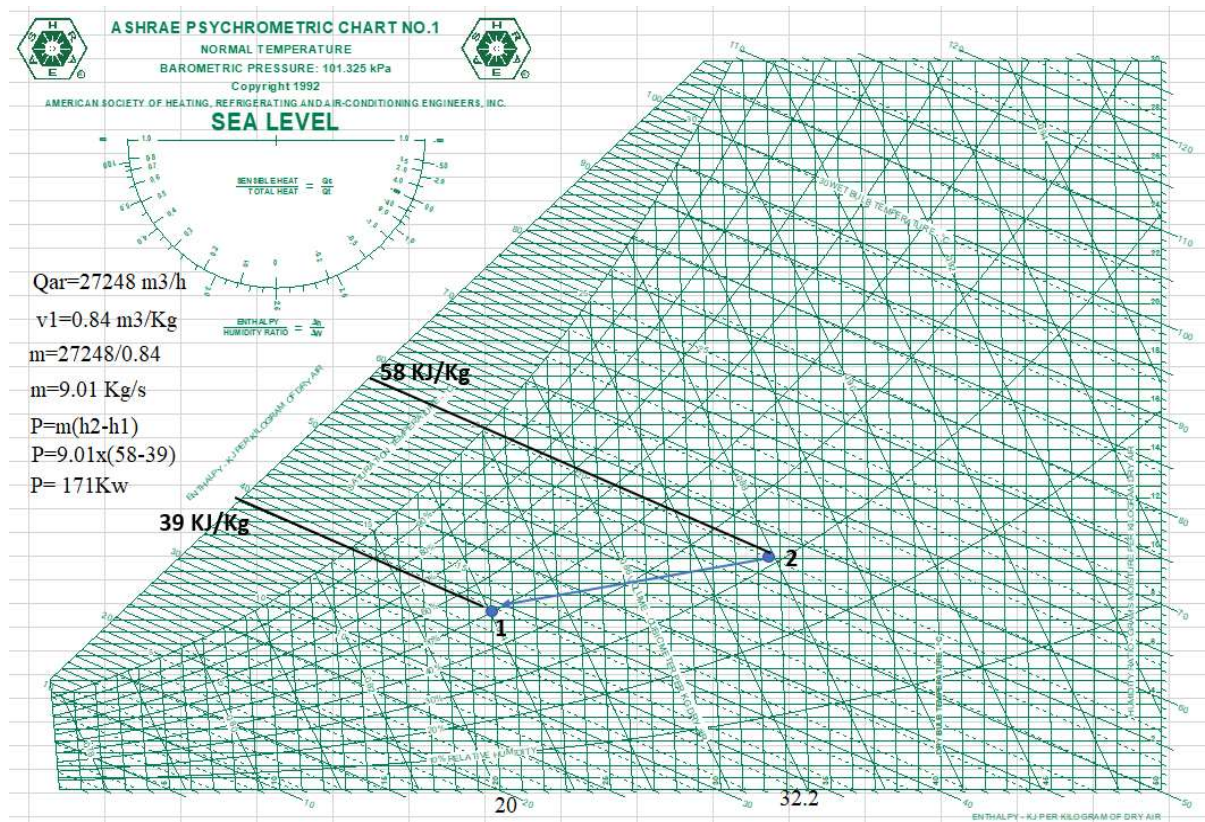


Figura 65 - Diagrama psicrométrico Arrefecimento cozinha

Com o caudal de compensação calculado na secção 3.1.1 e as diferenças das entalpias e o volume específico calculou-se a potência térmica.

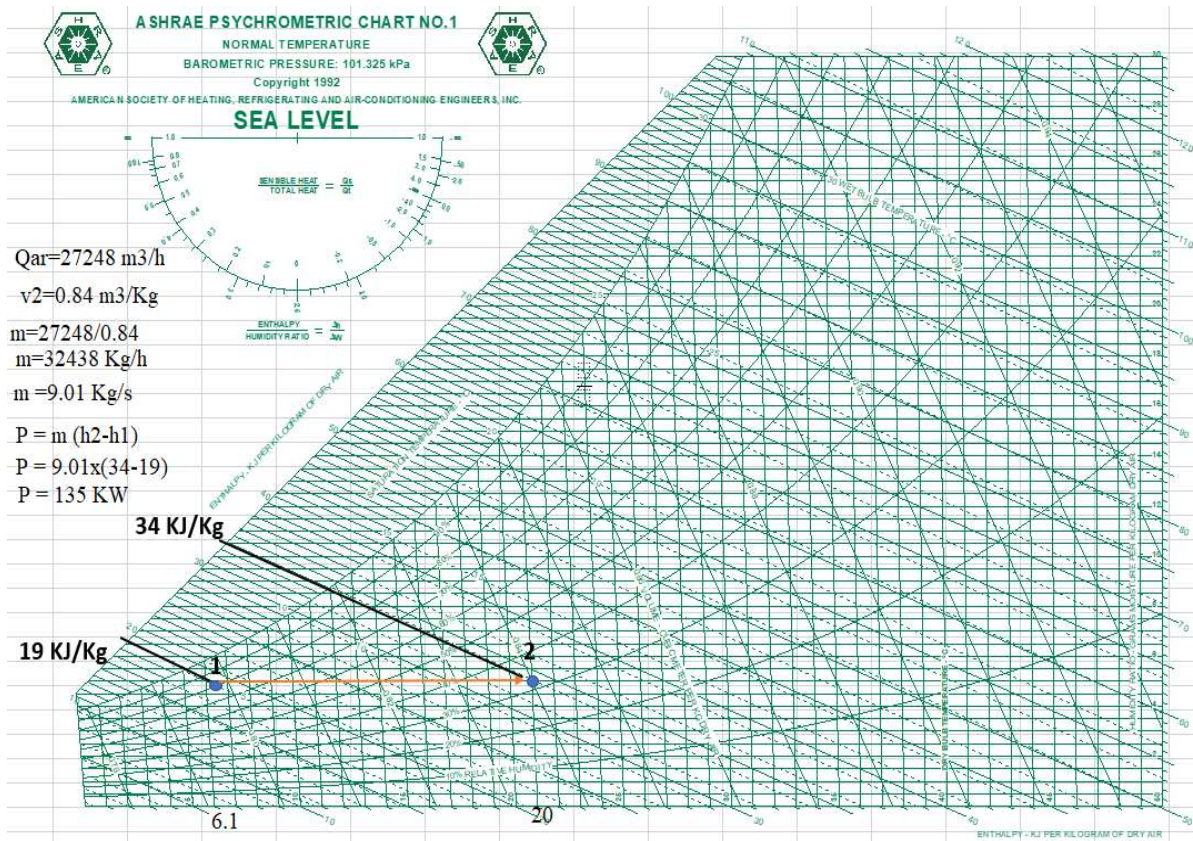


Figura 66 - Diagrama psicrométrico Aquecimento cozinha

$$P_{Arrefecimento} = 9.01 \times (58 - 39) = 171 \text{ Kw}$$

$$P_{Aquecimento} = 9.01 \times (34 - 19) = 135 \text{ Kw}$$

Tendo esta potência total sensível na cozinha, dividiu-se essa potência, por zonas de confeção de alimentos e de lavagem. Por serem potências muito grandes para seleção de equipamento, optou-se por fazer cálculo de potência por cada zona na cozinha, sabendo que na cozinha existe duas zonas, uma de cocção de alimentos e a outra de lavagem.

5.2.4.1 Cálculo da potência zona de cocção de alimentos

Calculou-se o caudal, o que corresponde a soma dos caudais de compensação das hotes pertencentes a esta Zona.

$$Q_{CompZona\ confec} = Q_{CompHOTTE1} + Q_{Com\ HOTTE2} + Q_{CompHOTTE3}$$

$$Q_{CompZona\ confec} = 5544 + 11088 + 5544$$

$$Q_{CompZona\ confec} = 22176 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tendo o caudal vai-se calcular de seguida a potência para esta zona, mas antes tem-se que calcular o caudal m em Kg/s.

$$m = \frac{Q_{CompZona\ confec}}{3600 \cdot v2}$$

$$m = \frac{22176}{3600 \times 0.84}$$

$$m = 7.33 \text{ Kg/s}$$

Com o caudal m em (Kg/s), calcula-se a potência

$$P_{ArrefecimentoZONA\ CONFEC} = 7.33 \times (58 - 39) = 139.33 \text{ Kw}$$

$$P_{AquecimentoZONA\ CONFEC} = 7.33 \times (34 - 19) = 110 \text{ Kw}$$

5.2.4.2 Cálculo da potência para zona de lavagem

Calculou-se da mesma forma o caudal, o que corresponde a soma dos caudais de compensação das hotes pertencentes a zona de lavagem.

$$Q_{CompZona\ lavagem} = Q_{CompHOTTE\ 4} + Q_{CompHOTTE\ 5}$$

$$Q_{CompZona\ lavagem} = 2536 + 2536$$

$$Q_{CompZona\ lavagem} = 5072 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tendo o Caudal vai-se calcular de seguida a potência para esta zona, mas antes tem-se que calcular o caudal m em Kg/s.

$$m = \frac{Q_{CompZona\ lavagem}}{3600 \cdot v2}$$

$$m = \frac{5072}{3600 \times 0.84}$$

$$m = 1.68 \text{ Kg/s}$$

Com o caudal m em (Kg/s), calcula-se a potência

$$P_{ArrefecimentoZONA\ LAVAGEM} = 1.68 \times (58 - 39) = 32 \text{ Kw}$$

$$P_{AquecimentoZONA\ LAVAGEM} = 1.68 \times (34 - 19) = 25 \text{ Kw}$$

Tabela 23 - Potência e caudais das UTAN

UTANs	Caudal (m ³ /h)	Potência de arrefecimento (KW)	Potência de aquecimento (KW)
Total	27242	171	135
UTAN (zona confeção)	22176	139	110
UTAN (zona de lavagem)	5072	32	25

Na zona de confeções de alimentos, como a potência é grande face aos equipamentos disponíveis do fabricante, para evitar condutas grandes, optou-se por dividir esta potência pela metade, isto é, na zona de confeção de alimentos prevê-se instalar duas unidades de tratamento de Ar novo (UTAN 1 e UTAN 2) e na zona de lavagem uma unidade de tratamento de ar novo (UTAN 3).

Dividindo o caudal da zona de confeção de alimentos para metade teremos um caudal de 11088 m³/h para UTAN 1 e 11088 m³/h para UTAN 2, com isto prossegue-se para o cálculo das potências para as duas UTANs, e antes calcula-se o caudal m em (Kg/s).

$$m = \frac{Q_{UTAN\ 1/2}}{3600 \cdot v2}$$

$$m = \frac{11088}{3600 \times 0.84}$$

$$m = 3.67\text{ Kg/s}$$

$$P_{Arrefecimento_{UTAN\ 1/2}} = 3.67 \times (58 - 39) = 69.67\text{ Kw}$$

$$P_{Aqueciment_{UTAN\ 1/2}} = 3.67 \times (34 - 19) = 55\text{ Kw}$$

Tabela 24 - Resumo de Potência e caudais das UTANs

UTANs	Caudal (m ³ /h)	Potência de arrefecimento (KW)	Potência de aquecimento (KW)
Total	27242	171	135
UTAN 1 (zona confeção)	11088	69.67	55
UTAN 2 (zona confeção)	11088	69.67	55
UTAN 3 (zona de lavagem)	5072	32	25

5.2.4.3 Seleção do equipamento UTAN

Selecionou-se as UTANs conforme a potência, os caudais e as perdas de carga obtido a partir da rede de condutas conforme o anexo 4.



Figura 67 - UTAN[20]

Tabela 25 - Condições de funcionamento da UTAN 1 e UTAN 2 [20]

Caudal [m ³ /h]	Condições em arrefecimento: regime de água 7°/12° C Ar exterior: 27° C / HR 50%			
	Potência térmica em arrefecimento [kW]	Perda de carga - Ar [Pa]	Perda de carga - Água [kPa]	Temperatura do ar [°C]
4800	30,77	22	9,90	13,0
6400	38,29	37	14,82	13,6
8000	44,75	54	19,59	14,2
9600	50,69	74	24,68	14,7
11200	55,89	97	29,36	15,2
12800	60,99	122	34,77	15,5
14400	65,27	150	39,06	15,9
16000	69,73	180	44,53	16,2

Tabela 26 - Condições de aquecimento da UTAN 1 e UTAN 2 [20]

Caudal [m ³ /h]	Condições em aquecimento: regime de água 60°/40° C Ar exterior: 0° C / HR 50%			
	Potência térmica em aquecimento [kW]	Perda de carga - Ar [Pa]	Perda de carga - Água [kPa]	Temperatura do ar [°C]
4800	74,16	17	2,1	45,8
6400	86,26	28	2,1	40,0
8000	102,58	38	2,8	38,0
9600	118,12	56	3,6	36,5
11200	136,92	73	4,8	36,2
12800	144,43	91	5,3	33,4
14400	157,17	111	6,1	32,4
16000	170,34	133	7,3	31,6

Selecionou-se duas unidades de tratamento ar novo para a zona de confeção de alimentos e uma unidade de tratamento de ar novo para a zona de lavagem.

Tabela 27 - Condições de arrefecimento da UTAN 3 [20]

Caudal [m ³ /h]	Condições em arrefecimento: regime de água 7°/12° C Ar exterior: 27° C / HR 50%			
	Potência térmica em arrefecimento [kW]	Perda de carga - Ar [Pa]	Perda de carga - Água [kPa]	Temperatura do ar [°C]
3300	23,47	17	13,56	12,1
4400	29,27	28	20,19	12,8
5500	34,41	42	26,96	13,4
6600	39,16	57	34,27	13,9
7700	43,40	75	41,22	14,3
8800	47,35	95	48,34	14,7
9900	50,91	116	54,88	15,1
11000	54,33	139	61,79	15,4

Tabela 28 - Condições de aquecimento da UTAN 3 [20]

Caudal [m³/h]	Condições em aquecimento: regime de água 60°/40° C Ar exterior: 0° C / HR 50%			
	Potência térmica em aquecimento [kW]	Perda de carga - Ar [Pa]	Perda de carga - Água [kPa]	Temperatura do ar [°C]
3300	50,68	13	2,0	45,5
4400	64,72	22	3,2	43,6
5500	74,16	32	4,1	40,0
6600	85,83	43	5,4	38,6
7700	96,49	56	6,5	37,1
8800	110,36	71	8,6	37,2
9900	114,93	87	9,2	34,4
11000	124,38	104	11,0	33,5

Tabela 29 - UTAN France Air selecionado

UTANs	Caudal (m³/h)	Potência de arrefecimento (KW)	Potência de aquecimento (KW)
UTAN 1	16000	69.73	170.34
UTAN 2	16000	69.73	170.34
UTAN 3	5500	34.41	74.16

5.3 SELEÇÃO DO CHILLER

Já o chiller foi selecionado com base no catálogo da Daikin tendo em conta as potências de arrefecimento (171 Kw) e aquecimento (135 Kw) anteriormente calculadas da cozinha e as potências de arrefecimento (69.37 Kw) e aquecimento (82.86 Kw) anteriormente calculadas do Refeitório. Contudo o Chiller selecionado tem que suprir uma potência de arrefecimento de (240.37 Kw) e uma potência de aquecimento de (217.85 Kw).



Figura 68 - Chiller EWYQ-F-XS/XL [8]

Heating & Cooling				EWYQ-F-XS/XL													
				160	190	210	230	310	340	380	400	430	510	570	630		
Cooling capacity	Nom.	kW		164 (1)	184 (1)	205 (1)	231 (1)	304 (1)	335 (1)	376 (1)	401 (1)	427 (1)	502 (1)	565 (1)	624 (1)		
Heating capacity	Nom.	kW		173	197	227	254	329	362	404	429	463	535	607	674		
Power input	Cooling	kW		57.6 (1)	63.3 (1)	70.3 (1)	79.3 (1)	102 (1)	114 (1)	129 (1)	138 (1)	145 (1)	172 (1)	195 (1)	214 (1)		
	Heating	kW		54.0	61.6	70.5	79.2	101	113	126	133	140	167	190	210		
Capacity control	Method	Step															
	Minimum capacity	%						25.0							17.0		
EER			2.84 (1)		2.91 (1)		2.92 (1)		2.99 (1)	2.93 (1)	2.91 (1)	2.90 (1)	2.94 (1)	2.92 (1)	2.90 (1)	2.91 (1)	
ESEER			3.73		3.89		3.81		3.71	4.07	3.99	3.96	4.14	4.20	3.98	4.06	
COP			3.20		3.22		3.21		3.24	3.21		3.23	3.30	3.21	3.20	3.21	
SCOP			2.78		2.85		2.80		2.87	2.89		2.84	2.90	2.83	2.82	2.84	
IPLV			4.45		4.47		4.55		4.38	4.56	4.61	4.38	4.50	4.70	4.71	4.56	4.74
Dimensions	Unit	Height	mm	2,270				2,220									
		Width	mm	1,200				2,258									
		Depth	mm	4,370		5,270		4,125		5,025		5,925		6,825			
Weight (XS)	Unit	kg		1,430	1,850	2,300	2,350	2,900	2,910	2,920	3,730	3,750	4,250	4,280	4,670		
	Operation weight	kg		1,470	1,890	2,340	2,390	2,980	2,990	3,000	3,840	3,850	4,370	4,400	4,780		
Weight (XL)	Unit	kg		1,520	1,940	2,400	2,440	3,060	3,070	3,080	3,890	3,900	4,400	4,440	4,820		
	Operation weight	kg		1,570	1,980	2,440	2,480	3,130	3,150	3,160	3,990	4,010	4,520	4,550	4,940		
Water heat exchanger	Type	Plate heat exchanger															
	Water volume	l		18				44				60		70			
	Water flow rate	Cooling	Nom.	l/s	7.8	8.8	9.8	11.1	14.6	16.0	18.0	19.2	20.4	24.0	27.1	29.9	
		Heating	Nom.	l/s	8.3	9.5	10.9	12.2	15.9	17.5	19.5	20.7	22.3	25.8	29.3	32.5	
Water pressure drop	Cooling	Nom.	kPa	22	28	36	40	21	27	30	29	34	37	42	56		
	Heating	Nom.	kPa	25	32	43	50	25	31	37	33	40	43	50	66		
Air heat exchanger	Type	High efficiency fin and tube type with integral subcooler															
Compressor	Type	scroll compressor															
	Quantity							4							6		
Fan	Type	Direct propeller															
	Quantity			4		5		8		10		12		14			
Air flow rate	Nom.	l/s		22,577	21,593	26,992		43,187		55,213		53,983		64,780		75,577	
	Speed	rpm						900									
Sound power level (XS)	Cooling	Nom.	dB(A)	92	94	95		97		98		99		100			
Sound power level (XL)	Cooling	Nom.	dB(A)	89	92	93		95		96		97		98			
Sound pressure level (XS)	Cooling	Nom.	dB(A)	72	74	75	76	77	78		79		80				
Sound pressure level (XL)	Cooling	Nom.	dB(A)	70	73		74	75		76		77					
Operation range	Water side	Cooling	Min.-Max.	°CDB													
		Heating	Min.-Max.	°CDB													
	Air side	Cooling	Min.-Max.	°CDB													
		Heating	Min.-Max.	°CDB													
Refrigerant	Type / GWP	R-410A / 2,087.5															
Refrigerant charge	Circuits	2															
	Quantity	kg		16.0	20.0		24.0	35.0	36.0	35.0	46.0		55.0	52.5	68.0		
	Per circuit	TCO,Eq		33.4	41.8		50.1	73.1	75.2	73.1	96.0		114.8	109.6	142.0		
Piping connections	Evaporator water inlet/outlet (OD)	2.5"															
Unit	Maximum starting current	A		282	536	353	560	600	516	637	659	666	648	787	827		
	Nominal running current (RLA)	Cooling	A	115	140	128	162	193	205	235	251	257	307	353	384		
	Maximum running current	A		138	165	164	196	246	264	295	316	330	396	442	491		
Power supply	Phase/Frequency/Voltage	Hz/V		3~/50/400													

Figura 69 - Especificações do chiller selecionado [8]

5.3.1 SELEÇÃO DA BOMBA DE CIRCUITO PRIMÁRIO (CHILLER – DEPÓSITO)

Escolhidos os modelos dos equipamentos será necessário determinar a tubagem e as bombas que irão fazer o circuito primário entre o chiller e o depósito.

Sabe-se que o caudal máximo de permuta do chiller é de 15.9 L/s, a uma altura manométrica de 4 metros incluindo as perdas na tubagem calculado. Recorreu-se ao site da Grundfos para seleccionar a bomba ideal e optou-se pelo modelo MAGNA3 D 80-120 F.

MAGNA3 D 80-120 F



Figura 70 - Bomba MAGNA3 D 80-120 F[21]

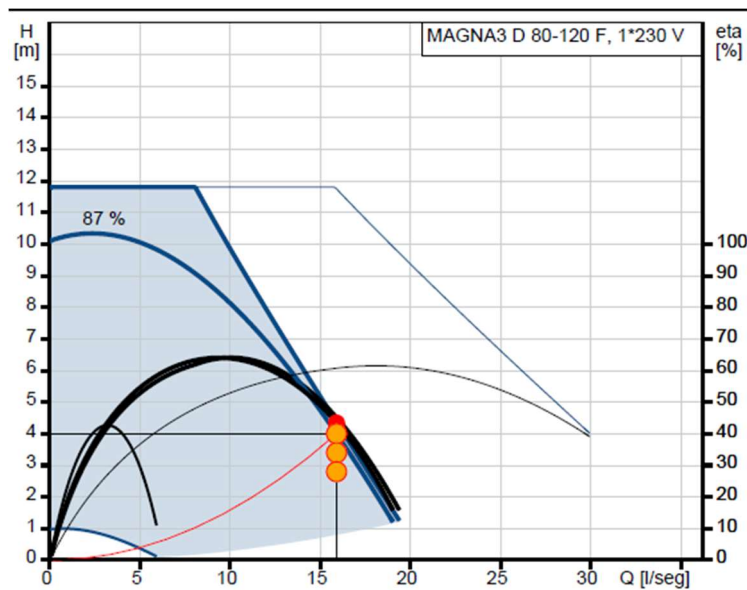


Figura 71 - curva da bomba selecionada

Na determinação do diâmetro da tubagem, inicialmente começou-se por determinar o caudal que cada UTAN iria necessitar através da potência.

5.3.2 DIMENSIONAMENTO E SELEÇÃO DA BOMBA DO CIRCUITO SECUNDÁRIO (DEPÓSITO – UTA E UTANS)

Cálculo de caudal de água debitado pela UTA do Refeitório. Conforme foi calculado as cargas térmicas do CYPE LOADS, com o valor da carga sensível calculada ($Q_s=83,863$ KW), calculou-se o caudal de água debitado pela UTA.

$$Q_s = m C_p \Delta T$$

Q_s – Calor sensível

m – Caudal da água

C_p – Calor específico da água (4.18 J/Kg °C)

ΔT – variação da temperatura de entrada e saída da água (5 °C)

Com isto calcula-se o caudal m da água.

$$m = \frac{Q_s}{C_p \cdot \Delta T}$$

$$m = \frac{83.863}{4.18 \times 5}$$

$$m = 4.01 \text{ Kg/s}$$

Transformar este caudal para litros/segundo

$$Q = \frac{m \cdot \rho}{1000}$$

. ρ – massa específica da água 1000 kg/m³.

$$.Q = \frac{4.01 \times 1000}{1000}$$

$$Q_{UTA} = 4.01 \text{ l/s}$$

$$Q_{UTA} = 4.01 \times 3600 \text{ l/h}$$

$$Q_{UTA} = 14436 \text{ l/h}$$

5.3.3 CÁLCULO DE CAUDAL DE ÁGUA DEBITADO PELA UTAN 1 E 2 DA ZONA DE CONFEÇÃO DE ALIMENTOS

Conforme foi calculado as cargas térmicas anteriormente, com o valor da carga sensível calculada ($Q_s=69.67$ KW), calculou-se o caudal de água debitado pela UTAN 1 e 2.

$$.m1 = \frac{Q_s}{C_p \cdot \Delta T}$$

$$.m1 = \frac{69.67}{4.18 \times 5}$$

$$.m1 = 3.33 \text{ Kg/s}$$

$$.m2 = 3.33 \text{ Kg/s}$$

Transformar este caudal para litros/segundo

$$.Q = \frac{.m \cdot \rho}{1000}$$

. ρ – massa específica da água 1000 kg/m³.

$$.Q1 = \frac{3.33 \times 1000}{1000}$$

$$.Q_{UTAN1} = 3.33 \text{ l/s}$$

$$.Q_{UTAN1} = 3.33 \times 3600$$

$$.Q_{UTAN1} = 11988 \text{ l/h}$$

$$Q_{UTAN2} = 11988 \text{ l/h}$$

5.3.4 CÁLCULO DE CAUDAL DE ÁGUA DEBITADO PELA UTAN 3 DESTINADO A ZONA DE LAVAGEM

$$Q_s = 32 \text{ KW}$$

$$.m3 = \frac{Q_s}{C_p \cdot \Delta T}$$

$$.m3 = \frac{32}{4.18 \times 5}$$

$$.m3 = 1.53 \text{ Kg/s}$$

Transformar este caudal para litros/segundo

$$Q = \frac{m \cdot \rho}{1000}$$

ρ – massa específica da água 1000 m³/kg.

$$Q_3 = \frac{1.53 \times 1000}{1000}$$

$$Q_{UTAN3} = 1.53 \text{ l/s}$$

$$Q_{UTAN3} = 1.53 \times 3600 \text{ l/h}$$

$$Q_{UTAN3} = 5508 \text{ l/h}$$

5.3.5 CÁLCULO DO CAUDAL TOTAL DE ÁGUA DA BOMBA PARA O SECUNDÁRIO

$$Q_{total} = Q_{UTA} + Q_{UTAN} + Q_{UTAN2} + Q_{UTAN}$$

$$Q_{total} = 4.01 + 3.33 + 3.33 + 1.53$$

$$Q_{total} = 12.2 \text{ l/s}$$

$$Q_{total} = 43920 \text{ l/h}$$

$$Q_{total} = 43.92 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para o Circuito secundário conforme o caudal se 12.2 L/s e altura manométrica de 10 metros seleccionou-se uma bomba de da Grundfos MAGNA3 D 65-150 F [22].

MAGNA3 D 65-150 F



Figura 72 - Bom ba Grundfos MAGNA3 D 65-150 F do circuito secundário

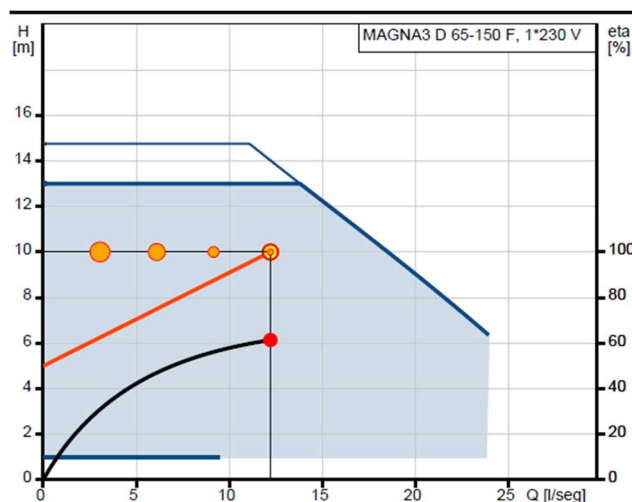


Figura 73 - Curva da bomba seleccionada

$$V = \frac{P \cdot t_{min}}{\rho \cdot C_p \cdot \Delta T} - V_{ins}$$

Sendo:

V – Volume do depósito em (m³)

P – Potência mínima do Chiller (KW)

ρ – densidade da água (1000 Kg/m³)

C_p – Calor específico da água (4.18 J/Kg°C)

ΔT – Salto térmico da regulação (5 °C)

V_{ins} – Volume total da instalação (Dado no catálogo do Chiller)

$$V = \frac{217.85 \times 360}{1000 \times 4.18 \times 5} - 0.044$$

$$V = 3.706 \text{ m}^3$$

$$V = 3706 \text{ litros}$$

Selecionou-se um depósito de 4000 litros.



Figura 75 - Depósito de inércia [24]

Tabela 30 - Tabela de seleção do depósito de inércia [24]

Datos técnicos Acumuladores de Inercia						
Modelo	Volumen (l)	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso en vacío (kg)	Revestimiento interior	P.V.R.
ASUV010	1500	2155	1200	285	Acero al carbono	3.240 €
ASUV011	2000	2470	1300	350		4.145 €
ASUV012	2500	2230	1450	435		4.940 €
ASUV013	3000	2730	1450	535		5.615 €
ASUV014	4000	2650	1700	555		6.950 €
ASUV015	5000	2760	1800	670		8.040 €

6

CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O presente trabalho foi feito no âmbito do Trabalho Final do Mestrado e tinha como principal objetivo a elaboração de um projeto de AVAC e simulação energética do refeitório em campus de Gambelas, uma vez que, nos dias de hoje a qualidade do ar interior e o conforto dos utentes dos diferentes espaços passaram a ser fatores essenciais na elaboração deste tipo de projetos.

6.1 ANÁLISE DO TRABALHO REALIZADO

A elaboração do projeto passou por diversas etapas. Numa primeira fase utilizou-se a folha de cálculo disponível no site do LNEC para calcular o caudal de Ar novo requerido pelo refeitório conforme a sua dimensão, e perfil de utilização, depois modelou-se o edifício no IFC Builder, onde importou-se para o CYPETHERM LOADS e fez-se o dimensionamento das cargas térmicas em cada espaço. Para além do cálculo das cargas térmicas, fez-se também uma simulação energética do refeitório utilizando o software CYPEHTERM Eplus para ver o comportamento energético do refeitório ao longo do ano em termos de arrefecimento e aquecimento.

Numa segunda fase, fez-se o dimensionamento e seleção dos equipamentos, por exemplo para o refeitório, com o calor sensível obtido pelo CYPETHERM LOADS e com o diagrama psicrométrico a uma pressão atmosférica de 101325 Pa, com as condições exteriores e interior desejado no verão e no inverno, tirou-se as entalpias e calculou-se o caudal do ar que o espaço requer, para seleção da UTA. Para as cozinhas fez-se medição dos espaços onde se encontram fogão, forno e a bancada de lavagem, calculou-se os caudais de exaustão para cada um deles, depois com o balanço de caudal entre as hotes, calculou-se os caudais de

transferência (de espaço refeitório para espaço cozinha), com isto também calculou-se os caudais de compensação o que corresponde a 80% do caudal de exaustão menos o caudal de transferência, e por fim calculou-se os caudais de indução, o que corresponde a 20% do caudal de exaustão. Calculado os caudais e selecionando as hotes, e dimensionamento da rede de condutas obteve-se a perda de carga, selecionou-se os ventiladores de desenfumagem para fazer a exaustão. Para indução também com os caudais calculados e dimensionou-se as redes de condutas, obteve se as perdas de cargas e selecionou-se o ventilador de caixa simples. Para compensação, utilizou-se também o diagrama psicrométrico, tendo em contas as condições exteriores e interiores, e a evolução da temperatura, tirou-se as entalpias e com o caudal de compensação total calculada, dimensionou-se as potências de aquecimento e arrefecimento da cozinha, e prosseguiu-se para a escolha de uma UTAN e por fim selecionou-se se o sistema central de AVAC, o chiller para fazer toda a instalação do sistema ar-água.

6.2 TRABALHOS FUTUROS

Dado que a simulação energética deste projeto é da energia térmica, para trabalhos futuros recomenda-se fazer um projeto eletrotécnico e um estudo da eficiência energética, no âmbito da energia elétrica consumida pelo o edifício e o seu respetivo custo tendo em conta todos os equipamentos que pertencem ao sistema de AVAC e os equipamentos que não pertencem ao sistema de AVAC que fazem parte da instalação.

7

ANEXOS

7.1 ANEXO 1 – CARGAS TÉRMICAS CYPE

ÍNDICE

1.- RESUMO DOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE CARGAS	2
1.1.- Arrefecimento	2
1.2.- Aquecimento	2
1.3.- Gráficos	3
2.- RESULTADOS DO CÁLCULO DE CARGAS POR COMPARTIMENTO	4
2.1.- Arrefecimento	4
2.2.- Aquecimento	32
2.3.- Gráficos	48

Relatório de cargas térmicas

1.- RESUMO DOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE CARGAS

1.1.- Arrefecimento

Resumo das cargas de arrefecimento da zona: Refeitório Campus Gambelas

	Externas					Internas		Ventilação			Totais			
	A	Condução	Solar	Inf. lat.	Inf. sens.	Lat.	Sens.	Caudal	Lat.	Sens.	Lat.	Sens.	Total	Total
	(m ²)	(W)	(W)	(W)	(W)	(W)	(W)	(l/s)	(W)	(W)	(W)	(W)	(W)	(W/m ²) (W)
Carga máxima de arrefecimento por compartimento														
Refeitório	767.7	27600	13861	0	0	9213	12982	737	-77	5792	9136	60235	90	69370
Cozinha	302.7	2968	0	0	0	450	123172	7569	-24555	45389	-24105	171528	487	147424
Carga máxima simultânea de arrefecimento para o conjunto de compartimentos: 21 de Julho às 18h (16 hora solar aparente)														
Refeitório Campus Gambelas	1070.5							8306			-18848	229067	196.38	210219

Abreviaturas

A	Superfície
Condução	Cargas devidas aos ganhos de calor por condução
Solar	Cargas devidas aos ganhos de calor por radiação solar
Inf. lat.	Infiltração latente
Inf. sens.	Infiltração sensível
Lat.	Latente
Sens.	Sensível

1.2.- Aquecimento

Resumo das cargas de aquecimento da zona: Refeitório Campus Gambelas

	Externas				Ventilação			Totais			
	A	Condução	Inf. lat.	Inf. sens.	Caudal	Lat.	Sens.	Lat.	Sens.	Total	Total
	(m ²)	(W)	(W)	(W)	(l/s)	(W)	(W)	(W)	(W)	(W/m ²)	(W)
Carga máxima de aquecimento por compartimento											
Refeitório	767.7	66470	0	0	983	-1003	17393	-1003	83863	107.93	82860
Cozinha	302.7	24468	0	0	7569	-7723	133922	-7723	158390	497.71	150667
Carga máxima simultânea de aquecimento para o conjunto de compartimentos											
Refeitório Campus Gambelas	1070.5				8552			-8726	242253	218.16	233526

Relatório de cargas térmicas

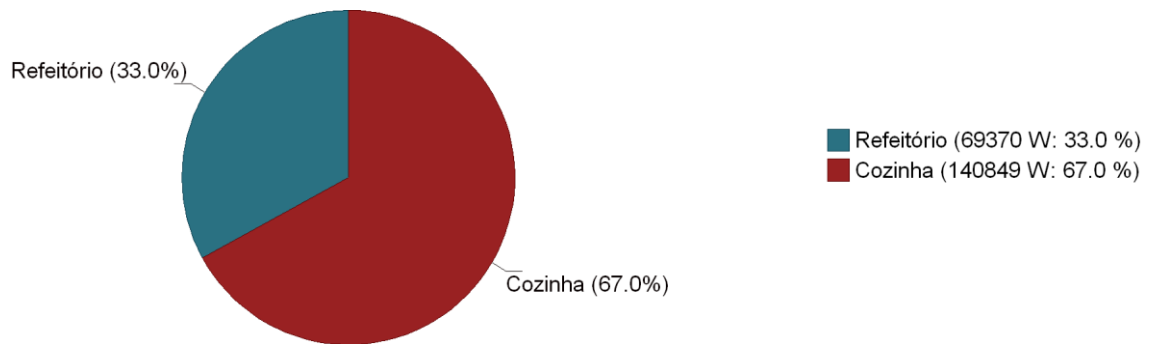
Abreviaturas

A	Superfície
Condução	Cargas devidas aos ganhos de calor por condução
Inf. lat.	Infiltração latente
Inf. sens.	Infiltração sensível
Lat.	Latente
Sens.	Sensível

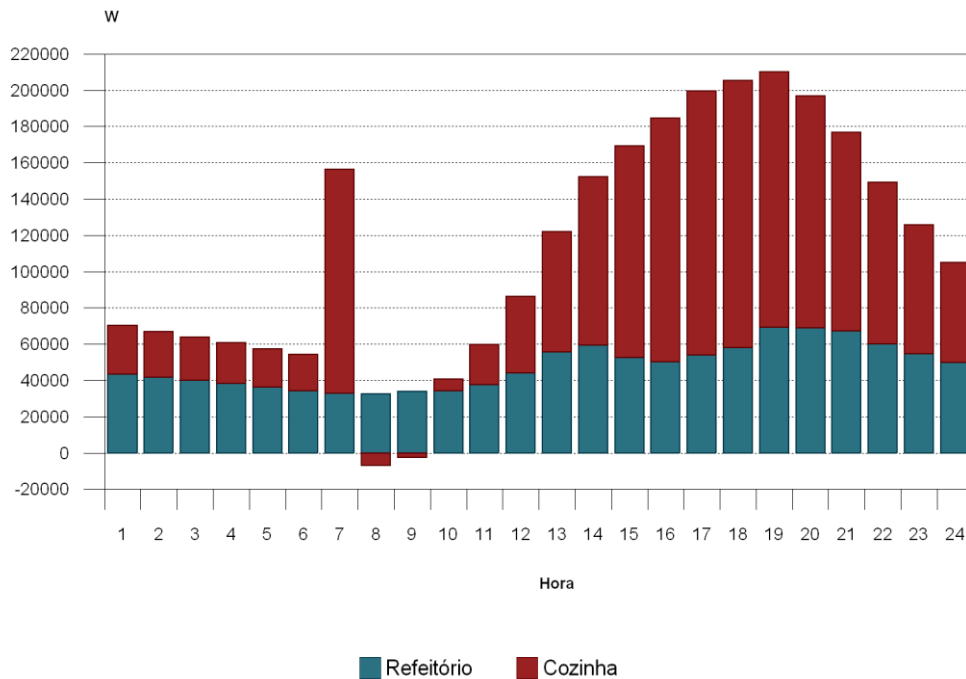
1.3.- Gráficos

Carga máxima simultânea de arrefecimento (210219 W)

21 de Julho às 18h (16 hora solar aparente)

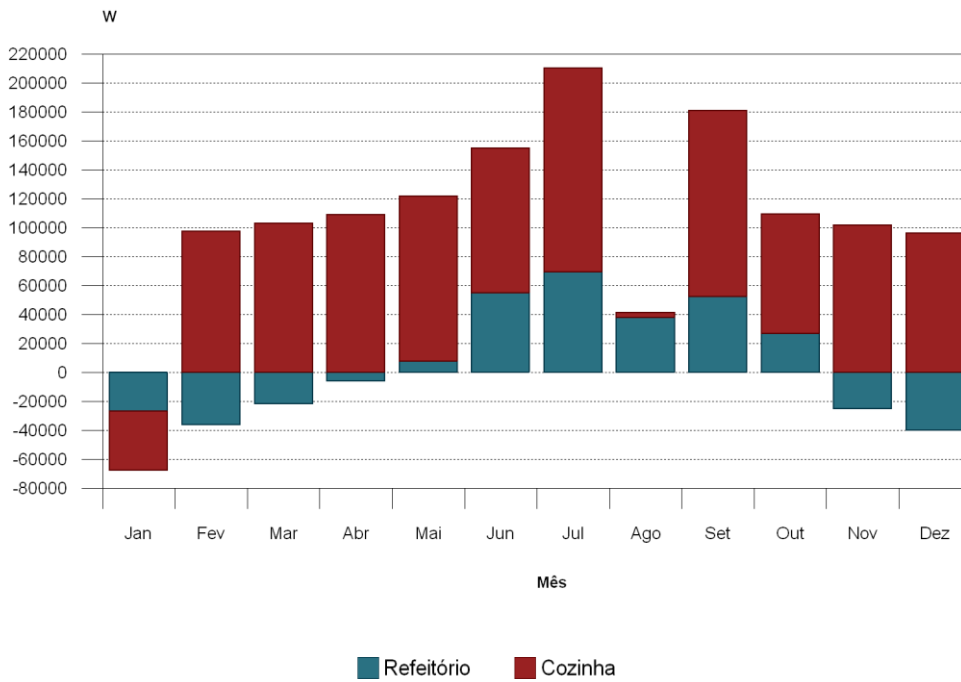


Evolução horária da carga máxima simultânea de arrefecimento (21 de Julho)

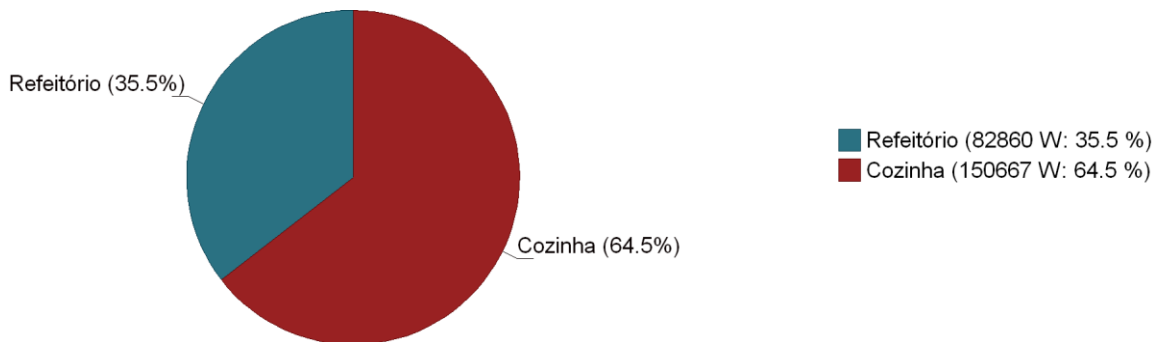


Evolução anual da carga máxima simultânea de arrefecimento

Relatório de cargas térmicas



Carga máxima de aquecimento (233526 W)



2.- RESULTADOS DO CÁLCULO DE CARGAS POR COMPARTIMENTO

2.1.- Arrefecimento

Carga máxima de arrefecimento

Compartimento: Refeitório

Zona: Refeitório Campus Gambelas

Superfície útil = 767.7 m² Volume útil = 2420.68 m³

Relatório de cargas térmicas

Condições de dimensionamento

Interiores:

Exteriores:

Temperatura do ar = 25.0 °C

Temperatura seca = 31.7 °C

Humidade relativa = 50.00%

Temperatura húmida = 20.0 °C

Momento da carga máxima de arrefecimento: 21 de Julho às 18h (16 hora solar aparente)

Ganhos de calor por condução (envolvente opaca)

	T _{sa}	Ori.	A	U	α	Incl.	Componente convectiva	Componente radiante	Carga sensível
	(°C)	(°)	(m ²)	(W/(m ² ·K))		(°)	(W)	(W)	(W)
Parede exterior									
Fachada (W)	36.2	W(270)	27.4	1.80	0.60	V(90)	127	113	240
Fachada (S)	34.5	S(180)	2.8	2.00	0.60	V(90)	26	13	39
Fachada (W)	36.2	W(270)	11.7	2.00	0.60	V(90)	84	43	127
Fachada (W)	36.2	W(270)	5.1	2.00	0.60	V(90)	37	19	55
Fachada (W)	36.2	W(270)	15.4	1.80	0.60	V(90)	73	66	139
Fachada (NW)	45.7	NW(322)	35.1	1.80	0.60	V(90)	144	143	287
Fachada (NE)	34.2	NE(51)	3.8	1.80	0.60	V(90)	19	14	33
Fachada (NW)	35.2	NW(333)	3.0	1.80	0.60	V(90)	11	9	20
Fachada (N)	35.0	N(340)	2.0	1.80	0.60	V(90)	8	7	14
Fachada (N)	38.4	N(350)	2.9	1.80	0.60	V(90)	11	10	20
Fachada (N)	36.1	N(358)	1.2	1.80	0.60	V(90)	5	4	9
Fachada (S)	34.5	S(180)	62.5	1.80	0.60	V(90)	369	259	628
Fachada (N)	34.5	N(4)	2.2	1.80	0.60	V(90)	9	7	17

Relatório de cargas térmicas

Fachada (N)	34.4	N(11)	1.5	1.80	0.60	V(90)	7	5	12
Fachada (N)	34.3	N(18)	1.9	1.80	0.60	V(90)	9	7	16
Fachada (NE)	34.2	NE(25)	3.1	1.80	0.60	V(90)	12	9	21
Fachada (NW)	35.8	NW(309)	4.5	1.80	0.60	V(90)	17	16	33
Fachada (NE)	34.2	NE(37)	27.4	1.80	0.60	V(90)	177	124	301
Fachada (E)	34.2	E(90)	56.1	1.80	0.60	V(90)	522	336	859
Fachada (W)	36.2	W(270)	4.6	1.80	0.60	V(90)	17	14	31
Pavimento com paramento inferior exposto à intempérie	34.2	E(90)	334.1	2.93	0.60	H(180)	1741	1603	3344
Cobertura	30.5	E(90)	11.4	2.43	0.60	H(0)	-14	-5	-20
Cobertura	40.1	E(90)	747.5	2.43	0.60	H(0)	7379	4670	12049
Cobertura	30.5	E(90)	2.3	2.43	0.60	H(0)	-3	-1	-4

TOTAL: 18269

	A	U	b	Incl.	Componente convectiva	Componente radiante	Carga sensível
	(m ²)	(W/(m ² ·K))		(°)	(W)	(W)	(W)

Parede limite de zona

Pavimento entre pisos	1.4	2.49	1.00	H(180)	12	5	17
Pavimento entre pisos	11.2	2.49	1.00	H(180)	102	38	140
Pavimento entre pisos	1.9	2.49	1.00	H(180)	17	7	24
Pavimento entre pisos	141.2	2.49	1.00	H(180)	1282	482	1763

TOTAL: 1944

	A	U	T _{ad}	Componente convectiva	Componente radiante	Carga sensível
	(m ²)	(W/(m ² ·K))	(°C)	(W)	(W)	(W)

Parede interior

Relatório de cargas térmicas

Parede interior	14.9	1.69	27.0	27	23	50
Parede interior	8.1	1.69	27.0	15	13	27
Parede interior	16.7	1.69	27.0	31	26	56
Parede interior	7.8	1.69	27.0	14	12	26
Parede interior	48.4	1.69	27.0	88	75	164
Parede interior	9.1	1.69	27.0	17	14	31
Parede interior	24.4	1.69	27.0	45	38	83
Parede interior	29.7	1.69	27.0	54	46	100
Parede interior	7.7	1.69	27.0	14	12	26
Parede interior	6.4	1.69	27.0	12	10	22
Parede interior	13.4	1.69	27.0	24	21	45
Parede interior	12.4	1.69	27.0	23	19	42

TOTAL: 673

	Comp. (m)	Ψ (W/(m ² ·K))	Carga sensível (W)
--	--------------	-----------------------------------	-----------------------

Pontes térmicas lineares

Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	0.70	0.50	2
Exterior	0.70	0.50	2
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	0.70	0.50	2
Exterior	0.70	0.50	2

Relatório de cargas térmicas

Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	0.60	0.50	2
Exterior	0.60	0.50	2
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	0.53	0.50	2
Exterior	0.53	0.50	2
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	0.60	0.50	2
Exterior	0.60	0.50	2
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	0.60	0.50	2
Exterior	0.60	0.50	2
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	0.46	0.50	2
Exterior	0.46	0.50	2
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	0.09	0.50	0
Exterior	0.09	0.50	0
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	0.60	0.50	2

Relatório de cargas térmicas

Exterior	0.60	0.50	2
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	0.60	0.50	2
Exterior	0.60	0.50	2
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	0.60	0.50	2
Exterior	0.60	0.50	2
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	0.57	0.50	2
Exterior	0.57	0.50	2
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	0.57	0.50	2
Exterior	0.57	0.50	2
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	0.39	0.50	1
Exterior	0.39	0.50	1
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13

Relatório de cargas térmicas

Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	0.16	0.50	1
Exterior	0.16	0.50	1
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	0.60	0.50	2
Exterior	0.60	0.50	2
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	0.60	0.50	2
Exterior	0.60	0.50	2
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	0.51	0.50	2
Exterior	0.51	0.50	2
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	0.60	0.50	2
Exterior	0.60	0.50	2
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	0.57	0.50	2
Exterior	0.57	0.50	2
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	0.58	0.50	2
Exterior	0.58	0.50	2
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	0.60	0.50	2
Exterior	0.60	0.50	2
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	0.40	0.50	1
Exterior	0.40	0.50	1
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	0.15	0.50	1
Exterior	0.15	0.50	1
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	0.60	0.50	2
Exterior	0.60	0.50	2
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	0.60	0.50	2

Relatório de cargas térmicas

Exterior	0.60	0.50	2
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	0.57	0.50	2
Exterior	0.57	0.50	2
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	4.20	0.50	14
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13

Relatório de cargas térmicas

Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	3.80	0.50	13
Exterior	10.47	0.50	35
Exterior	1.19	0.50	4
Exterior	6.11	0.50	21
Exterior	14.38	0.50	48
Exterior	9.90	0.50	33
Exterior	4.11	0.50	14
Exterior	4.11	0.50	14
Exterior	0.40	0.50	1
Exterior	2.45	0.50	8
Exterior	1.86	0.50	6
Exterior	2.39	0.50	8
Exterior	1.47	0.50	5
Exterior	9.99	0.50	34
Exterior	0.86	0.50	3
Exterior	6.96	0.50	23
Exterior	1.68	0.50	6
Exterior	29.23	0.50	98
Exterior	2.46	0.50	8
Exterior	0.97	0.50	3
Exterior	11.60	0.50	39

Relatório de cargas térmicas

Exterior	1.87	0.50	6
Exterior	4.89	0.50	16
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	7.49	0.50	25
Exterior	1.58	0.50	5
Exterior	1.37	0.50	5
Exterior	2.07	0.50	7
Exterior	9.11	0.50	31
Exterior	2.86	0.50	10
Exterior	1.95	0.50	7
Exterior	1.72	0.50	6
Exterior	2.87	0.50	10
Exterior	2.24	0.50	8
Exterior	1.05	0.50	4
Exterior	23.30	0.50	78
Exterior	8.47	0.50	29
Exterior	6.82	0.50	23
Exterior	6.74	0.50	23
Exterior	3.41	0.50	11
Exterior	0.44	0.50	1
Exterior	6.93	0.50	23
Exterior	0.48	0.50	2
Exterior	6.89	0.50	23
Exterior	7.07	0.50	24
Exterior	3.26	0.50	11
Exterior	3.26	0.50	11
Exterior	3.26	0.50	11
Exterior	3.26	0.50	11
Exterior	3.26	0.50	11
Exterior	3.26	0.50	11
Exterior	3.26	0.50	11
Exterior	3.26	0.50	11
Exterior	3.26	0.50	11
Exterior	3.26	0.50	11
Exterior	3.26	0.50	11
Exterior	3.26	0.50	11
Exterior	3.26	0.50	11
Exterior	3.26	0.50	11
Exterior	3.26	0.50	11
Exterior	3.26	0.50	11
Exterior	3.26	0.50	11
Exterior	10.09	0.50	34
Exterior	0.99	0.50	3
Exterior	6.12	0.50	21
Exterior	8.65	0.50	29
Exterior	1.71	0.50	6

Relatório de cargas térmicas

Exterior	4.08	0.50	14
Exterior	4.11	0.50	14
Exterior	12.88	0.50	43
Exterior	2.42	0.50	8
Exterior	1.69	0.50	6
Exterior	1.40	0.50	5
Exterior	9.99	0.50	34
Exterior	6.96	0.50	23
Exterior	1.68	0.50	6
Exterior	2.47	0.50	8
Exterior	0.97	0.50	3
Exterior	35.96	0.50	121
Exterior	1.87	0.50	6
Exterior	4.89	0.50	16
Exterior	1.20	0.50	4
Exterior	7.49	0.50	25
Exterior	1.58	0.50	5
Exterior	1.92	0.50	6
Exterior	1.97	0.50	7
Exterior	1.91	0.50	6
Exterior	9.11	0.50	31
Exterior	1.66	0.50	6
Exterior	0.90	0.50	3
Exterior	1.92	0.50	6
Exterior	12.62	0.50	43
Exterior	25.60	0.50	86
TOTAL:			3143

Abreviaturas

T_{sa}	Temperatura Sol-Ar
Ori.	Orientação
A	Superfície
U	Coefficiente de transmissão de calor
α	Absortividade
b	Fator de correção do espaço adjacente
Incl.	Ângulo de inclinação
T_{ad}	Temperatura do compartimento adjacente
Comp.	Longitude
Ψ	Coefficiente de transmissão térmica linear da ponte térmica

Relatório de cargas térmicas

Ganhos de calor por condução (aberturas)

	Ori.	A	U _{global}	Componente convectiva	Componente radiante	Carga sensível
	(°)	(m ²)	(W/(m ² ·K))	(W)	(W)	(W)
Parede exterior						
Janela exterior	W(270)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	W(270)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	W(270)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	W(270)	1.5	3.90	26	6	32
Janela exterior	W(270)	1.5	3.90	26	6	32
Janela exterior	W(270)	2.5	3.95	45	10	55
Janela exterior	W(270)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	W(270)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	NW(322)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	NW(322)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	NW(322)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	NE(51)	2.5	3.95	45	10	55
Janela exterior	NW(333)	1.3	3.96	23	5	27
Janela exterior	NW(333)	1.1	3.96	20	4	24
Janela exterior	N(340)	1.3	3.96	23	5	27
Janela exterior	N(340)	1.3	3.96	23	5	27
Janela exterior	N(340)	1.0	3.96	17	4	21
Janela exterior	N(350)	0.2	3.96	3	1	4

Relatório de cargas térmicas

Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	N(4)	0.3	3.96	6	1	7
Janela exterior	N(4)	1.3	3.96	23	5	27
Janela exterior	N(4)	1.3	3.96	23	5	27
Janela exterior	N(4)	1.1	3.96	19	4	23
Janela exterior	N(11)	1.3	3.96	23	5	27
Janela exterior	N(11)	1.2	3.96	21	5	26
Janela exterior	N(18)	1.2	3.96	22	5	27
Janela exterior	N(18)	1.3	3.96	23	5	27
Janela exterior	N(18)	0.8	3.96	15	3	18
Janela exterior	NE(25)	0.3	3.96	6	1	7
Janela exterior	NE(25)	1.3	3.96	23	5	27
Janela exterior	NE(25)	1.3	3.96	23	5	27
Janela exterior	NE(25)	1.2	3.96	21	5	26
Janela exterior	NW(309)	2.5	3.95	45	10	55

Relatório de cargas térmicas

Janela exterior	NE(37)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	NE(37)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	NE(37)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	NE(37)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	NE(37)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	NE(37)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	E(90)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	E(90)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	E(90)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	E(90)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	E(90)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	E(90)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	E(90)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	E(90)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	E(90)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	E(90)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	E(90)	2.3	3.96	41	9	50
Janela exterior	E(90)	2.3	3.96	41	9	50
TOTAL:						3288
	A	U_{global}	T_{ad}	Componente convectiva	Componente radiante	Carga sensível
	(m ²)	(W/(m ² ·K))	(°C)	(W)	(W)	(W)
Parede interior						
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10

Relatório de cargas térmicas

Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
Porta interior	1.7	3.95	27.0	7	6	13
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10

Relatório de cargas térmicas

Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
Janela interior	1.3	3.96	27.0	7	3	10
TOTAL:						282

Abreviaturas

Ori.	Orientação
A	Superfície
U_{global}	Coefficiente de transmissão térmica global da abertura
T_{ad}	Temperatura do compartimento adjacente

Ganho de calor por radiação solar

	Ori.	A	A _s	θ	SHGC	Ganho solar direto	Ganho solar difuso	Carga sensível
	(°)	(m ²)	(m ²)	(°)		(W)	(W)	(W)
Parede exterior								
Janela exterior	W(270)	2.3	2.3	31.53	0.58	781	223	359
Janela exterior	W(270)	2.3	2.3	31.53	0.58	781	223	350
Janela exterior	W(270)	2.3	2.3	31.53	0.58	781	223	350
Janela exterior	W(270)	1.5	1.5	31.53	0.58	0	144	85
Janela exterior	W(270)	1.5	1.5	31.53	0.58	0	144	85
Janela exterior	W(270)	2.5	2.5	31.53	0.58	0	247	146
Janela exterior	W(270)	2.3	2.3	31.53	0.58	781	223	305

Relatório de cargas térmicas

Janela exterior	W(270)	2.3	2.3	31.53	0.58	781	223	359
Janela exterior	NW(322)	2.3	2.3	56.12	0.58	511	187	238
Janela exterior	NW(322)	2.3	2.3	56.12	0.58	511	187	238
Janela exterior	NW(322)	2.3	2.3	56.12	0.58	511	187	238
Janela exterior	NE(51)	2.5	2.5	129.38	0.58	0	138	190
Janela exterior	NW(333)	1.3	1.3	64.59	0.58	0	96	64
Janela exterior	NW(333)	1.1	1.1	64.59	0.58	0	84	56
Janela exterior	N(340)	1.3	1.3	70.62	0.58	0	91	66
Janela exterior	N(340)	1.3	1.3	70.62	0.58	0	91	71
Janela exterior	N(340)	1.0	1.0	70.62	0.58	0	69	54
Janela exterior	N(350)	0.2	0.2	78.61	0.58	15	13	12
Janela exterior	N(350)	1.3	1.3	78.61	0.58	100	84	82
Janela exterior	N(350)	1.3	1.3	78.61	0.58	100	84	82
Janela exterior	N(350)	1.3	1.3	78.61	0.58	100	84	82
Janela exterior	N(350)	1.2	1.2	78.61	0.58	95	80	78
Janela exterior	N(358)	1.2	1.2	85.33	0.58	39	76	71
Janela exterior	N(358)	0.8	0.8	85.33	0.58	27	52	48
Janela exterior	S(180)	2.3	2.3	92.54	0.58	0	136	202
Janela exterior	S(180)	2.3	2.3	92.54	0.58	0	136	202
Janela exterior	S(180)	2.3	2.3	92.54	0.58	0	136	202
Janela exterior	S(180)	2.3	2.3	92.54	0.58	0	136	202
Janela exterior	S(180)	2.3	2.3	92.54	0.58	0	136	202

Relatório de cargas térmicas

Janela exterior	S(180)	2.3	2.3	92.54	0.58	0	136	202
Janela exterior	S(180)	2.3	2.3	92.54	0.58	0	136	202
Janela exterior	S(180)	2.3	2.3	92.54	0.58	0	136	202
Janela exterior	S(180)	2.3	2.3	92.54	0.58	0	136	202
Janela exterior	S(180)	2.3	2.3	92.54	0.58	0	136	202
Janela exterior	S(180)	2.3	2.3	92.54	0.58	0	136	202
Janela exterior	S(180)	2.3	2.3	92.54	0.58	0	136	202
Janela exterior	S(180)	2.3	2.3	92.54	0.58	0	136	202
Janela exterior	S(180)	2.3	2.3	92.54	0.58	0	136	202
Janela exterior	S(180)	2.3	2.3	92.54	0.58	0	136	202
Janela exterior	S(180)	2.3	2.3	92.54	0.58	0	136	202
Janela exterior	S(180)	2.3	2.3	92.54	0.58	0	136	202
Janela exterior	S(180)	2.3	2.3	92.54	0.58	0	136	202
Janela exterior	S(180)	2.3	2.3	92.54	0.58	0	136	202
Janela exterior	S(180)	2.3	2.3	92.54	0.58	0	136	202
Janela exterior	S(180)	2.3	2.3	92.54	0.58	0	136	202
Janela exterior	S(180)	2.3	2.3	92.54	0.58	0	136	202
Janela exterior	S(180)	2.3	2.3	92.54	0.58	0	136	202
Janela exterior	S(180)	2.3	2.3	92.54	0.58	0	136	202
Janela exterior	N(4)	0.3	0.3	91.04	0.58	0	20	19
Janela exterior	N(4)	1.3	1.3	91.04	0.58	0	76	72
Janela exterior	N(4)	1.3	1.3	91.04	0.58	0	76	72

Relatório de cargas térmicas

Janela exterior	N(4)	1.1	1.1	91.04	0.58	0	65	61
Janela exterior	N(11)	1.3	1.3	97.09	0.58	0	73	76
Janela exterior	N(11)	1.2	1.2	97.09	0.58	0	69	72
Janela exterior	N(18)	1.2	1.2	102.61	0.58	0	69	76
Janela exterior	N(18)	1.3	1.3	102.61	0.58	0	71	77
Janela exterior	N(18)	0.8	0.8	102.61	0.58	0	47	46
Janela exterior	NE(25)	0.3	0.3	108.91	0.58	0	17	16
Janela exterior	NE(25)	1.3	1.3	108.91	0.58	0	69	64
Janela exterior	NE(25)	1.3	1.3	108.91	0.58	0	69	61
Janela exterior	NE(25)	1.2	1.2	108.91	0.58	0	66	58
Janela exterior	NW(309)	2.5	2.5	46.35	0.58	0	223	164
Janela exterior	NE(37)	2.3	2.3	118.28	0.58	0	125	189
Janela exterior	NE(37)	2.3	2.3	118.28	0.58	0	125	189
Janela exterior	NE(37)	2.3	2.3	118.28	0.58	0	125	189
Janela exterior	NE(37)	2.3	2.3	118.28	0.58	0	125	189
Janela exterior	NE(37)	2.3	2.3	118.28	0.58	0	125	189
Janela exterior	NE(37)	2.3	2.3	118.28	0.58	0	125	189
Janela exterior	E(90)	2.3	2.3	148.45	0.58	0	125	270
Janela exterior	E(90)	2.3	2.3	148.45	0.58	0	125	270
Janela exterior	E(90)	2.3	2.3	148.45	0.58	0	125	270
Janela exterior	E(90)	2.3	2.3	148.45	0.58	0	125	270
Janela exterior	E(90)	2.3	2.3	148.45	0.58	0	125	270

Relatório de cargas térmicas

Janela exterior	E(90)	2.3	2.3	148.45	0.58	0	125	270
Janela exterior	E(90)	2.3	2.3	148.45	0.58	0	125	270
Janela exterior	E(90)	2.3	2.3	148.45	0.58	0	125	270
Janela exterior	E(90)	2.3	2.3	148.45	0.58	0	125	270
Janela exterior	E(90)	2.3	2.3	148.45	0.58	0	125	270
Janela exterior	E(90)	2.3	2.3	148.45	0.58	0	125	270
Janela exterior	E(90)	2.3	2.3	148.45	0.58	0	125	270
TOTAL:								13861

Abreviaturas

Ori.	Orientação
A	Superfície
A_s	Superfície ao sol
θ	Ângulo de incidência
SHGC	Fator solar do vidro, SHGC

Ganho de calor interno

	Ganho sensível (W)	Componente convectiva (W)	Componente radiante (W)	Ganho/carga latente de arrefecimento (W)	Carga sensível (W)
Ganho interno					
Ocupação	9213	3869	2494	9213	6364
Iluminação	7950	3180	3438	-	6618
TOTAL:				9213	12982

Ganho de calor por ventilação e infiltração

Relatório de cargas térmicas

	Caudal de ar (l/s)	Recuperação de calor sensível (W)	Recuperação de calor latente (W)	Carga latente (W)	Carga sensível (W)
Ventilação					
Ventilação	737	0	0	-77	5792
TOTAL:				-77	5792

Carga total de arrefecimento						
Carga total por unidade de superfície (W/m ²)	Fator de calor sensível	Carga latente (W)	Majoração da carga latente (0.0%) (W)	Carga sensível (W)	Majoração da carga sensível (0.0%) (W)	CARGA TOTAL DE ARREFECIMENTO
90.36	0.87	9136	0.0	60235	0.0	69370 W

Relatório de cargas térmicas

Carga máxima de arrefecimento	
Compartimento: Cozinha	Zona: Refeitório Campus Gambelas
Superfície útil = 302.7 m ² Volume útil = 954.48 m ³	
Condições de dimensionamento	
Interiores:	Exteriores:
Temperatura do ar = 27.0 °C	Temperatura seca = 32.2 °C
Humidade relativa = 50.00%	Temperatura húmida = 20.3 °C
Momento da carga máxima de arrefecimento: 21 de Julho às 17h (15 hora solar aparente)	

Ganhos de calor por condução (envolvente opaca)

	T _{sa}	Ori.	A	U	α	Incl.	Componente convectiva	Componente radiante	Carga sensível
	(°C)	(°)	(m ²)	(W/(m ² ·K))		(°)	(W)	(W)	(W)
Parede exterior									
Fachada (N)	35.6	N(0)	3.1	2.00	0.60	V(90)	12	5	17
Fachada (E)	35.3	E(90)	7.1	2.00	0.60	V(90)	71	35	106
Fachada (W)	52.0	W(270)	6.4	2.00	0.60	V(90)	31	21	52
Pavimento com paramento inferior exposto à intempérie	35.6	E(90)	311.2	2.93	0.60	H(180)	426	621	1047
Cobertura	31.4	E(90)	22.0	2.43	0.60	H(0)	-101	-54	-155
Cobertura	45.5	E(90)	278.2	2.43	0.60	H(0)	1457	1082	2539
Cobertura	31.4	E(90)	5.9	2.43	0.60	H(0)	-27	-15	-42
TOTAL:									3564

A	U	T _{ad}	Componente convectiva	Componente radiante	Carga sensível
---	---	-----------------	-----------------------	---------------------	----------------

Relatório de cargas térmicas

	(m ²)	(W/(m ² ·K))	(°C)	(W)	(W)	(W)
Parede interior						
Parede interior	24.4	1.69	25.0	-45	-38	-83
Parede interior	29.7	1.69	25.0	-54	-46	-100
Parede interior	7.7	1.69	25.0	-14	-12	-26
Parede interior	6.4	1.69	25.0	-12	-10	-22
Parede interior	13.4	1.69	25.0	-24	-21	-45
Parede interior	12.4	1.69	25.0	-23	-19	-42
Parede interior	14.9	1.69	25.0	-27	-23	-50
Parede interior	8.1	1.69	25.0	-15	-13	-27
Parede interior	16.7	1.69	25.0	-31	-26	-56
Parede interior	7.8	1.69	25.0	-14	-12	-26
Parede interior	48.4	1.69	25.0	-88	-75	-164
Parede interior	9.1	1.69	25.0	-17	-14	-31

TOTAL: -673

	Comp. (m)	Ψ (W/(m ² ·K))	Carga sensível (W)
Pontes térmicas lineares			
Exterior	14.38	0.50	37
Exterior	4.11	0.50	11
Exterior	4.11	0.50	11
Exterior	2.45	0.50	6
Exterior	9.99	0.50	26
Exterior	6.96	0.50	18
Exterior	4.89	0.50	13
Exterior	7.49	0.50	19
Exterior	2.07	0.50	5
Exterior	9.11	0.50	23
Exterior	2.86	0.50	7

Relatório de cargas térmicas

Exterior	1.95	0.50	5
Exterior	3.26	0.50	8
Exterior	8.65	0.50	22
Exterior	1.71	0.50	4
Exterior	0.15	0.50	0
Exterior	4.08	0.50	10
Exterior	4.11	0.50	11
Exterior	2.42	0.50	6
Exterior	9.99	0.50	26
Exterior	6.96	0.50	18
Exterior	4.89	0.50	13
Exterior	7.49	0.50	19
Exterior	1.97	0.50	5
Exterior	9.11	0.50	23
Exterior	1.66	0.50	4
Exterior	0.90	0.50	2
Exterior	1.92	0.50	5
TOTAL:			360

Abreviaturas

T_{sa}	Temperatura Sol-Ar
Ori.	Orientação
A	Superfície
U	Coefficiente de transmissão de calor
α	Absortividade
Incl.	Ângulo de inclinação
T_{ad}	Temperatura do compartimento adjacente
Comp.	Longitude
Ψ	Coefficiente de transmissão térmica linear da ponte térmica

Ganhos de calor por condução (aberturas)

	A	U_{global}	T_{ad}	Componente convectiva	Componente radiante	Carga sensível
	(m ²)	(W/(m ² ·K))	(°C)	(W)	(W)	(W)
Parede interior						
Porta interior	1.7	3.95	25.0	-7	-6	-13

Relatório de cargas térmicas

Janela interior	1.3	3.96	25.0	-7	-3	-10
Janela interior	1.3	3.96	25.0	-7	-3	-10
Janela interior	1.3	3.96	25.0	-7	-3	-10
Janela interior	1.3	3.96	25.0	-7	-3	-10
Janela interior	1.3	3.96	25.0	-7	-3	-10
TOTAL:						-282

Abreviaturas

A	Superfície
U_{global}	Coefficiente de transmissão térmica global da abertura
T_{ad}	Temperatura do compartimento adjacente

Ganho de calor interno

	Ganho sensível (W)	Componente convectiva (W)	Componente radiante (W)	Ganho/carga latente de arrefecimento (W)	Carga sensível (W)
Ganho interno					
Ocupação	700	280	344	450	624
Iluminação	3300	1320	1620	-	2940
Equipamento interno	124116	99293	20315	0	119608
TOTAL:				450	123172

Ganho de calor por ventilação e infiltração

	Caudal de ar (l/s)	Recuperação de calor sensível (W)	Recuperação de calor latente (W)	Carga latente (W)	Carga sensível (W)
Ventilação					
Ventilação	7569	0	0	-24555	45389

Relatório de cargas térmicas

TOTAL: -24555 45389

Carga total de arrefecimento

Carga total por unidade de superfície (W/m ²)	Fator de calor sensível	Carga latente (W)	Majoração da carga latente (0.0%) (W)	Carga sensível (W)	Majoração da carga sensível (0.0%) (W)	CARGA TOTAL DE ARREFECIMENTO
486.99	1.16	-24105	0.0	171528	0.0	147424 W

Relatório de cargas térmicas

2.2.- Aquecimento

Carga máxima de aquecimento	
Compartimento: Refeitório	Zona: Refeitório Campus Gambelas
Superfície útil = 767.73 m ² Volume útil = 2420.68 m ³	
Condições de dimensionamento	
Interiores:	Exteriores:
Temperatura do ar = 20.0 °C	Temperatura seca = 6.1 °C
Humidade relativa = 30.00 %	Humidade relativa = 80.00 %
	Temperatura do terreno = 13.2 °C

Perdas de calor por condução

	Ori. (°)	A (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Incl. (°)	Carga sensível (W)
Ao exterior (elementos superficiais opacos)					
Fachada (W)	W(270)	27.4	1.80	V(90)	685
Fachada (S)	S(180)	2.8	2.00	V(90)	77
Fachada (W)	W(270)	11.7	2.00	V(90)	325
Fachada (W)	W(270)	5.1	2.00	V(90)	141
Fachada (W)	W(270)	15.4	1.80	V(90)	386
Fachada (NW)	NW(322)	35.1	1.80	V(90)	880
Fachada (NE)	NE(51)	3.8	1.80	V(90)	95
Fachada (NW)	NW(333)	3.0	1.80	V(90)	76
Fachada (N)	N(340)	2.0	1.80	V(90)	51
Fachada (N)	N(350)	2.9	1.80	V(90)	71
Fachada (N)	N(358)	1.2	1.80	V(90)	30
Fachada (S)	S(180)	62.5	1.80	V(90)	1565
Fachada (N)	N(4)	2.2	1.80	V(90)	56
Fachada (N)	N(11)	1.5	1.80	V(90)	38
Fachada (N)	N(18)	1.9	1.80	V(90)	47

Relatório de cargas térmicas

Fachada (NE)	NE(25)	3.1	1.80	V(90)	77
Fachada (NW)	NW(309)	4.5	1.80	V(90)	113
Fachada (NE)	NE(37)	27.4	1.80	V(90)	687
Fachada (E)	E(90)	56.1	1.80	V(90)	1404
Fachada (W)	W(270)	4.6	1.80	V(90)	115
Pavimento com paramento inferior exposto à intempérie	E(90)	334.1	2.93	H(180)	13618
Cobertura	E(90)	11.4	2.43	H(0)	384
Cobertura	E(90)	747.5	2.43	H(0)	25277
Cobertura	E(90)	2.3	2.43	H(0)	78

TOTAL: 46274

Ori. (°)	A (m ²)	U _{global} (W/(m ² ·K))	Incl. (°)	Carga sensível (W)
-------------	------------------------	--	--------------	-----------------------

Ao exterior (aberturas)

Janela exterior	W(270)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	W(270)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	W(270)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	W(270)	1.5	3.90	V(90)	80
Janela exterior	W(270)	1.5	3.90	V(90)	80
Janela exterior	W(270)	2.5	3.95	V(90)	138
Janela exterior	W(270)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	W(270)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	NW(322)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	NW(322)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	NW(322)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	NE(51)	2.5	3.95	V(90)	138
Janela exterior	NW(333)	1.3	3.96	V(90)	69
Janela exterior	NW(333)	1.1	3.96	V(90)	61
Janela exterior	N(340)	1.3	3.96	V(90)	69
Janela exterior	N(340)	1.3	3.96	V(90)	69
Janela exterior	N(340)	1.0	3.96	V(90)	53
Janela exterior	N(350)	0.2	3.96	V(90)	10
Janela exterior	N(350)	1.3	3.96	V(90)	69
Janela exterior	N(350)	1.3	3.96	V(90)	69
Janela exterior	N(350)	1.3	3.96	V(90)	69
Janela exterior	N(350)	1.2	3.96	V(90)	66
Janela exterior	N(358)	1.2	3.96	V(90)	66
Janela exterior	N(358)	0.8	3.96	V(90)	45
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	V(90)	125

Relatório de cargas térmicas

Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	S(180)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	N(4)	0.3	3.96	V(90)	18
Janela exterior	N(4)	1.3	3.96	V(90)	69
Janela exterior	N(4)	1.3	3.96	V(90)	69
Janela exterior	N(4)	1.1	3.96	V(90)	59
Janela exterior	N(11)	1.3	3.96	V(90)	69
Janela exterior	N(11)	1.2	3.96	V(90)	65
Janela exterior	N(18)	1.2	3.96	V(90)	67
Janela exterior	N(18)	1.3	3.96	V(90)	69
Janela exterior	N(18)	0.8	3.96	V(90)	46
Janela exterior	NE(25)	0.3	3.96	V(90)	17
Janela exterior	NE(25)	1.3	3.96	V(90)	69
Janela exterior	NE(25)	1.3	3.96	V(90)	69
Janela exterior	NE(25)	1.2	3.96	V(90)	66
Janela exterior	NW(309)	2.5	3.95	V(90)	138
Janela exterior	NE(37)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	NE(37)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	NE(37)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	NE(37)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	NE(37)	2.3	3.96	V(90)	125

Relatório de cargas térmicas

Janela exterior	NE(37)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	E(90)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	E(90)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	E(90)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	E(90)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	E(90)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	E(90)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	E(90)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	E(90)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	E(90)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	E(90)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	E(90)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	E(90)	2.3	3.96	V(90)	125
Janela exterior	E(90)	2.3	3.96	V(90)	125

TOTAL: 8315

Comp.	Ψ	Carga sensível
(m)	(W/(m ² ·K))	(W)

Ao exterior (pontes térmicas lineares)

Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	0.70	0.50	5
Exterior	0.70	0.50	5
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	0.70	0.50	5
Exterior	0.70	0.50	5
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8

Relatório de cargas térmicas

Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	0.60	0.50	4
Exterior	0.60	0.50	4
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	0.53	0.50	4
Exterior	0.53	0.50	4
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	0.60	0.50	4
Exterior	0.60	0.50	4
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	0.60	0.50	4
Exterior	0.60	0.50	4
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	0.46	0.50	3
Exterior	0.46	0.50	3
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	0.09	0.50	1
Exterior	0.09	0.50	1
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	0.60	0.50	4
Exterior	0.60	0.50	4
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	0.60	0.50	4
Exterior	0.60	0.50	4
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	0.60	0.50	4
Exterior	0.60	0.50	4
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	0.57	0.50	4

Relatório de cargas térmicas

Exterior	0.57	0.50	4
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	0.57	0.50	4
Exterior	0.57	0.50	4
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	0.39	0.50	3
Exterior	0.39	0.50	3
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26

Relatório de cargas térmicas

Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	0.16	0.50	1
Exterior	0.16	0.50	1

Relatório de cargas térmicas

Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	0.60	0.50	4
Exterior	0.60	0.50	4
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	0.60	0.50	4
Exterior	0.60	0.50	4
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	0.51	0.50	4
Exterior	0.51	0.50	4
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	0.60	0.50	4
Exterior	0.60	0.50	4
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	0.57	0.50	4
Exterior	0.57	0.50	4
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	0.58	0.50	4
Exterior	0.58	0.50	4
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	0.60	0.50	4
Exterior	0.60	0.50	4
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	0.40	0.50	3
Exterior	0.40	0.50	3
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	0.15	0.50	1
Exterior	0.15	0.50	1
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	0.60	0.50	4
Exterior	0.60	0.50	4
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	0.60	0.50	4
Exterior	0.60	0.50	4
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	0.57	0.50	4
Exterior	0.57	0.50	4
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	4.20	0.50	29
Exterior	1.20	0.50	8

Relatório de cargas térmicas

Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	3.80	0.50	26
Exterior	10.47	0.50	73
Exterior	1.19	0.50	8
Exterior	6.11	0.50	42
Exterior	14.38	0.50	100
Exterior	9.90	0.50	69
Exterior	4.11	0.50	29
Exterior	4.11	0.50	29
Exterior	0.40	0.50	3
Exterior	2.45	0.50	17
Exterior	1.86	0.50	13
Exterior	2.39	0.50	17
Exterior	1.47	0.50	10
Exterior	9.99	0.50	69
Exterior	0.86	0.50	6
Exterior	6.96	0.50	48
Exterior	1.68	0.50	12
Exterior	29.23	0.50	203
Exterior	2.46	0.50	17
Exterior	0.97	0.50	7
Exterior	11.60	0.50	81
Exterior	1.87	0.50	13
Exterior	4.89	0.50	34
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	7.49	0.50	52
Exterior	1.58	0.50	11
Exterior	1.37	0.50	10
Exterior	2.07	0.50	14
Exterior	9.11	0.50	63
Exterior	2.86	0.50	20

Relatório de cargas térmicas

Exterior	1.95	0.50	14
Exterior	1.72	0.50	12
Exterior	2.87	0.50	20
Exterior	2.24	0.50	16
Exterior	1.05	0.50	7
Exterior	23.30	0.50	162
Exterior	8.47	0.50	59
Exterior	6.82	0.50	47
Exterior	6.74	0.50	47
Exterior	3.41	0.50	24
Exterior	0.44	0.50	3
Exterior	6.93	0.50	48
Exterior	0.48	0.50	3
Exterior	6.89	0.50	48
Exterior	7.07	0.50	49
Exterior	3.26	0.50	23
Exterior	3.26	0.50	23
Exterior	3.26	0.50	23
Exterior	3.26	0.50	23
Exterior	3.26	0.50	23
Exterior	3.26	0.50	23
Exterior	3.26	0.50	23
Exterior	3.26	0.50	23
Exterior	3.26	0.50	23
Exterior	3.26	0.50	23
Exterior	3.26	0.50	23
Exterior	3.26	0.50	23
Exterior	3.26	0.50	23
Exterior	3.26	0.50	23
Exterior	10.09	0.50	70
Exterior	0.99	0.50	7
Exterior	6.12	0.50	43
Exterior	8.65	0.50	60
Exterior	1.71	0.50	12
Exterior	4.08	0.50	28
Exterior	4.11	0.50	29
Exterior	12.88	0.50	89
Exterior	2.42	0.50	17
Exterior	1.69	0.50	12
Exterior	1.40	0.50	10
Exterior	9.99	0.50	69
Exterior	6.96	0.50	48
Exterior	1.68	0.50	12

Relatório de cargas térmicas

Exterior	2.47	0.50	17
Exterior	0.97	0.50	7
Exterior	35.96	0.50	250
Exterior	1.87	0.50	13
Exterior	4.89	0.50	34
Exterior	1.20	0.50	8
Exterior	7.49	0.50	52
Exterior	1.58	0.50	11
Exterior	1.92	0.50	13
Exterior	1.97	0.50	14
Exterior	1.91	0.50	13
Exterior	9.11	0.50	63
Exterior	1.66	0.50	12
Exterior	0.90	0.50	6
Exterior	1.92	0.50	13
Exterior	12.62	0.50	88
Exterior	25.60	0.50	178

TOTAL: 6483

A (m ²)	U (W/(m ² ·K))	b _u	Incl. (°)	Carga sensível (W)
------------------------	------------------------------	----------------	--------------	-----------------------

Através de um espaço não aquecido (elementos superficiais)

Pavimento entre pisos	1.4	2.49	1.00	H(180)	47
Pavimento entre pisos	11.2	2.49	1.00	H(180)	389
Pavimento entre pisos	1.9	2.49	1.00	H(180)	67
Pavimento entre pisos	141.2	2.49	1.00	H(180)	4895

TOTAL: 5398

Abreviaturas

Ori.	Orientação
A	Superfície
U	Coefficiente de transmissão de calor
U_{global}	Coefficiente de transmissão térmica global da abertura
e_k	Factor de correcção por orientação
b_u	Fator de correcção do espaço adjacente
Incl.	Ângulo de inclinação
Comp.	Longitude
Ψ	Coefficiente de transmissão térmica linear da ponte térmica

Relatório de cargas térmicas

Perda de calor por ventilação e infiltração

	Caudal de ar (l/s)	Recuperação de calor latente (W)	Recuperação de calor sensível (W)	Carga latente (W)	Carga sensível (W)
Ventilação					
Ventilação	983	0	0	-1003	17393
TOTAL:				-1003	17393

Carga total de aquecimento

Carga total por unidade de superfície (W/m ²)	Fator de calor sensível	Carga latente (W)	Majoração da carga latente (0.0%) (W)	Carga sensível (W)	Majoração da carga sensível (0.0%) (W)	CARGA TOTAL DE AQUECIMENTO
107.93	1.01	-1003	0	83863	0	82860 W

Relatório de cargas térmicas

Carga máxima de aquecimento

Compartimento: Cozinha

Zona: Refeitório Campus Gambelas

Superfície útil = 302.72 m² Volume útil = 954.48 m³

Condições de dimensionamento

Interiores:

Exteriores:

Temperatura do ar = 20.0 °C

Temperatura seca = 6.1 °C

Humidade relativa = 30.00 %

Humidade relativa = 80.00 %

Temperatura do terreno = 13.2 °C

Perdas de calor por condução

	Ori. (°)	A (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Incl. (°)	Carga sensível (W)
Ao exterior (elementos superficiais opacos)					
Fachada (N)	N(0)	3.1	2.00	V(90)	86
Fachada (E)	E(90)	7.1	2.00	V(90)	198
Fachada (W)	W(270)	6.4	2.00	V(90)	177
Pavimento com paramento inferior exposto à intempérie	E(90)	311.2	2.93	H(180)	12684
Cobertura	E(90)	22.0	2.43	H(0)	745
Cobertura	E(90)	278.2	2.43	H(0)	9408
Cobertura	E(90)	5.9	2.43	H(0)	200
TOTAL:					23497
Comp. (m)			Ψ (W/(m ² ·K))	Carga sensível (W)	

Ao exterior (pontes térmicas lineares)

Exterior	14.38	0.50	100
Exterior	4.11	0.50	29
Exterior	4.11	0.50	29
Exterior	2.45	0.50	17
Exterior	9.99	0.50	69

Relatório de cargas térmicas

Exterior	6.96	0.50	48
Exterior	4.89	0.50	34
Exterior	7.49	0.50	52
Exterior	2.07	0.50	14
Exterior	9.11	0.50	63
Exterior	2.86	0.50	20
Exterior	1.95	0.50	14
Exterior	3.26	0.50	23
Exterior	8.65	0.50	60
Exterior	1.71	0.50	12
Exterior	0.15	0.50	1
Exterior	4.08	0.50	28
Exterior	4.11	0.50	29
Exterior	2.42	0.50	17
Exterior	9.99	0.50	69
Exterior	6.96	0.50	48
Exterior	4.89	0.50	34
Exterior	7.49	0.50	52
Exterior	1.97	0.50	14
Exterior	9.11	0.50	63
Exterior	1.66	0.50	12
Exterior	0.90	0.50	6
Exterior	1.92	0.50	13
TOTAL:			970

Abreviaturas

Ori.	Orientação
A	Superfície
U	Coefficiente de transmissão de calor
e_k	Factor de correcção por orientação
Incl.	Ângulo de inclinação
Comp.	Longitude
Ψ	Coefficiente de transmissão térmica linear da ponte térmica

Perda de calor por ventilação e infiltração

Caudal de ar	Recuperação de calor latente	Recuperação de calor sensível	Carga latente	Carga sensível
--------------	---------------------------------	----------------------------------	------------------	-------------------

Relatório de cargas térmicas

	(l/s)	(W)	(W)	(W)	(W)
Ventilação					
Ventilação	7569	0	0	-7723	133922
TOTAL:				-7723	133922

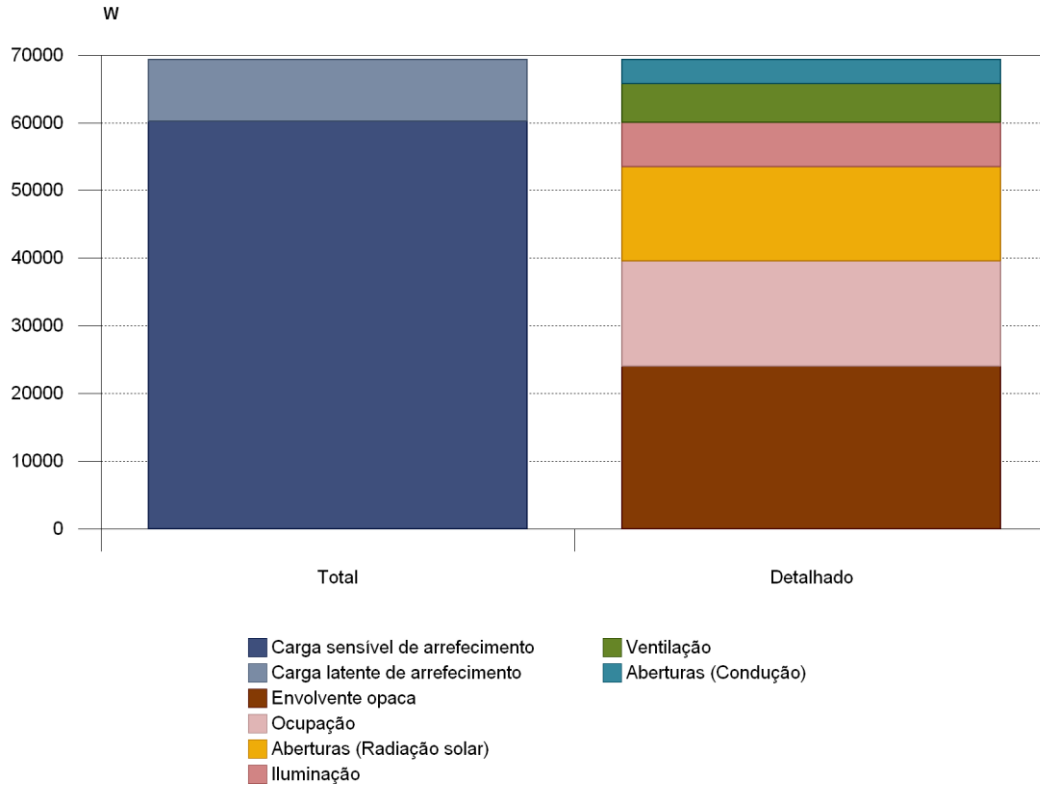
Carga total de aquecimento						
Carga total por unidade de superfície (W/m ²)	Fator de calor sensível	Carga latente (W)	Majoração da carga latente (0.0%) (W)	Carga sensível (W)	Majoração da carga sensível (0.0%) (W)	CARGA TOTAL DE AQUECIMENTO
497.71	1.05	-7723	0	158390	0	150667 W

Relatório de cargas térmicas

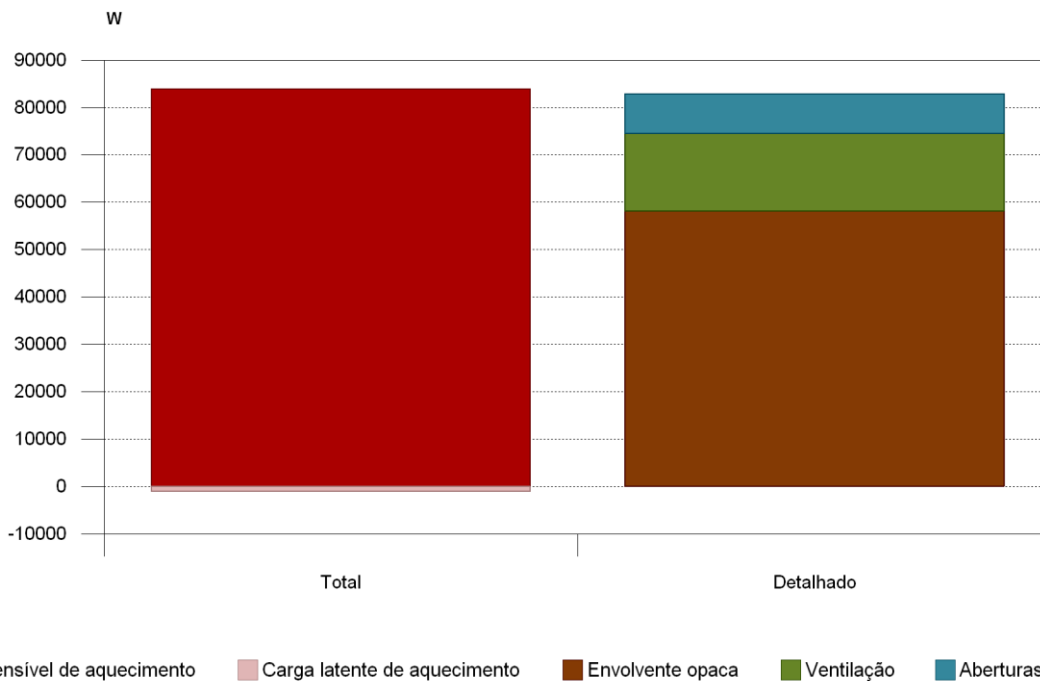
2.3.- Gráficos

Refeitório

Carga máxima de arrefecimento (21 de Julho às 18h)

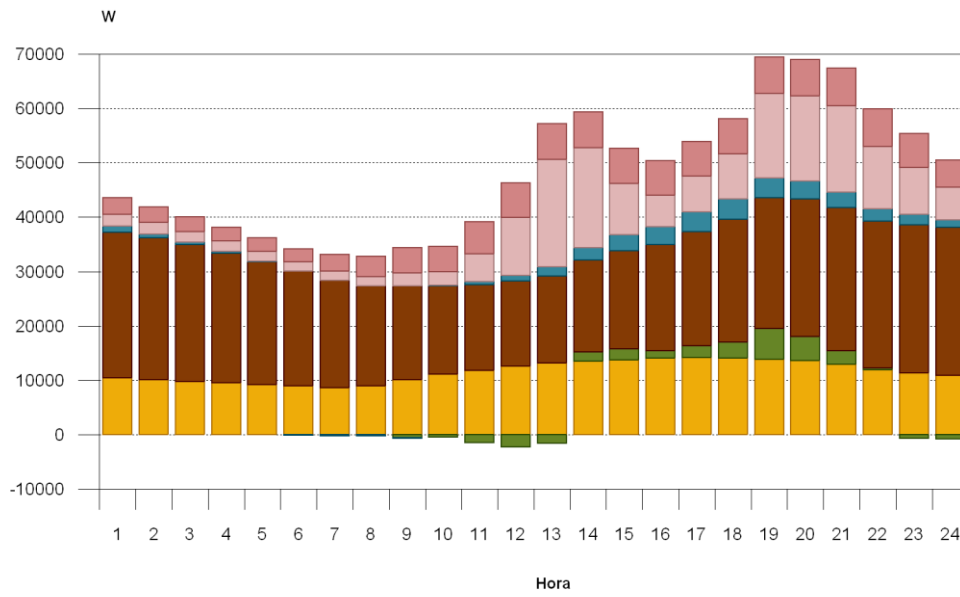


Carga máxima de aquecimento



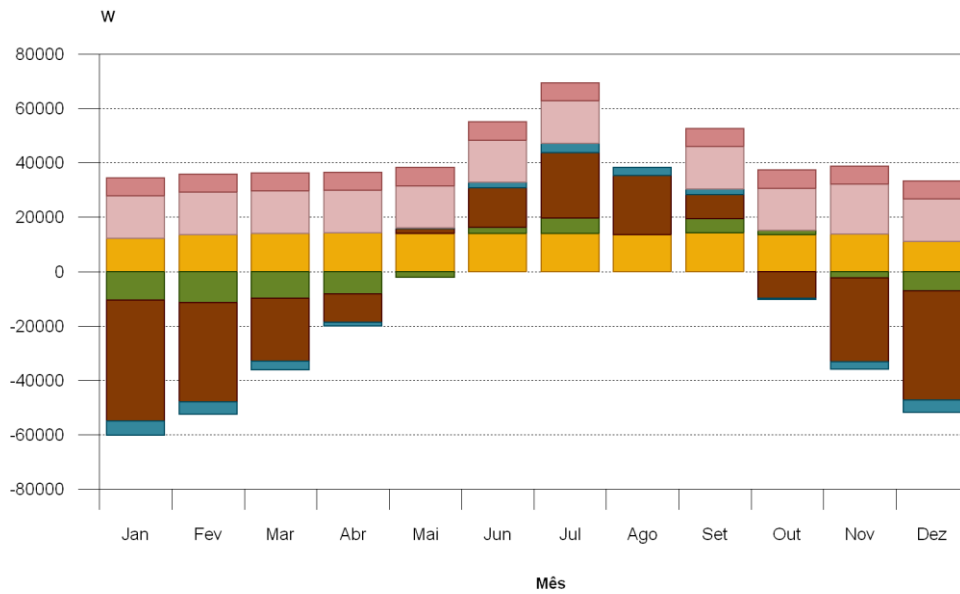
Relatório de cargas térmicas

Evolução horária da carga de arrefecimento (21 de Julho)



■ Aberturas (Radiação solar)
 ■ Ventilação
 ■ Envolvente opaca
 ■ Aberturas (Condução)
 ■ Ocupação
 ■ Iluminação

Evolução anual da carga máxima simultânea de arrefecimento

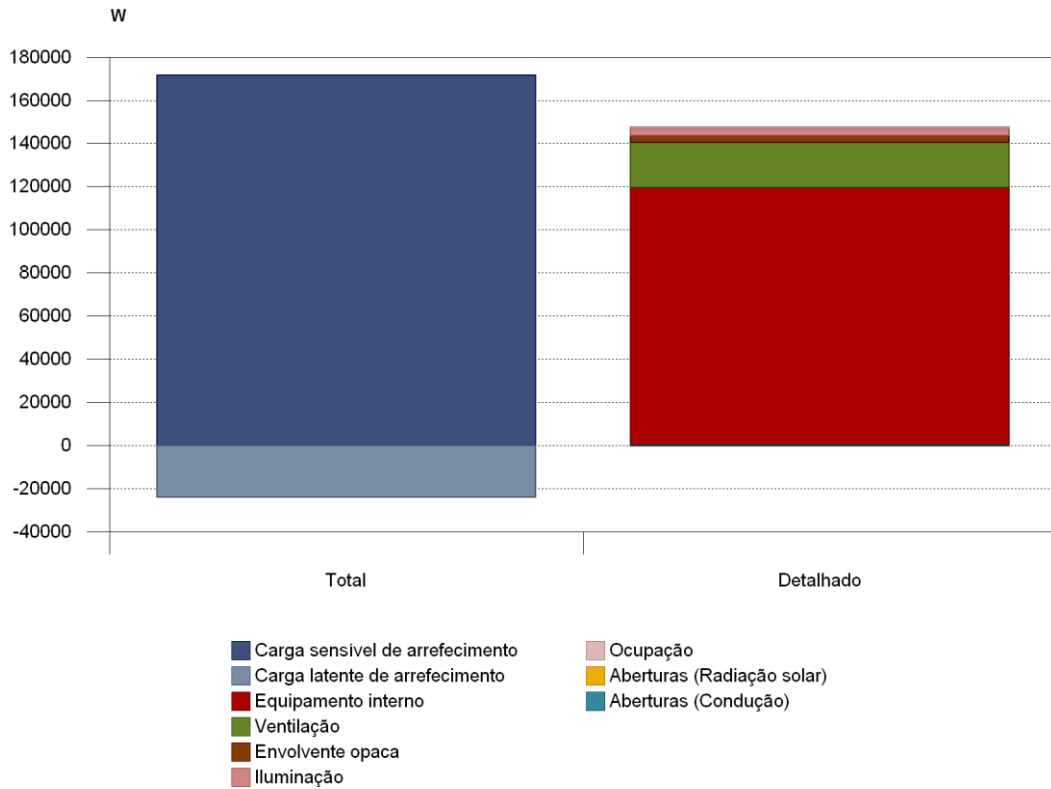


■ Aberturas (Radiação solar)
 ■ Ventilação
 ■ Envolvente opaca
 ■ Aberturas (Condução)
 ■ Ocupação
 ■ Iluminação

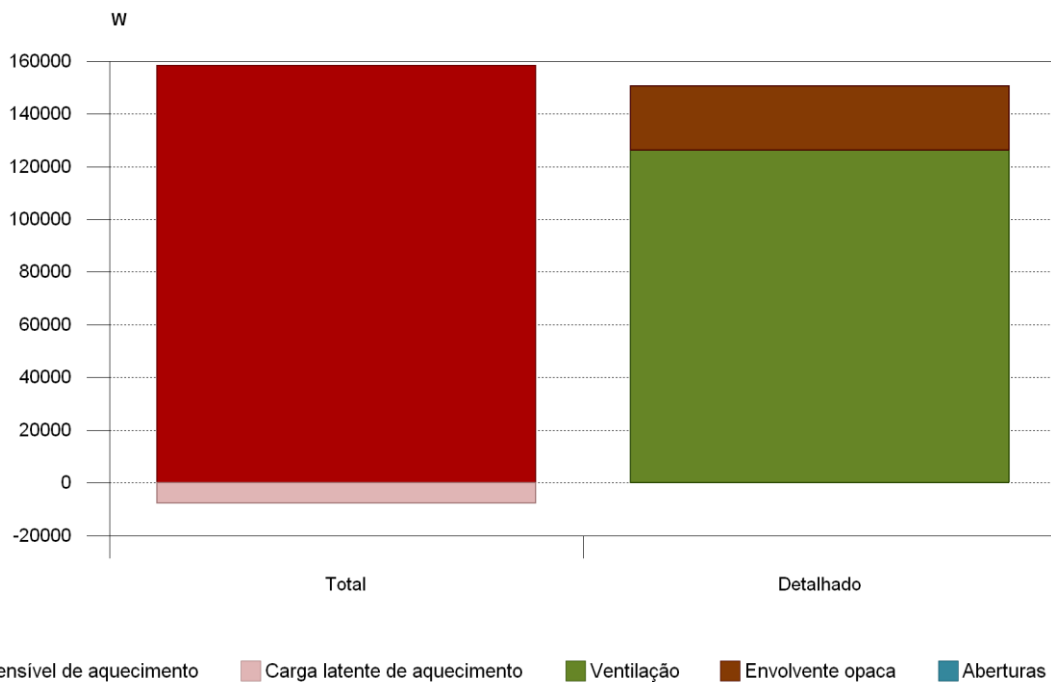
Relatório de cargas térmicas

Cozinha

Carga máxima de arrefecimento (21 de Julho às 17h)

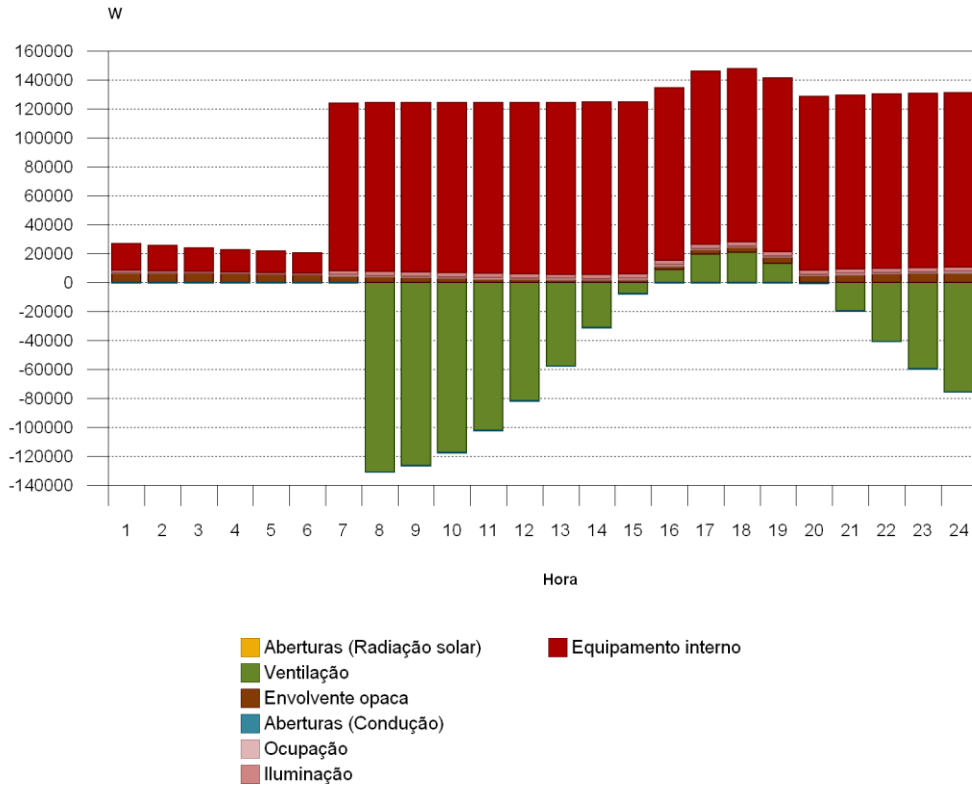


Carga máxima de aquecimento

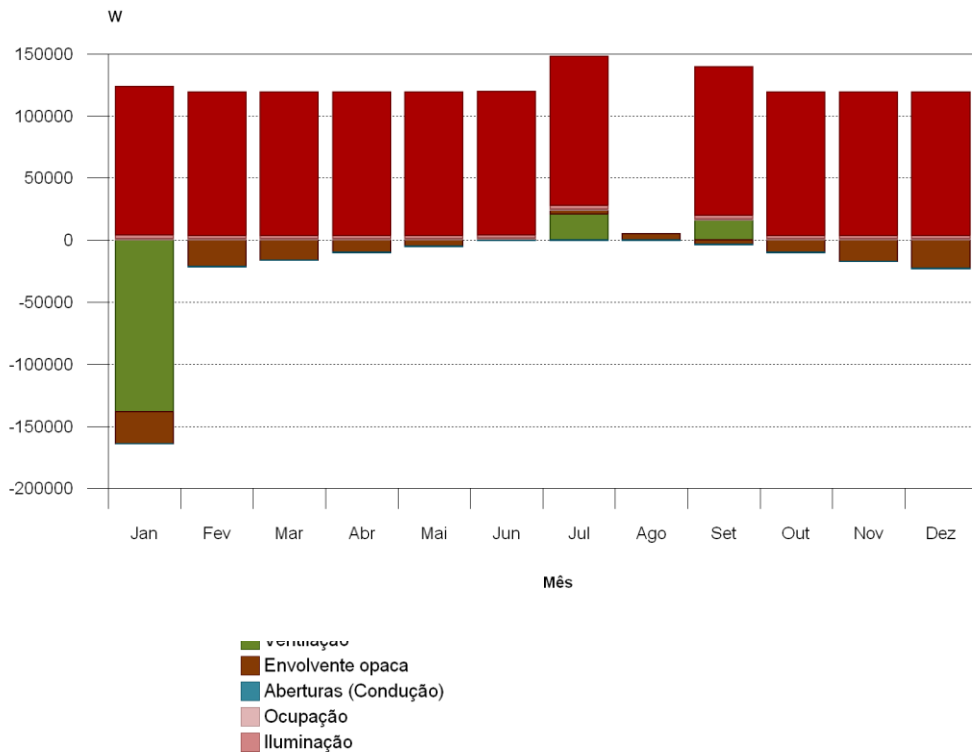


Evolução horária da carga de arrefecimento (21 de Julho)

Relatório de cargas térmicas



Evolução anual da carga máxima simultânea de arrefecimento



7.2 ANEXO 2 – SIMULAÇÃO ENERGÉTICA

ÍNDICE

1.- RESUMO DO CÁLCULO DA NECESSIDADE ENERGÉTICA.....	2
2.- RESULTADOS MENSAIS.....	2
2.1.- Balanço energético anual do edifício.....	2
2.2.- Necessidade energética mensal de aquecimento e refrigeração.....	4
2.3.- Evolução da temperatura.....	5
3.- MODELO DE CÁLCULO DO EDIFÍCIO.....	5
3.1.- Agrupamentos de compartimentos.....	5

Necessidade energética

1.- RESUMO DO CÁLCULO DA NECESSIDADE ENERGÉTICA.

A seguinte tabela é um resumo dos resultados obtidos no cálculo da necessidade energética de aquecimento e refrigeração de cada zona habitável, junto com o consumo total do edifício.

Zonas habitáveis	S_u	D_{aquec}		D_{ref}	
	(m ²)	(kWh/ano)	(kWh/m ² ·ano)	(kWh/ano)	(kWh/m ² ·ano)
Refeitório Campus de Gambelas	1070.46	90238.6	84.3	84619.9	79.05
	1070.46	90238.6	84.3	84619.9	79.05

onde:

S_u : Superfície útil da zona habitável, m².

D_{aquec} : Valor calculado do consumo energético de aquecimento, kWh/m²·ano.

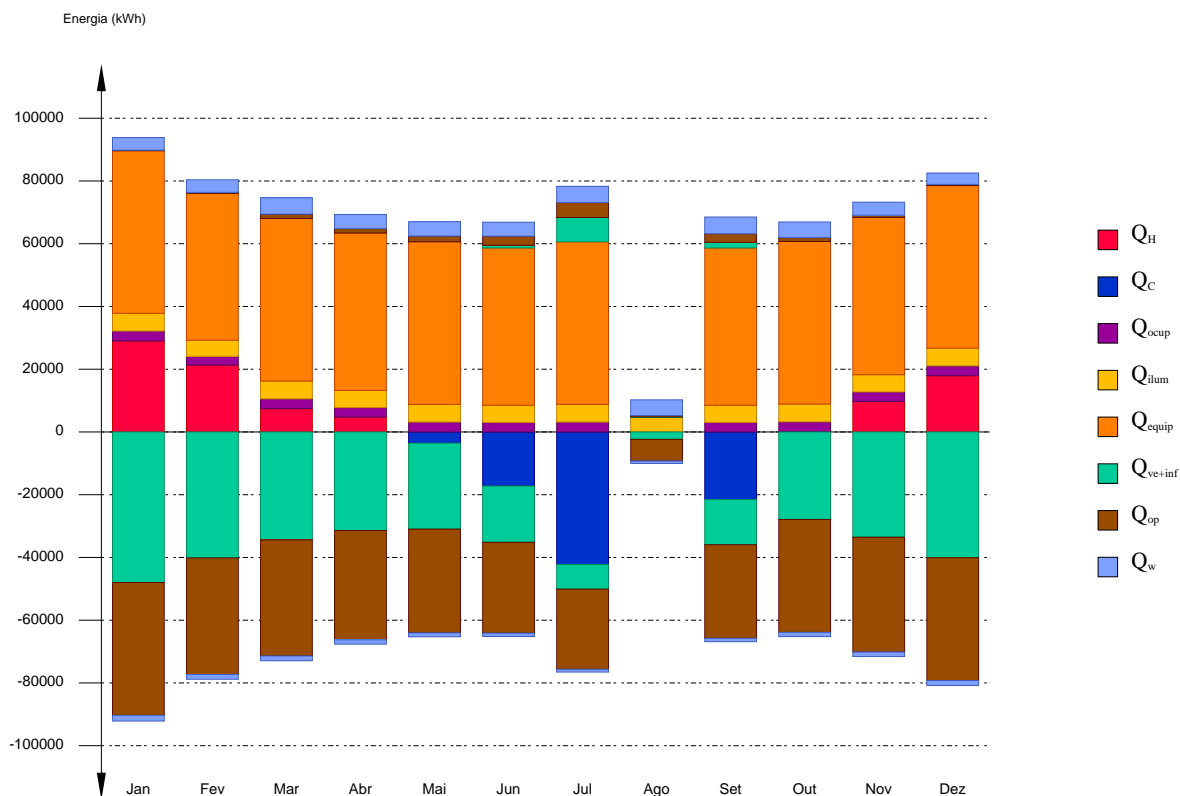
D_{ref} : Valor calculado do consumo energético de refrigeração, kWh/m²·ano.

2.- RESULTADOS MENSAIS.

2.1.- Balanço energético anual do edifício.

O seguinte gráfico de barras mostra o balanço energético do edifício mês a mês, contabilizando a energia perdida ou ganha por transmissão térmica através de elementos pesados e leves (Q_p e Q_w , respectivamente), a energia intercambiada por ventilação e infiltrações (Q_{ve+inf}), o ganho de calor interno devido à ocupação (Q_{ocup}), à iluminação (Q_{ilum}) e ao equipamento interno (Q_{equip}), assim como a contribuição necessária de aquecimento (Q_H) e refrigeração (Q_C).

Necessidade energética



Na seguinte tabela são mostrados os valores numéricos correspondentes ao gráfico anterior, do balanço energético do edifício completo, como soma das energias envolvidas no balanço energético de cada uma das zonas térmicas que conformam o modelo de cálculo do edifício.

O critério de sinais adoptado consiste em utilizar valores positivos para energias fornecidas à zona de cálculo, e negativos para a energia extraída.

	Jan (kWh)	Fev (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	Mai (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Set (kWh)	Out (kWh)	Nov (kWh)	Dez (kWh)	Ano (kWh/ano)	(kWh/m ² .ano)
Balanço energético anual do edifício.														
Q_{op}	158.3	306.6	1368.4	1396.0	1809.3	2881.1	4767.6	440.0	2742.6	1240.0	683.3	366.5	-369310	-345
Q_w	-42364.0	-37157.0	-37000.0	-34842.2	-33075.9	-28959.3	-25561.1	-6901.1	-29834.5	-36001.6	-36599.3	-39173.8	39481.2	36.88
Q_{ve+inf}	--	--	--	--	--	846.4	7731.6	135.5	1770.0	--	--	--	-314887	-294.16
Q_{equip}	51827.7	46812.1	51827.7	50155.8	51827.7	50155.8	51827.7	--	50155.8	51827.7	50155.8	51827.7	558401	521.65
Q_{illum}	5670.5	5121.7	5670.5	5487.5	5670.5	5487.5	5670.5	4659.2	5487.5	5670.5	5487.5	5670.5	65753.8	61.43
Q_{occup}	3132.3	2829.2	3132.3	3031.3	3132.3	3031.3	3132.3	--	3031.3	3132.3	3031.3	3132.3	33748.4	31.53
Q_H	29015.6	21305.9	7425.1	4738.4	--	--	--	--	--	93.9	9730.9	17928.8	90238.6	84.3
Q_C	--	--	--	--	-3563.7	-17241.0	-42274.0	--	-21541.1	--	--	--	-84619.9	-79.05
Q_{HC}	29015.6	21305.9	7425.1	4738.4	3563.7	17241.0	42274.0	--	21541.1	93.9	9730.9	17928.8	174858	163.35

Necessidade energética

onde:

Q_{op} : Transferência de energia correspondente à transmissão térmica através de elementos pesados em contacto com o exterior, kWh/m²-ano.

Q_w : Transferência de energia correspondente à transmissão térmica através de elementos leves em contacto com o exterior, kWh/m²-ano.

Q_{ve+inj} : Transferência de energia correspondente à transmissão térmica por ventilação, kWh/m²-ano.

Q_{equip} : Transferência de energia correspondente ao ganho interno de calor devido ao equipamento interno, kWh/m²-ano.

Q_{ilum} : Transferência de energia correspondente ao ganho interno de calor devido à iluminação, kWh/m²-ano.

Q_{ocup} : Transferência de energia correspondente ao ganho interno de calor devido à ocupação, kWh/m²-ano.

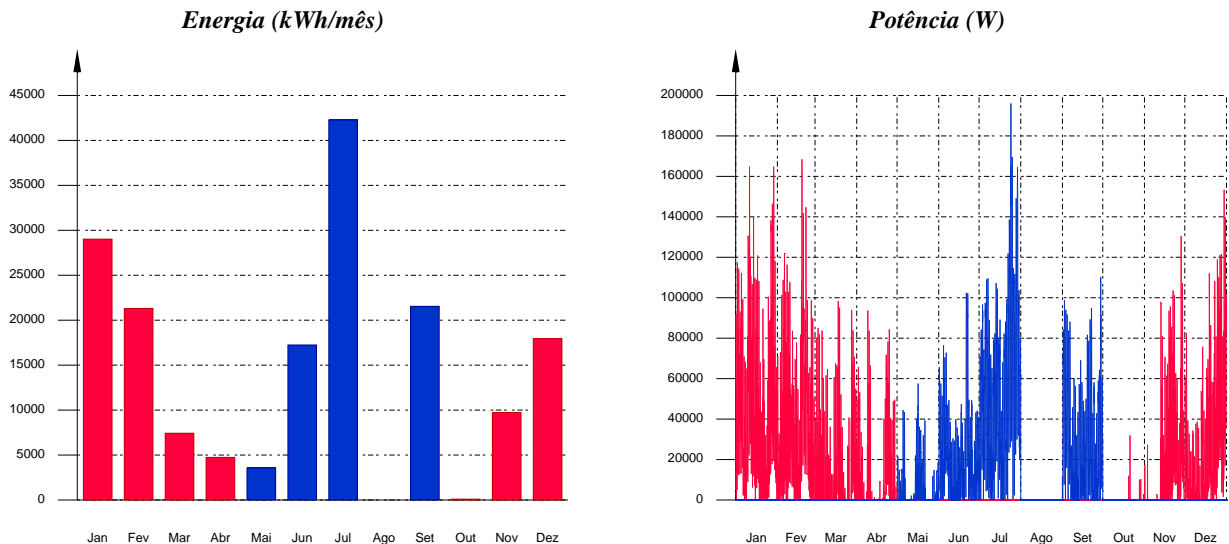
Q_H : Energia fornecida de aquecimento, kWh/m²-ano.

Q_C : Energia fornecida de refrigeração, kWh/m²-ano.

Q_{HC} : Energia fornecida de aquecimento e refrigeração, kWh/m²-ano.

2.2.- Necessidade energética mensal de aquecimento e refrigeração.

Considerando apenas a necessidade energética a cobrir pelos sistemas de aquecimento e refrigeração, as necessidades energéticas e de potência útil instantânea ao longo da simulação anual mostram-se nos seguintes gráficos:

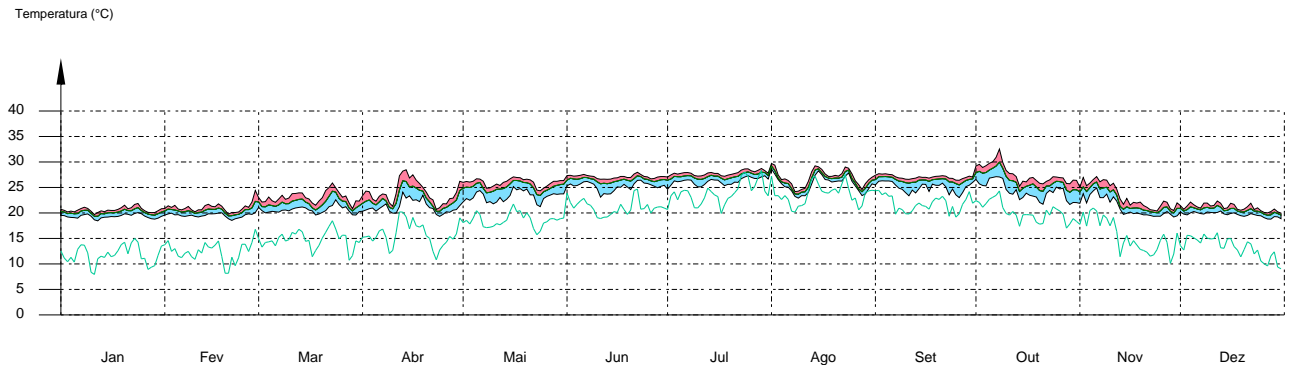


Necessidade energética

2.3.- Evolução da temperatura.

A evolução da temperatura operativa interior mostra-se no seguinte gráfico, que mostra a evolução das temperaturas mínima, máxima e média de cada dia de cálculo:

Refeitório Campus de Gambelas



3.- MODELO DE CÁLCULO DO EDIFÍCIO.

3.1.- Agrupamentos de compartimentos.

Mostra-se seguidamente a caracterização dos espaços que compõem cada uma das zonas de cálculo do edifício.

	S	V	ren _h	SQ _{ocup,s}	SQ _{ocup,l}	SQ _{equip,s}	SQ _{equip,l}	SQ _{ilum}	T ^r aquec. média (°C)	T ^r refrig. média (°C)
	(m ²)	(m ³)	(1/h)	(kWh/ano)	(kWh/ano)	(kWh/ano)	(kWh/ano)	(kWh/ano)		
Refeitório Campus de Gambelas (Zona habitável)										
Refeitório	767.73	2420.68	1.46	29540.0	29540.0	--	--	73306.4	20.0	25.0
Cozinha	302.72	954.48	19.59	4208.4	2705.4	746184.8	--	14559.7	20.0	25.0
	1070.46	3375.16	10.53/6.73*	33748.4	32245.4	746184.8	--	87866.1	20.0	25.0

onde:

S: Superfície útil interior do compartimento, m².

V: Volume interior neto do compartimento, m³.

ren_h: Número de renovações por hora do ar do compartimento.

*: Valor médio do número de renovações hora do ar da zona habitável, incluindo as infiltrações calculadas.

Q_{ocup,s}: Somatório da carga interna sensível devida à ocupação do compartimento ao longo do ano, kWh/ano.

Necessidade energética

$Q_{ocup,i}$: Somatório da carga interna latente devida à ocupação do compartimento ao longo do ano, kWh/ano.

$Q_{equip,s}$: Somatório da carga interna sensível devida aos equipamentos presentes no compartimento ao longo do ano, kWh/ano.

$Q_{equip,l}$: Somatório da carga interna latente devida aos equipamentos presentes no compartimento ao longo do ano, kWh/ano.

Q_{ilum} : Somatório da carga interna devida à iluminação do compartimento ao longo do ano, kWh/ano.

T° aquec. Valor médio nos intervalos de operação da temperatura fixada de aquecimento, °C.

média:

T° refrig. Valor médio nos intervalos de operação da temperatura fixada de refrigeração, °C.

média:

ÍNDICE

1.- RESULTADOS DO CÁLCULO DO CONSUMO ENERGÉTICO.....	2
1.1.- Resultados mensais.....	2
1.1.1.- Consumo energético anual do edifício.....	2
1.1.2.- Necessidade energética e energia útil proporcionada por zona habitável e mês.....	2
2.- MODELO DE CÁLCULO DO EDIFÍCIO.....	3
2.1.- Necessidade energética do edifício.....	3
2.1.1.- Necessidade energética de aquecimento e refrigeração.....	3
2.1.2.- Necessidade energética de AQS.....	3
2.2.- Factores de conversão de energia final a energia primária utilizados.....	4

Consumo energético

1.- RESULTADOS DO CÁLCULO DO CONSUMO ENERGÉTICO

1.1.- Resultados mensais.

1.1.1.- Consumo energético anual do edifício.

	Jan (kWh)	Fev (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	Mai (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Set (kWh)	Out (kWh)	Nov (kWh)	Dez (kWh)	Ano (kWh-ano) (kWh/m ² -ano)		
EDIFÍCIO ($S_u = 1070.46 \text{ m}^2$; $V = 3375.16 \text{ m}^3$)															
Necessidade energética	Aquecimento	29015.6	21305.9	7425.1	4738.4	--	--	--	--	--	93.9	9730.9	17928.8	90238.6	84.3
	Arrefecimento	--	--	--	--	3563.7	17241.0	42274.0	--	21541.1	--	--	--	84619.8	79.1
	AQS	45.3	41.0	45.3	43.9	45.3	43.9	45.3	45.3	43.9	45.3	43.9	45.3	533.9	0.5
	TOTAL	29061.0	21346.9	7470.4	4782.3	3609.1	17284.9	42319.4	45.3	21585.0	139.2	9774.8	17974.1	175392.3	163.8

onde:

S_u : Superfície habitável do edifício, m².

V : Volume neto habitável do edifício, m³.

f_{cep} : Factor de conversão de energia final a energia primária procedente de fontes não renováveis.

EF : Energia final consumida pelo sistema em ponto de consumo, kWh.

EP : Consumo energético de energia primária, kWh.

EP_{nr} : Consumo energético de energia primária de origem não renovável, kWh.

$C_{ef,total}$: Consumo energético total de energia em ponto de consumo, kWh/m²-ano.

C_{ep} : Consumo energético total de energia primária, kWh/m²-ano.

$C_{ep,nr}$: Consumo energético total de energia primária de origem não renovável, kWh/m²-ano.

1.1.2.- Necessidade energética e energia útil proporcionada por zona habitável e mês

	Jan (kWh)	Fev (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	Mai (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Set (kWh)	Out (kWh)	Nov (kWh)	Dez (kWh)	Ano (kWh-ano) (kWh/m ² -ano)		
Refeitório Campus de Gambelas ($S_u = 1070.46 \text{ m}^2$; $V = 3375.16 \text{ m}^3$)															
Necessidade energética	Aquecimento	29015.6	21305.9	7425.1	4738.4	--	--	--	--	--	93.9	9730.9	17928.8	90238.6	84.3
	Arrefecimento	--	--	--	--	3563.7	17241.0	42274.0	--	21541.1	--	--	--	84619.8	79.1
	AQS	45.3	41.0	45.3	43.9	45.3	43.9	45.3	45.3	43.9	45.3	43.9	45.3	533.9	0.5
	TOTAL	29061.0	21346.9	7470.4	4782.3	3609.1	17284.9	42319.4	45.3	21585.0	139.2	9774.8	17974.1	175392.3	163.8
Energia útil proporcionada	Aquecimento	29015.6	21305.9	7425.1	4738.4	--	--	--	--	--	93.9	9730.9	17928.8	90238.6	84.3
	Arrefecimento	--	--	--	--	3563.7	17241.0	42274.0	--	21541.1	--	--	--	84619.8	79.1
	AQS _{at}	27.2	24.6	27.2	26.3	27.2	26.3	27.2	27.2	26.3	27.2	26.3	27.2	320.3	0.3
	AQS _{is}	18.1	16.4	18.1	17.6	18.1	17.6	18.1	18.1	17.6	18.1	17.6	18.1	213.5	0.2
TOTAL	29061.0	21346.9	7470.4	4782.3	3609.1	17284.9	42319.4	45.3	21585.0	139.2	9774.8	17974.1	175392.3	163.8	

onde:

S_u : Superfície útil da zona habitável, m².

V : Volume neto da zona habitável, m³.

Consumo energético

AQS_{sol} : Energia solar útil proporcionada, kWh.

AQS_{sis} : Energia útil proporcionada pelo sistema, kWh.

2.- MODELO DE CÁLCULO DO EDIFÍCIO.

2.1.- Necessidade energética do edifício.

2.1.1.- Necessidade energética de aquecimento e refrigeração.

Zonas habitáveis	S_u	D_{aquec}	D_{ref}		
	(m ²)	(kWh·ano)	(kWh/m ² ·ano)	(kWh·ano)	(kWh/m ² ·ano)
Refeitório Campus de Gambelas	1070.46	90238.6	84.3	84619.8	79.1
	1070.46	90238.6	84.3	84619.8	79.1

onde:

S_u : Superfície útil da zona habitável, m².

D_{aquec} : Valor calculado do consumo energético de aquecimento, kWh·ano.

D_{ref} : Valor calculado do consumo energético de refrigeração, kWh/m²·ano.

2.1.2.- Necessidade energética de AQS.

O salto térmico utilizado no cálculo da energia térmica necessária realiza-se entre uma temperatura de referência definida na zona, e a temperatura da água de rede na localização do edifício projectado, de valores:

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
Temperatura da água de rede	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0

Mostram-se seguidamente os resultados do cálculo da necessidade energética de AQS para cada zona habitável do edifício, junto com as necessidades diárias, a percentagem da necessidade coberta por energia renovável, e a restante a satisfazer através de energias não renováveis.

Zonas habitáveis	Q_{AQS}	T_{ref}	S_u	D_{AQS}		$\%_{AS}$	$D_{AQS, sis}$	
	(l/dia)	(°C)	(m ²)	(kWh·ano)	(kWh/m ² ·ano)	(%)	(kWh·ano)	(kWh/m ² ·ano)
Refeitório Campus de Gambelas	28.0	60.0	1070.46	533.9	0.5	60.0	213.5	0.2
	28.0		1070.46	533.9	0.5		213.5	0.2

Consumo energético

onde:

Q_{AQS} : Caudal diário necessário de água quente sanitária, l/dia.

T_{ref} : Temperatura de referência, °C.

S_u : Superfície útil da zona habitável, m².

D_{AQS} : Necessidade energética correspondente ao serviço de água quente sanitária, kWh/m²-ano.

$\%_{AS}$: Percentagem coberta por energia solar da necessidade energética de água quente sanitária, %.

$D_{AQS, sis}$: Necessidade energética de AQS coberta pelo sistema, kWh/m²-ano.

2.2.- Factores de conversão de energia final a energia primária utilizados.

7.3 ANEXO 3 –REDE DE CONDUTAS DO REFEITÓRIO UTA

Anexo 3 - Rede de condutas do refeitório UTA

Dimensionamento de rede de condutas de insuflação e retorno do Refeitório

1.- SISTEMAS DE CONDUÇÃO DE AR. CONDUTAS

Condutas									
Tramo		Q (m ³ /h)	w x h (mm)	V (m/s)	Φ (mm)	L (m)	ΔP ₁ (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
Início	Final								
A1-Rés-do-chão	A1-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	0.46	8.28	94.41	21.14
A2-Rés-do-chão	A2-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	0.46	8.28	94.41	21.15
A2-Rés-do-chão	N3-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	3.08		84.91	
A3-Rés-do-chão	A3-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	0.46	8.28	92.72	22.83
A5-Rés-do-chão	A5-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	0.46	8.28	91.30	24.25
A7-Rés-do-chão	A7-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	0.46	8.28	89.77	25.78
A4-Rés-do-chão	A4-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	0.46	8.28	92.72	22.83
A4-Rés-do-chão	N16-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	3.08		83.22	
A6-Rés-do-chão	A6-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	0.46	8.28	91.29	24.26
A6-Rés-do-chão	N24-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	3.08		81.80	
A8-Rés-do-chão	A8-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	0.46	8.28	89.76	25.79
A8-Rés-do-chão	N25-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	3.08		80.27	
A10-Rés-do-chão	A10-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	0.46	8.28	114.62	0.93
A10-Rés-do-chão	N4-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	3.13		105.12	
A16-Rés-do-chão	A16-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	0.46	8.28	103.71	11.84
A16-Rés-do-chão	N9-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	3.13		94.21	
A12-Rés-do-chão	A12-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	0.46	8.28	111.68	3.87
A12-Rés-do-chão	N5-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	3.13		102.18	
A14-Rés-do-chão	A14-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	0.46	8.28	107.79	7.76
A14-Rés-do-chão	N8-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	3.13		98.29	
A18-Rés-do-chão	A18-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	0.46	8.28	115.55	
A19-Rés-do-chão	A19-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	0.46	8.28	102.52	13.03
A19-Rés-do-chão	N10-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	3.13		93.02	
A21-Rés-do-chão	A21-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	0.46	8.28	92.17	23.38
A21-Rés-do-chão	N14-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	2.98		82.68	
A23-Rés-do-chão	A23-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	0.46	8.28	89.93	25.63
A23-Rés-do-chão	N13-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	2.97		80.43	
A24-Rés-do-chão	A24-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	0.46	8.28	89.93	25.62
A25-Rés-do-chão	A25-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	0.46	8.28	88.99	26.56
A25-Rés-do-chão	N12-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	2.97		79.49	
A26-Rés-do-chão	A26-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	0.46	8.28	88.99	26.56

Anexo 2 - Cálculo da instalação

Dimensionamento de rede de condutas de insuflação e retorno do Refeitório

Condutas									
Tramo		Q (m ³ /h)	w x h (mm)	V (m/s)	Φ (mm)	L (m)	ΔP ₁ (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
Início	Final								
A27-Rés-do-chão	A27-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	0.46	8.28	83.33	32.22
A27-Rés-do-chão	N27-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	2.97		73.83	
A28-Rés-do-chão	A28-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	0.46	8.28	83.35	32.20
A29-Rés-do-chão	A29-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	0.46	8.28	84.89	30.66
A29-Rés-do-chão	N26-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	2.97		75.40	
A30-Rés-do-chão	A30-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	0.46	8.28	84.92	30.63
A31-Rés-do-chão	A31-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	0.46	8.28	94.47	21.08
N18-Rés-do-chão	N6-Rés-do-chão	6676.0		4.7	710.0	1.60	12.21	36.33	5.80
N18-Rés-do-chão	N6-Rés-do-chão	6199.1		4.3	710.0	1.91	12.21	36.84	5.28
N18-Rés-do-chão	N6-Rés-do-chão	5722.3		5.1	630.0	1.27	12.21	37.38	4.74
N18-Rés-do-chão	N6-Rés-do-chão	5245.4		5.2	600.0	0.89	12.21	37.79	4.34
N18-Rés-do-chão	N6-Rés-do-chão	4768.6		4.7	600.0	0.87	12.21	38.12	4.01
N18-Rés-do-chão	N6-Rés-do-chão	4291.7		4.8	560.0	0.89	12.21	38.51	3.61
N18-Rés-do-chão	N6-Rés-do-chão	3814.9		4.3	560.0	2.08	12.21	39.24	2.88
N18-Rés-do-chão	N6-Rés-do-chão	3338.0		3.8	560.0	1.23	12.21	39.58	2.54
N18-Rés-do-chão	N6-Rés-do-chão	2861.1		4.0	500.0	1.21	12.21	40.02	2.10
N18-Rés-do-chão	N6-Rés-do-chão	2384.3		4.2	450.0	1.03	12.21	40.47	1.65
N18-Rés-do-chão	N6-Rés-do-chão	1907.4		3.3	450.0	1.16	12.21	40.80	1.32
N18-Rés-do-chão	N6-Rés-do-chão	1430.6		3.2	400.0	1.33	12.21	41.20	0.92
N18-Rés-do-chão	N6-Rés-do-chão	953.7		2.7	355.0	1.44	12.21	41.57	0.55
N18-Rés-do-chão	N6-Rés-do-chão	476.9		2.7	250.0	1.37	12.21	42.12	
N18-Rés-do-chão	N6-Rés-do-chão				250.0	0.79		29.92	
A9-Rés-do-chão	A9-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	0.46	8.28	87.84	27.71
A9-Rés-do-chão	N11-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	2.97		78.34	
A11-Rés-do-chão	A11-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	0.46	8.28	87.84	27.71
N3-Rés-do-chão	A1-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	3.09		84.91	
N3-Rés-do-chão	A31-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	7.01		84.97	
N3-Rés-do-chão	N16-Rés-do-chão	1540.6		3.4	400.0	5.00		80.74	
N16-Rés-do-chão	A3-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	3.09		83.22	
N16-Rés-do-chão	N24-Rés-do-chão	2567.7		3.6	500.0	5.00		79.01	
N24-Rés-do-chão	A5-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	3.09		81.80	
N24-Rés-do-chão	N25-Rés-do-chão	3594.8		4.1	560.0	5.00		77.53	
N25-Rés-do-chão	A7-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	3.09		80.27	

Anexo 2 - Cálculo da instalação

Dimensionamento de rede de condutas de insuflação e retorno do Refeitório

Condutas									
Tramo		Q (m ³ /h)	w x h (mm)	V (m/s)	Φ (mm)	L (m)	ΔP ₁ (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
Início	Final								
N25-Rés-do-chão	N26-Rés-do-chão	4621.8		4.5	600.0	9.11		75.95	
N26-Rés-do-chão	A30-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	3.02		75.42	
N26-Rés-do-chão	N27-Rés-do-chão	5648.9		5.0	630.0	3.73		71.09	
N27-Rés-do-chão	A28-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	3.02		73.85	
N4-Rés-do-chão	A18-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	8.72		106.05	
N5-Rés-do-chão	N4-Rés-do-chão	1027.1		2.9	355.0	5.00		99.44	
N8-Rés-do-chão	N5-Rés-do-chão	1540.6		3.4	400.0	5.00		96.40	
N9-Rés-do-chão	N8-Rés-do-chão	2054.2		3.6	450.0	5.00		92.47	
N10-Rés-do-chão	N9-Rés-do-chão	2567.7		3.6	500.0	4.35		88.39	
N11-Rés-do-chão	A11-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	2.98		78.35	
N11-Rés-do-chão	N2-Rés-do-chão	6676.0		4.7	710.0	7.37		74.07	
N11-Rés-do-chão	N12-Rés-do-chão	5648.9		5.0	630.0	2.71		75.18	
N12-Rés-do-chão	A26-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	2.98		79.49	
N12-Rés-do-chão	N13-Rés-do-chão	4621.8		4.5	600.0	2.73		76.16	
N13-Rés-do-chão	A24-Rés-do-chão	513.5		2.9	250.0	2.98		80.43	
N13-Rés-do-chão	N14-Rés-do-chão	3594.8		4.1	560.0	2.21		76.86	
N14-Rés-do-chão	N10-Rés-do-chão	3081.2		4.4	500.0	1.67		87.10	
N1-Rés-do-chão	N27-Rés-do-chão	6676.0		4.7	710.0	8.16		69.55	
N1-Rés-do-chão	N1-Cobertura	6676.0		4.7	710.0	0.30		63.90	
N2-Rés-do-chão	N2-Cobertura	6676.0		4.7	710.0	0.30		68.66	
N19-Rés-do-chão	N18-Rés-do-chão	6676.0		4.7	710.0	10.68		22.07	
N19-Rés-do-chão	N3-Cobertura	6676.0		4.7	710.0	0.30		17.19	
N21-Rés-do-chão	N7-Rés-do-chão	6676.0		4.7	710.0	12.49	12.21	30.43	11.70
N21-Rés-do-chão	N7-Rés-do-chão	6199.1		4.3	710.0	1.00	12.21	30.70	11.42
N21-Rés-do-chão	N7-Rés-do-chão	5722.3		5.1	630.0	1.04	12.21	31.14	10.98
N21-Rés-do-chão	N7-Rés-do-chão	5245.4		5.2	600.0	1.03	12.21	31.61	10.51
N21-Rés-do-chão	N7-Rés-do-chão	4768.6		4.7	600.0	0.97	12.21	31.98	10.14
N21-Rés-do-chão	N7-Rés-do-chão	4291.7		4.8	560.0	1.06	12.21	32.45	9.67
N21-Rés-do-chão	N7-Rés-do-chão	3814.9		4.3	560.0	0.94	12.21	32.78	9.34
N21-Rés-do-chão	N7-Rés-do-chão	3338.0		3.8	560.0	1.02	12.21	33.06	9.06
N21-Rés-do-chão	N7-Rés-do-chão	2861.1		4.0	500.0	1.01	12.21	33.43	8.69
N21-Rés-do-chão	N7-Rés-do-chão	2384.3		4.2	450.0	1.12	12.21	33.92	8.21
N21-Rés-do-chão	N7-Rés-do-chão	1907.4		3.3	450.0	0.98	12.21	34.20	7.93

Anexo 2 - Cálculo da instalação

Dimensionamento de rede de condutas de insuflação e retorno do Refeitório

Condutas									
Tramo		Q (m ³ /h)	w x h (mm)	V (m/s)	Φ (mm)	L (m)	ΔP ₁ (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
Início	Final								
N21-Rés-do-chão	N7-Rés-do-chão	1430.6		3.2	400.0	1.04	12.21	34.51	7.61
N21-Rés-do-chão	N7-Rés-do-chão	953.7		2.7	355.0	0.96	12.21	34.76	7.37
N21-Rés-do-chão	N7-Rés-do-chão	476.9		2.7	250.0	0.80	12.21	35.08	7.05
N21-Rés-do-chão	N7-Rés-do-chão				250.0	0.48		22.87	
N21-Rés-do-chão	N4-Cobertura	6676.0		4.7	710.0	0.30		11.22	
N2-Cobertura	N6-Cobertura	6676.0		4.7	710.0	3.55		67.01	
N6-Cobertura	N1-Cobertura	6676.0		4.7	710.0	6.50		62.25	
N26-Cobertura	A7-Cobertura	13352.0		5.8	900.0	6.06		4.55	
N26-Cobertura	N3-Cobertura	6676.0		4.7	710.0	7.07		15.54	
N26-Cobertura	N4-Cobertura	6676.0		4.7	710.0	6.14		9.57	
N29-Cobertura	N27-Cobertura	13352.0		5.8	900.0	10.12		49.11	
N29-Cobertura	A7-Cobertura	13352.0		5.8	900.0	2.86		43.13	
N27-Cobertura	N6-Cobertura	13352.0		5.8	900.0	5.07		54.52	
Abreviaturas utilizadas									
Q	<i>Caudal</i>			L	<i>Comprimento</i>				
w x h	<i>Dimensões (Largura x Altura)</i>			ΔP ₁	<i>Perda de pressão</i>				
V	<i>Velocidade</i>			ΔP	<i>Perda de pressão acumulada</i>				
Φ	<i>Diâmetro equivalente.</i>			D	<i>Diferença de pressão relativamente ao difusor ou grelha mais desfavorável</i>				

Anexo 2 - Cálculo da instalação

Dimensionamento de rede de condutas de insuflação e retorno do Refeitório

2.- SISTEMAS DE CONDUÇÃO DE AR. DIFUSORES E GRELHAS

Difusores e grelhas									
Tipo	Φ (mm)	w x h (mm)	Q (m ³ /h)	A (cm ²)	X (m)	P (dB(A))	ΔP ₁ (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
A1-Rés-do-chão: Difusor		348x348	513.5	370.00	1.7	26.0	8.28	94.41	21.14
A2-Rés-do-chão: Difusor		348x348	513.5	370.00	1.7	26.0	8.28	94.41	21.15
A3-Rés-do-chão: Difusor		348x348	513.5	370.00	1.7	26.0	8.28	92.72	22.83
A5-Rés-do-chão: Difusor		348x348	513.5	370.00	1.7	26.0	8.28	91.30	24.25
A7-Rés-do-chão: Difusor		348x348	513.5	370.00	1.7	26.0	8.28	89.77	25.78
A4-Rés-do-chão: Difusor		348x348	513.5	370.00	1.7	26.0	8.28	92.72	22.83
A6-Rés-do-chão: Difusor		348x348	513.5	370.00	1.7	26.0	8.28	91.29	24.26
A8-Rés-do-chão: Difusor		348x348	513.5	370.00	1.7	26.0	8.28	89.76	25.79
A10-Rés-do-chão: Difusor		348x348	513.5	370.00	1.7	26.0	8.28	114.62	0.93
A16-Rés-do-chão: Difusor		348x348	513.5	370.00	1.7	26.0	8.28	103.71	11.84
A12-Rés-do-chão: Difusor		348x348	513.5	370.00	1.7	26.0	8.28	111.68	3.87
A14-Rés-do-chão: Difusor		348x348	513.5	370.00	1.7	26.0	8.28	107.79	7.76
A18-Rés-do-chão: Difusor		348x348	513.5	370.00	1.7	26.0	8.28	115.55	0.00
A19-Rés-do-chão: Difusor		348x348	513.5	370.00	1.7	26.0	8.28	102.52	13.03
A21-Rés-do-chão: Difusor		348x348	513.5	370.00	1.7	26.0	8.28	92.17	23.38
A23-Rés-do-chão: Difusor		348x348	513.5	370.00	1.7	26.0	8.28	89.93	25.63
A24-Rés-do-chão: Difusor		348x348	513.5	370.00	1.7	26.0	8.28	89.93	25.62
A25-Rés-do-chão: Difusor		348x348	513.5	370.00	1.7	26.0	8.28	88.99	26.56
A26-Rés-do-chão: Difusor		348x348	513.5	370.00	1.7	26.0	8.28	88.99	26.56
A27-Rés-do-chão: Difusor		348x348	513.5	370.00	1.7	26.0	8.28	83.33	32.22
A28-Rés-do-chão: Difusor		348x348	513.5	370.00	1.7	26.0	8.28	83.35	32.20
A29-Rés-do-chão: Difusor		348x348	513.5	370.00	1.7	26.0	8.28	84.89	30.66
A30-Rés-do-chão: Difusor		348x348	513.5	370.00	1.7	26.0	8.28	84.92	30.63
A31-Rés-do-chão: Difusor		348x348	513.5	370.00	1.7	26.0	8.28	94.47	21.08
A9-Rés-do-chão: Difusor		348x348	513.5	370.00	1.7	26.0	8.28	87.84	27.71
A11-Rés-do-chão: Difusor		348x348	513.5	370.00	1.7	26.0	8.28	87.84	27.71
N18 -> N6, (35.36, 18.52), 1.60 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	36.33	5.80
N18 -> N6, (35.36, 20.43), 3.51 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	36.84	5.28

Anexo 2 - Cálculo da instalação

Dimensionamento de rede de condutas de insuflação e retorno do Refeitório

Difusores e grelhas									
Tipo	Φ (mm)	w x h (mm)	Q (m ³ /h)	A (cm ²)	X (m)	P (dB(A))	ΔP_1 (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
N18 -> N6, (35.36, 21.70), 4.78 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	37.38	4.74
N18 -> N6, (35.36, 22.60), 5.67 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	37.79	4.34
N18 -> N6, (35.36, 23.46), 6.54 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	38.12	4.01
N18 -> N6, (35.36, 24.35), 7.42 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	38.51	3.61
N18 -> N6, (34.37, 25.94), 9.50 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	39.24	2.88
N18 -> N6, (33.39, 26.69), 10.73 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	39.58	2.54
N18 -> N6, (32.43, 27.42), 11.95 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	40.02	2.10
N18 -> N6, (31.61, 28.05), 12.97 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	40.47	1.65
N18 -> N6, (30.69, 28.75), 14.13 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	40.80	1.32
N18 -> N6, (29.63, 29.56), 15.47 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	41.20	0.92
N18 -> N6, (28.49, 30.43), 16.90 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	41.57	0.55
N18 -> N6, (27.40, 31.27), 18.28 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	42.12	0.00
N21 -> N7, (35.36, 14.18), 12.49 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	30.43	11.70
N21 -> N7, (35.36, 13.17), 13.50 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	30.70	11.42
N21 -> N7, (35.36, 12.13), 14.54 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	31.14	10.98
N21 -> N7, (35.36, 11.10), 15.57 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	31.61	10.51
N21 -> N7, (35.36, 10.12), 16.55 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	31.98	10.14
N21 -> N7, (35.36, 9.06), 17.61 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	32.45	9.67

Anexo 2 - Cálculo da instalação

Dimensionamento de rede de condutas de insuflação e retorno do Refeitório

Difusores e grelhas									
Tipo	Φ (mm)	w x h (mm)	Q (m ³ /h)	A (cm ²)	X (m)	P (dB(A))	ΔP_1 (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
N21 -> N7, (35.36, 8.12), 18.55 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	32.78	9.34
N21 -> N7, (35.36, 7.10), 19.57 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	33.06	9.06
N21 -> N7, (35.36, 6.09), 20.58 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	33.43	8.69
N21 -> N7, (35.36, 4.97), 21.70 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	33.92	8.21
N21 -> N7, (35.36, 3.99), 22.68 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	34.20	7.93
N21 -> N7, (35.36, 2.96), 23.71 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	34.51	7.61
N21 -> N7, (35.36, 1.99), 24.68 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	34.76	7.37
N21 -> N7, (35.36, 1.19), 25.48 m: Grelha de retorno		425x125	350.43	220.00		38.6	12.21	35.08	7.05
Abreviaturas utilizadas									
Φ	Diâmetro			P	Potência sonora				
w x h	Dimensões (Largura x Altura)			ΔP_1	Perda de pressão				
Q	Caudal			ΔP	Perda de pressão acumulada				
A	Área efectiva			D	Diferença de pressão relativamente ao difusor ou grelha mais desfavorável				
X	Alcance								

7.4 ANEXO 4 – REDE DE CONDUTAS DA COZINHA UTANS

ÍNDICE

- 1.- SISTEMAS DE CONDUÇÃO DE AR. CONDUTAS..... 2
- 2.- SISTEMAS DE CONDUÇÃO DE AR. DIFUSORES E GRELHAS..... 9

Cálculo da instalação

AVAC Refeitório e cozinha Profissional Gambelas

1.- SISTEMAS DE CONDUÇÃO DE AR. CONDUTAS

Condutas									
Tramo		Q	w x h	V	Φ	L	ΔP_1	ΔP	D
Início	Final	(m ³ /h)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m)	(Pa)	(Pa)	(Pa)
N13-Rés-do-c hã	N2-Rés-do-chã	11088.0		6.1	800.0	3.70	37.45	51.66	50.59
N13-Rés-do-c hã	N2-Rés-do-chã	10348.8		5.7	800.0	1.66	37.45	52.31	49.94
N13-Rés-do-c hã	N2-Rés-do-chã	9609.6		6.0	750.0	1.69	37.45	60.02	42.23
N13-Rés-do-c hã	N2-Rés-do-chã	8870.4		5.6	750.0	2.33	37.45	63.17	39.08
N13-Rés-do-c hã	N2-Rés-do-chã	8131.2		5.7	710.0	2.91	37.45	72.96	29.30
N13-Rés-do-c hã	N2-Rés-do-chã	7392.0		5.2	710.0	1.83	37.45	73.65	28.61
N13-Rés-do-c hã	N2-Rés-do-chã	6652.8		4.7	710.0	2.03	37.45	74.28	27.98
N13-Rés-do-c hã	N2-Rés-do-chã	5913.6		5.3	630.0	5.04	37.45	83.87	18.38
N13-Rés-do-c hã	N2-Rés-do-chã	5174.4		5.1	600.0	1.31		51.90	
Abreviaturas utilizadas									
Q	<i>Caudal</i>			L	<i>Comprimento</i>				
w x h	<i>Dimensões (Largura x Altura)</i>			ΔP_1	<i>Perda de pressão</i>				
V	<i>Velocidade</i>			ΔP	<i>Perda de pressão acumulada</i>				
Φ	<i>Diâmetro equivalente.</i>			D	<i>Diferença de pressão relativamente ao difusor ou grelha mais desfavorável</i>				

Cálculo da instalação

AVAC Refeitório e cozinha Profissional Gambelas

Condutas									
Tramo		Q	w x h	V	Φ	L	ΔP_1	ΔP	D
Início	Final	(m ³ /h)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m)	(Pa)	(Pa)	(Pa)
N13-Rés-do-c hã	N5-Cobertura	11088.0		6.1	800.0	0.30		7.24	
N37-Rés-do-c hã	N8-Cobertura	11088.0		6.1	800.0	0.30		9.94	
N38-Rés-do-c hã	N6-Rés-do-chão	5072.0		5.7	560.0	1.30	12.24	23.89	45.30
N38-Rés-do-c hã	N6-Rés-do-chão	4649.3		5.2	560.0	2.10	12.24	27.18	42.02
N38-Rés-do-c hã	N6-Rés-do-chão	4226.7		6.0	500.0	0.96	12.24	34.67	34.53
N38-Rés-do-c hã	N6-Rés-do-chão	3804.0		5.4	500.0	0.96	12.24	35.26	33.94
N38-Rés-do-c hã	N6-Rés-do-chão	3381.3		4.8	500.0	0.91		23.47	
N38-Rés-do-c hã	N25-Cobertura	5072.0		5.7	560.0	0.30		8.24	
A15-Rés-do-c hã	N7-Rés-do-chão	422.7		3.0	225.0	1.38	12.24	65.38	3.82
Abreviaturas utilizadas									
Q	<i>Caudal</i>			L	<i>Comprimento</i>				
w x h	<i>Dimensões (Largura x Altura)</i>			ΔP_1	<i>Perda de pressão</i>				
V	<i>Velocidade</i>			ΔP	<i>Perda de pressão acumulada</i>				
Φ	<i>Diâmetro equivalente.</i>			D	<i>Diferença de pressão relativamente ao difusor ou grelha mais desfavorável</i>				

Cálculo da instalação

AVAC Refeitório e cozinha Profissional Gambelas

Conduitas									
Tramo		Q	w x h	V	Φ	L	ΔP_1	ΔP	D
Início	Final	(m ³ /h)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m)	(Pa)	(Pa)	(Pa)
A13-Rés-do-c hã	N8-Rés-do-chã	422.7		3.0	225.0	1.30	12.24	55.71	13.49
N2-Rés-do-ch ã	N1-Rés-do-chã	2956.8		4.2	500.0	1.70	37.45	93.32	8.94
N2-Rés-do-ch ã	N1-Rés-do-chã	2217.6		3.9	450.0	1.12	37.45	96.58	5.67
N2-Rés-do-ch ã	N1-Rés-do-chã	1478.4		3.3	400.0	1.41	37.45	99.06	3.20
N2-Rés-do-ch ã	N1-Rés-do-chã	739.2		2.9	300.0	1.54	37.45	101.22	1.04
N2-Rés-do-ch ã	N1-Rés-do-chã				300.0	1.59		63.77	
N2-Rés-do-ch ã	N3-Rés-do-chã	2217.6		3.9	450.0	1.28	37.45	97.67	4.58
N2-Rés-do-ch ã	N3-Rés-do-chã	1478.4		3.3	400.0	1.47	37.45	100.17	2.09
N2-Rés-do-ch ã	N3-Rés-do-chã	739.2		2.9	300.0	1.35	37.45	102.26	
Abreviaturas utilizadas									
Q	<i>Caudal</i>			L	<i>Comprimento</i>				
w x h	<i>Dimensões (Largura x Altura)</i>			ΔP_1	<i>Perda de pressão</i>				
V	<i>Velocidade</i>			ΔP	<i>Perda de pressão acumulada</i>				
Φ	<i>Diâmetro equivalente.</i>			D	<i>Diferença de pressão relativamente ao difusor ou grelha mais desfavorável</i>				

Cálculo da instalação

AVAC Refeitório e cozinha Profissional Gambelas

Condutas									
Tramo		Q	w x h	V	Φ	L	ΔP_1	ΔP	D
Início	Final	(m ³ /h)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m)	(Pa)	(Pa)	(Pa)
N2-Rés-do-chão	N3-Rés-do-chão				300.0	0.47		64.81	
N4-Rés-do-chão	N10-Rés-do-chão				300.0	0.37		71.88	
N4-Rés-do-chão	N10-Rés-do-chão	739.2		2.9	300.0	1.52	37.45	109.32	
N4-Rés-do-chão	N10-Rés-do-chão	1478.4		3.3	400.0	1.52	37.45	107.17	2.16
N4-Rés-do-chão	N10-Rés-do-chão	2217.6		3.9	450.0	1.35	37.45	104.66	4.66
N4-Rés-do-chão	N10-Rés-do-chão	2956.8		4.2	500.0	2.46	37.45	101.31	8.02
N4-Rés-do-chão	N10-Rés-do-chão	3696.0		4.2	560.0	2.17	37.45	97.05	12.28
N4-Rés-do-chão	N10-Rés-do-chão	4435.2		5.0	560.0	2.18	37.45	96.32	13.00
N4-Rés-do-chão	N10-Rés-do-chão	5174.4		5.1	600.0	0.30	37.45	90.56	18.76
Abreviaturas utilizadas									
Q	<i>Caudal</i>			L	<i>Comprimento</i>				
w x h	<i>Dimensões (Largura x Altura)</i>			ΔP_1	<i>Perda de pressão</i>				
V	<i>Velocidade</i>			ΔP	<i>Perda de pressão acumulada</i>				
Φ	<i>Diâmetro equivalente.</i>			D	<i>Diferença de pressão relativamente ao difusor ou grelha mais desfavorável</i>				

Cálculo da instalação

AVAC Refeitório e cozinha Profissional Gambelas

Condutas									
Tramo		Q	w x h	V	Φ	L	ΔP_1	ΔP	D
Início	Final	(m ³ /h)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m)	(Pa)	(Pa)	(Pa)
N6-Rés-do-chão	N5-Rés-do-chão	422.7		3.0	225.0	1.76	12.24	38.31	30.89
N6-Rés-do-chão	N5-Rés-do-chão				225.0	0.75		26.07	
N6-Rés-do-chão	N8-Rés-do-chão	2958.7		5.2	450.0	1.13	12.24	49.85	19.35
N6-Rés-do-chão	N8-Rés-do-chão	2536.0		4.4	450.0	1.08		38.14	
N7-Rés-do-chão	N12-Rés-do-chão	1268.0		3.6	355.0	1.17	12.24	60.49	8.71
N7-Rés-do-chão	N12-Rés-do-chão	845.3		3.8	280.0	2.82	12.24	66.72	2.48
N7-Rés-do-chão	N12-Rés-do-chão	422.7		3.0	225.0	1.53	12.24	69.20	
N7-Rés-do-chão	N12-Rés-do-chão				225.0	0.34		56.96	
N8-Rés-do-chão	N7-Rés-do-chão	2113.3		4.7	400.0	0.95	12.24	55.10	14.10
Abreviaturas utilizadas									
Q	<i>Caudal</i>			L	<i>Comprimento</i>				
w x h	<i>Dimensões (Largura x Altura)</i>			ΔP_1	<i>Perda de pressão</i>				
V	<i>Velocidade</i>			ΔP	<i>Perda de pressão acumulada</i>				
Φ	<i>Diâmetro equivalente.</i>			D	<i>Diferença de pressão relativamente ao difusor ou grelha mais desfavorável</i>				

Cálculo da instalação

AVAC Refeitório e cozinha Profissional Gambelas

Condutas									
Tramo		Q	w x h	V	Φ	L	ΔP_1	ΔP	D
Início	Final	(m ³ /h)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m)	(Pa)	(Pa)	(Pa)
N8-Rés-do-chão	N7-Rés-do-chão	1690.7		4.7	355.0	0.83		47.74	
N10-Rés-do-chão	N37-Rés-do-chão	5174.4		5.1	600.0	2.70		51.99	
N10-Rés-do-chão	N37-Rés-do-chão	5913.6		5.3	630.0	1.56	37.45	81.36	27.97
N10-Rés-do-chão	N37-Rés-do-chão	6652.8		4.7	710.0	1.54	37.45	75.40	33.92
N10-Rés-do-chão	N37-Rés-do-chão	7392.0		5.2	710.0	1.54	37.45	74.92	34.40
N10-Rés-do-chão	N37-Rés-do-chão	8131.2		5.7	710.0	1.51	37.45	74.34	34.98
N10-Rés-do-chão	N37-Rés-do-chão	8870.4		5.6	750.0	3.48	37.45	67.50	41.83
N10-Rés-do-chão	N37-Rés-do-chão	9609.6		6.0	750.0	2.22	37.45	63.88	45.44
N10-Rés-do-chão	N37-Rés-do-chão	10348.8		5.7	800.0	1.92	37.45	55.93	53.39
Abreviaturas utilizadas									
Q	<i>Caudal</i>			L	<i>Comprimento</i>				
w x h	<i>Dimensões (Largura x Altura)</i>			ΔP_1	<i>Perda de pressão</i>				
V	<i>Velocidade</i>			ΔP	<i>Perda de pressão acumulada</i>				
Φ	<i>Diâmetro equivalente.</i>			D	<i>Diferença de pressão relativamente ao difusor ou grelha mais desfavorável</i>				

Cálculo da instalação

AVAC Refeitório e cozinha Profissional Gambelas

Condutas									
Tramo		Q	w x h	V	Φ	L	ΔP_1	ΔP	D
Início	Final	(m ³ /h)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m)	(Pa)	(Pa)	(Pa)
N10-Rés-do-c hão	N37-Rés-do-chão	11088.0		6.1	800.0	5.51	37.45	55.18	54.15
N5-Cobertura	A2-Cobertura	11088.0		6.1	800.0	3.97		4.44	
N8-Cobertura	A16-Cobertura	11088.0		6.1	800.0	10.03		7.14	
A19-Cobertur a	N25-Cobertura	5072.0		5.7	560.0	4.65		5.43	
Abreviaturas utilizadas									
Q	<i>Caudal</i>			L	<i>Comprimento</i>				
w x h	<i>Dimensões (Largura x Altura)</i>			ΔP_1	<i>Perda de pressão</i>				
V	<i>Velocidade</i>			ΔP	<i>Perda de pressão acumulada</i>				
Φ	<i>Diâmetro equivalente.</i>			D	<i>Diferença de pressão relativamente ao difusor ou grelha mais desfavorável</i>				

Cálculo da instalação

AVAC Refeitório e cozinha Profissional Gambelas

2.- SISTEMAS DE CONDUÇÃO DE AR. DIFUSORES E GRELHAS

Difusores e grelhas									
Tipo	Φ (mm)	w x h (mm)	Q (m ³ /h)	A (cm ²)	X (m)	P (dB(A))	ΔP_1 (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
A15-Rés-do-chão: Grelha de impulsão		425x125	422.7	290.00	8.8	27.5	12.24	65.38	3.82
A13-Rés-do-chão: Grelha de impulsão		425x125	422.7	290.00	8.8	27.5	12.24	55.71	13.49
N13 -> N2, (21.03, 18.86), 3.70 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	51.66	50.59
N13 -> N2, (19.37, 18.86), 5.36 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	52.31	49.94
N13 -> N2, (17.67, 18.86), 7.06 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	60.02	42.23
N13 -> N2, (16.51, 20.03), 9.39 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	63.17	39.08
Abreviaturas utilizadas									
Φ	<i>Diâmetro</i>			P	<i>Potência sonora</i>				
w x h	<i>Dimensões (Largura x Altura)</i>			ΔP_1	<i>Perda de pressão</i>				
Q	<i>Caudal</i>			ΔP	<i>Perda de pressão acumulada</i>				
A	<i>Área efectiva</i>			D	<i>Diferença de pressão relativamente ao difusor ou grelha mais desfavorável</i>				
X	<i>Alcance</i>								

Cálculo da instalação

AVAC Refeitório e cozinha Profissional Gambelas

Difusores e grelhas									
Tipo	Φ (mm)	w x h (mm)	Q (m ³ /h)	A (cm ²)	X (m)	P (dB(A))	ΔP_1 (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
N13 -> N2, (14.71, 21.15), 12.30 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	72.96	29.30
N13 -> N2, (12.88, 21.15), 14.13 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	73.65	28.61
N13 -> N2, (10.84, 21.15), 16.17 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	74.28	27.98
N13 -> N2, (8.10, 18.84), 21.21 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	83.87	18.38
N38 -> N6, (24.68, 10.92), 1.30 m: Grelha de impulsão		425x125	422.7	290.00	8.8	27.5	12.24	23.89	45.30
N38 -> N6, (23.77, 9.73), 3.40 m: Grelha de impulsão		425x125	422.7	290.00	8.8	27.5	12.24	27.18	42.02
Abreviaturas utilizadas									
Φ	<i>Diâmetro</i>			P	<i>Potência sonora</i>				
w x h	<i>Dimensões (Largura x Altura)</i>			ΔP_1	<i>Perda de pressão</i>				
Q	<i>Caudal</i>			ΔP	<i>Perda de pressão acumulada</i>				
A	<i>Área efectiva</i>			D	<i>Diferença de pressão relativamente ao difusor ou grelha mais desfavorável</i>				
X	<i>Alcance</i>								

Cálculo da instalação

AVAC Refeitório e cozinha Profissional Gambelas

Difusores e grelhas									
Tipo	Φ (mm)	w x h (mm)	Q (m ³ /h)	A (cm ²)	X (m)	P (dB(A))	ΔP_1 (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
N38 -> N6, (22.81, 9.73), 4.36 m: Grelha de impulsão		425x125	422.7	290.00	8.8	27.5	12.24	34.67	34.53
N38 -> N6, (21.86, 9.73), 5.32 m: Grelha de impulsão		425x125	422.7	290.00	8.8	27.5	12.24	35.26	33.94
N2 -> N1, (8.10, 15.83), 1.70 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	93.32	8.94
N2 -> N1, (8.10, 14.71), 2.82 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	96.58	5.67
N2 -> N1, (8.10, 13.30), 4.23 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	99.06	3.20
N2 -> N1, (8.10, 11.76), 5.77 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	101.22	1.04
Abreviaturas utilizadas									
Φ	<i>Diâmetro</i>			P	<i>Potência sonora</i>				
w x h	<i>Dimensões (Largura x Altura)</i>			ΔP_1	<i>Perda de pressão</i>				
Q	<i>Caudal</i>			ΔP	<i>Perda de pressão acumulada</i>				
A	<i>Área efectiva</i>			D	<i>Diferença de pressão relativamente ao difusor ou grelha mais desfavorável</i>				
X	<i>Alcance</i>								

Cálculo da instalação

AVAC Refeitório e cozinha Profissional Gambelas

Difusores e grelhas									
Tipo	Φ (mm)	w x h (mm)	Q (m ³ /h)	A (cm ²)	X (m)	P (dB(A))	ΔP_1 (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
N2 -> N3, (6.82, 17.53), 1.28 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	97.67	4.58
N2 -> N3, (5.35, 17.53), 2.75 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	100.17	2.09
N2 -> N3, (4.00, 17.53), 4.10 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	102.26	0.00
N4 -> N10, (4.07, 7.73), 0.37 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	109.32	0.00
N4 -> N10, (5.59, 7.73), 1.90 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	107.17	2.16
N4 -> N10, (7.11, 7.73), 3.41 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	104.66	4.66
Abreviaturas utilizadas									
Φ	<i>Diâmetro</i>			P	<i>Potência sonora</i>				
w x h	<i>Dimensões (Largura x Altura)</i>			ΔP_1	<i>Perda de pressão</i>				
Q	<i>Caudal</i>			ΔP	<i>Perda de pressão acumulada</i>				
A	<i>Área efectiva</i>			D	<i>Diferença de pressão relativamente ao difusor ou grelha mais desfavorável</i>				
X	<i>Alcance</i>								

Cálculo da instalação

AVAC Refeitório e cozinha Profissional Gambelas

Difusores e grelhas									
Tipo	Φ (mm)	w x h (mm)	Q (m ³ /h)	A (cm ²)	X (m)	P (dB(A))	ΔP_1 (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
N4 -> N10, (8.46, 7.73), 4.76 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	101.31	8.02
N4 -> N10, (10.92, 7.73), 7.22 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	97.05	12.28
N4 -> N10, (13.09, 7.73), 9.39 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	96.32	13.00
N4 -> N10, (15.27, 7.73), 11.57 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	90.56	18.76
N6 -> N5, (19.19, 9.73), 1.76 m: Grelha de impulsão		425x125	422.7	290.00	8.8	27.5	12.24	38.31	30.89
N6 -> N8, (20.95, 10.86), 1.13 m: Grelha de impulsão		425x125	422.7	290.00	8.8	27.5	12.24	49.85	19.35
Abreviaturas utilizadas									
Φ	<i>Diâmetro</i>				P	<i>Potência sonora</i>			
w x h	<i>Dimensões (Largura x Altura)</i>				ΔP_1	<i>Perda de pressão</i>			
Q	<i>Caudal</i>				ΔP	<i>Perda de pressão acumulada</i>			
A	<i>Área efectiva</i>				D	<i>Diferença de pressão relativamente ao difusor ou grelha mais desfavorável</i>			
X	<i>Alcance</i>								

Cálculo da instalação

AVAC Refeitório e cozinha Profissional Gambelas

Difusores e grelhas									
Tipo	Φ (mm)	w x h (mm)	Q (m ³ /h)	A (cm ²)	X (m)	P (dB(A))	ΔP_1 (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
N7 -> N12, (20.95, 14.88), 1.17 m: Grelha de impulsão		425x125	422.7	290.00	8.8	27.5	12.24	60.49	8.71
N7 -> N12, (22.66, 15.99), 3.99 m: Grelha de impulsão		425x125	422.7	290.00	8.8	27.5	12.24	66.72	2.48
N7 -> N12, (24.19, 15.99), 5.52 m: Grelha de impulsão		425x125	422.7	290.00	8.8	27.5	12.24	69.20	0.00
N8 -> N7, (20.95, 12.89), 0.95 m: Grelha de impulsão		425x125	422.7	290.00	8.8	27.5	12.24	55.10	14.10
N10 -> N37, (16.77, 9.23), 2.70 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	81.36	27.97
N10 -> N37, (16.77, 10.79), 4.26 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	75.40	33.92
Abreviaturas utilizadas									
Φ	<i>Diâmetro</i>			P	<i>Potência sonora</i>				
w x h	<i>Dimensões (Largura x Altura)</i>			ΔP_1	<i>Perda de pressão</i>				
Q	<i>Caudal</i>			ΔP	<i>Perda de pressão acumulada</i>				
A	<i>Área efectiva</i>			D	<i>Diferença de pressão relativamente ao difusor ou grelha mais desfavorável</i>				
X	<i>Alcance</i>								

Cálculo da instalação

AVAC Refeitório e cozinha Profissional Gambelas

Difusores e grelhas									
Tipo	Φ (mm)	w x h (mm)	Q (m ³ /h)	A (cm ²)	X (m)	P (dB(A))	ΔP_1 (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
N10 -> N37, (16.77, 12.33), 5.80 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	74.92	34.40
N10 -> N37, (16.77, 13.87), 7.34 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	74.34	34.98
N10 -> N37, (16.77, 15.39), 8.85 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	67.50	41.83
N10 -> N37, (18.38, 17.26), 12.33 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	63.88	45.44
N10 -> N37, (20.59, 17.26), 14.55 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	55.93	53.39
N10 -> N37, (22.52, 17.26), 16.47 m: Grelha de impulsão		425x125	739.2	290.00	15.3	44.5	37.45	55.18	54.15
Abreviaturas utilizadas									
Φ	<i>Diâmetro</i>			P	<i>Potência sonora</i>				
w x h	<i>Dimensões (Largura x Altura)</i>			ΔP_1	<i>Perda de pressão</i>				
Q	<i>Caudal</i>			ΔP	<i>Perda de pressão acumulada</i>				
A	<i>Área efectiva</i>			D	<i>Diferença de pressão relativamente ao difusor ou grelha mais desfavorável</i>				
X	<i>Alcance</i>								

7.5 ANEXO 5 – REDE DE CONDUTAS DE EXAUSTÃO DAS HOTES

Anexo 5 - Rede de condutas de exaustão Hote 1 e 3

Dimensionamento de condutas de desenfumagem

SISTEMAS DE CONDUÇÃO DE AR. CONDUTAS

Condutas									
Tramo		Q (m ³ /h)	w x h (mm)	V (m/s)	Φ (mm)	L (m)	ΔP ₁ (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
Início	Final								
N46-Rés-do-chão	N47-Rés-do-chão	5544.0		5.4	600.0	1.28	26.61	50.02	5.23
N47-Rés-do-chão	N18-Cobertura	5544.0		5.4	600.0	0.30		20.49	
N14-Cobertura	N22-Cobertura	5544.0		5.4	600.0	9.96		14.87	
N18-Cobertura	N22-Cobertura	5544.0		5.4	600.0	2.57		18.05	
N22-Cobertura	A17-Cobertura	11088.0		3.9	1000.0	5.66		1.93	
105									
Abreviaturas utilizadas									
Q	<i>Caudal</i>			L	<i>Comprimento</i>				
w x h	<i>Dimensões (Largura x Altura)</i>			ΔP ₁	<i>Perda de pressão</i>				
V	<i>Velocidade</i>			ΔP	<i>Perda de pressão acumulada</i>				
Φ	<i>Diâmetro equivalente.</i>			D	<i>Diferença de pressão relativamente ao difusor ou grelha mais desfavorável</i>				

Anexo 5 - Rede de condutas de exaustão Hote 2

Dimensionamento de condutas de desenfumagem

SISTEMAS DE CONDUÇÃO DE AR. CONDUTAS

Condutas									
Tramo		Q (m ³ /h)	w x h (mm)	V (m/s)	Φ (mm)	L (m)	ΔP ₁ (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
Início	Final								
N42-Rés-do-chão	N43-Rés-do-chão	11088.0		3.9	1000.0	1.45	38.32	45.10	0.77
N43-Rés-do-chão	N16-Cobertura	11088.0		3.9	1000.0	0.30		5.47	
N16-Cobertura	A18-Cobertura	11088.0		3.9	1000.0	14.59		4.33	
								54.9	
Abreviaturas utilizadas									
Q	<i>Caudal</i>			L	<i>Comprimento</i>				
w x h	<i>Dimensões (Largura x Altura)</i>			ΔP ₁	<i>Perda de pressão</i>				
V	<i>Velocidade</i>			ΔP	<i>Perda de pressão acumulada</i>				
Φ	<i>Diâmetro equivalente.</i>			D	<i>Diferença de pressão relativamente ao difusor ou grelha mais desfavorável</i>				

Anexo 5 - Rede de condutas de exaustão Hote 4 e 5

Dimensionamento de condutas de desenfumagem

SISTEMAS DE CONDUÇÃO DE AR. CONDUTAS

Condutas									
Tramo		Q (m ³ /h)	w x h (mm)	V (m/s)	Φ (mm)	L (m)	ΔP ₁ (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
Início	Final								
N50-Rés-do-chão	N51-Rés-do-chão	3500.0		5.0	500.0	0.89	8.12	52.48	6.80
N51-Rés-do-chão	N23-Cobertura	3500.0		5.0	500.0	0.30		41.81	
N54-Rés-do-chão	N55-Rés-do-chão	3500.0		5.0	500.0	0.63	8.12	58.84	0.45
N55-Rés-do-chão	N20-Cobertura	3500.0		5.0	500.0	0.30		48.30	
N23-Cobertura	N12-Cobertura	3500.0		5.0	500.0	4.39		39.56	
N12-Cobertura	N20-Cobertura	3500.0		5.0	500.0	1.35		46.06	
N12-Cobertura	A14-Cobertura	7000.0		6.2	630.0	3.01		37.24	
A15-Cobertura	A14-Cobertura	7000.0		6.2	630.0	0.78	32.00	32.48	
357									
Abreviaturas utilizadas									
Q	<i>Caudal</i>			L	<i>Comprimento</i>				
w x h	<i>Dimensões (Largura x Altura)</i>			ΔP ₁	<i>Perda de pressão</i>				
V	<i>Velocidade</i>			ΔP	<i>Perda de pressão acumulada</i>				
Φ	<i>Diâmetro equivalente.</i>			D	<i>Diferença de pressão relativamente ao difusor ou grelha mais desfavorável</i>				

7.6 ANEXO 6 – REDE DE CONDUTAS DE INDUÇÃO DAS HOTES

Anexo 6 - Rede de condutas de indução H1 e H3

Dimensionamento de condutas de indução

SISTEMAS DE CONDUÇÃO DE AR. CONDUTAS

Condutas									
Tramo		Q (m ³ /h)	w x h (mm)	V (m/s)	Φ (mm)	L (m)	ΔP ₁ (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
Início	Final								
N41-Rés-do-chão	N15-Cobertura	1530.0		6.0	300.0	0.55		27.28	
N15-Cobertura	A8-Cobertura	1530.0		6.0	300.0	4.04		18.80	
									46.8
Abreviaturas utilizadas									
Q	<i>Caudal</i>			L	<i>Comprimento</i>				
w x h	<i>Dimensões (Largura x Altura)</i>			ΔP ₁	<i>Perda de pressão</i>				
V	<i>Velocidade</i>			ΔP	<i>Perda de pressão acumulada</i>				
Φ	<i>Diâmetro equivalente.</i>			D	<i>Diferença de pressão relativamente ao difusor ou grelha mais desfavorável</i>				

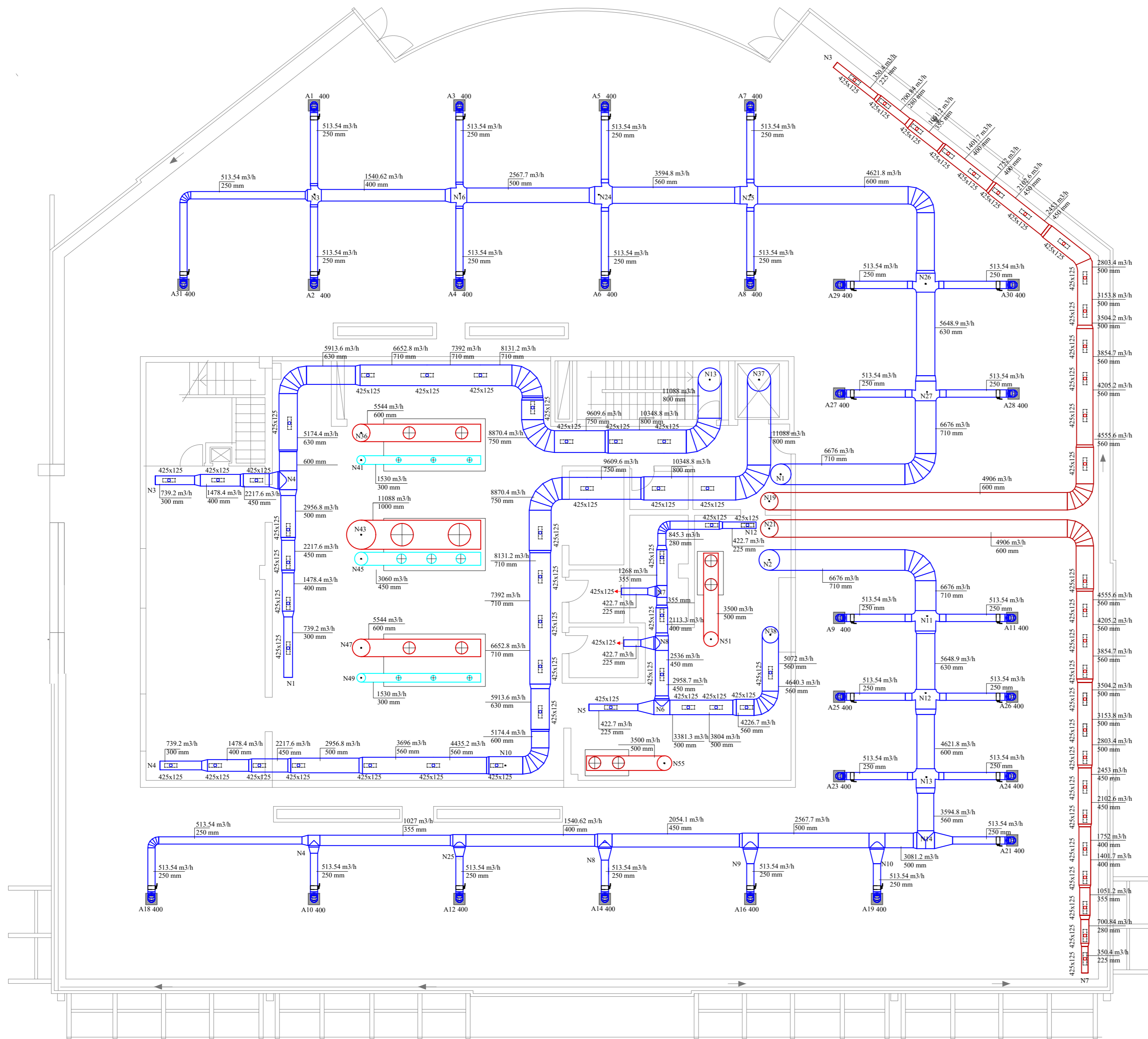
Anexo 6 - Rede de condutas indução hote H2

Dimensionamento de condutas de indução

SISTEMAS DE CONDUÇÃO DE AR. CONDUTAS

Condutas									
Tramo		Q (m ³ /h)	w x h (mm)	V (m/s)	Φ (mm)	L (m)	ΔP ₁ (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
Início	Final								
N45-Rés-do-chão	N17-Cobertura	3060.0		5.3	450.0	0.60		18.89	
N17-Cobertura	A12-Cobertura	3060.0		5.3	450.0	2.43		13.41	
									33
Abreviaturas utilizadas									
Q	<i>Caudal</i>			L	<i>Comprimento</i>				
w x h	<i>Dimensões (Largura x Altura)</i>			ΔP ₁	<i>Perda de pressão</i>				
V	<i>Velocidade</i>			ΔP	<i>Perda de pressão acumulada</i>				
Φ	<i>Diâmetro equivalente.</i>			D	<i>Diferença de pressão relativamente ao difusor ou grelha mais desfavorável</i>				

7.7 ANEXO 7 – PEÇA DESENHADA DO PROJETO



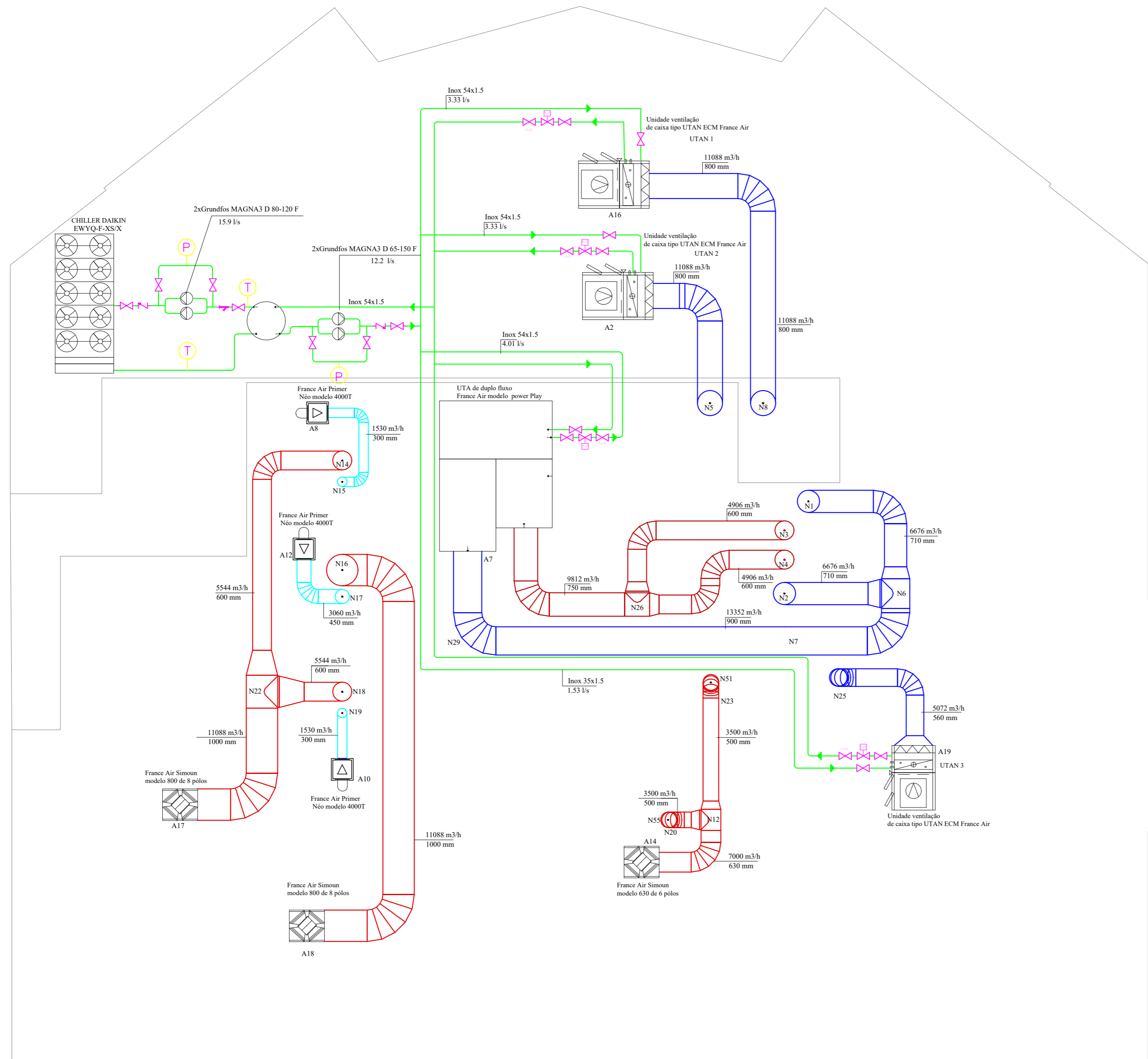
	CHILLER DAIKIN EWYQ-F-XS/XL
	Rede de condutas de insufl
	UTAN ECM FRANCE AIR
	Grelha de insuflação Trox
	Registro manual de caudal
	Ventilador de extração France Air
	Rede de condutas de indução
	Rede de condutas de extração
	Ventilador de indução France Air
	Hotte

	A 400	Difusor quadrada Trox
		Rede de condutas de insufl
		Rede de condutas de retorno
		UTA duplo fluxo FRANCE AIR
		Grelha de retorno Trox
N...		Identificação de traços de condutas
A...		

Projeto AVAC Refeitório Gambelas_Refeitório
 AVAC Refeitório e cozinha Profissional Gambelas
 Escala: 1:100

Projecto: Projeto AVAC Refeitório Gambelas_Refeitório		ANEXO 1
Local: Campus de Gambelas		
Desenho: 1	Descrição: Rede de Condutas do Refeitório Rês-do-chão	
Autor: Aulânio Furtado		Orientador: Prof. João Lopes





	CHILLER DAIKIN EWYQ-F-XS/XL
	Rede de condutas de insufl
	UTAN ECM FRANCE AIR
	Grelha de insuflação Trox
	Registro manual de caudal
	Ventilador de extração France Air
	Rede de condutas de indução
	Rede de condutas de extração
	Ventilador de indução France Air
	Hotte
	Depósito de inércia
	Bomba circuladora de água

	Rede de tubagem de água
	Difusor quadrada Trox
	Rede de condutas de insufl
	Rede de condutas de retorno
	UTA duplo fluxo FRANCE AIR
	Grelha de retorno Trox
N..	Identificação de troços de condutas
A..	Identificação de troços de condutas

Projeto AVAC Refeitório Gambelas_Refeitório
 AVAC Refeitório e cozinha Profissional Gambelas
 Escala: 1:100

ACCESSORIES

SYMBOL	ABREVIATION	DESCRIPTION
	-	GLOBE VALVE
	-	GATE VALVE
	-	GATE VALVE (NORMALLY CLOSE)
	-	BALL VALVE
	-	MULTIFUNCTION DISCHARGE VALVE
	-	CHECK VALVE
	-	BALANCING VALVE
	-	TWO WAYS MOTORIZED CONTROL VALVE
	-	TWO WAYS CONTROL VALVE (MODULANTING)
	-	THREE WAYS CONTROL VALVE (MODULANTING)
	-	THREE WAYS MOTORIZED CONTROL VALVE
	-	Y STRAINER
	-	FLEXIBLE CONNECTOR
	-	PRESSURE GAUGE
	-	THERMOMETER
	-	AUTOMATIC AIR VENT
	-	AIR PURGE
	-	WATER DRAIN VALVE
	-	SAFETY VALVE
	-	EXPANSION TANK
	-	AIR SEPARATOR

Projecto: Projeto AVAC Refeitório Gambelas		ANEXO 1
Local: Campus de Gambelas		
Desenho:	Descrição: Rede de Condutas do Refeitório Cobertura	
Autor: Aulânio Furtado	Orientador: Prof. João Lopes	



REFERÊNCIAS

- [1] Matos J., *Qualidade do Ar em Espaços Interiores*. 2010. Acedido: 30 de Maio de 2023. [Em linha]. Disponível em: https://webstorage.cienciaviva.pt/public/pt.cienciaviva.www/divulgacao/Manual_QAI_APA_Maio2010.pdf
- [2] W. Grondzik *et al.*, «Air-Conditioning System Design manual», 2007. Acedido: 6 de Junho de 2023. [Em linha]. Disponível em: www.EngineeringBooksPDF.com
- [3] France Air, «Unidades de Tratamento de ar duplo fluxo compactas com circuito frigorífico integrado», 2023. Acedido: 7 de Junho de 2023. [Em linha]. Disponível em: www.guia.france-air.pt
- [4] BS EN 779, *Particulate air filters for general ventilation — Determination of the filtration performance*. 2012. Acedido: 6 de Junho de 2023. [Em linha]. Disponível em: <https://fresh-air.moscow/wa-data/public/site/gost/201432791745771.pdf>
- [5] DAIKIN, «Catálogo comercial», 2020.
- [6] DAIKIN, «New rooftop series», 2023. Acedido: 7 de Junho de 2023. [Em linha]. Disponível em: https://www.daikin.eu/content/dam/document-library/catalogues/ac/rooftop/UATYQ-A-series_Rooftop_Product%20profile_ECPEN18-117_English.pdf
- [7] M. R. Miller, *Air Conditioning and Refrigeration*. 2006. Acedido: 6 de Junho de 2023. [Em linha]. Disponível em: <https://www.arma.org.au/wp-content/uploads/2017/03/Air-Conditioning-and-Refrigeration-Rex-Millar-Mark-Miller.pdf>
- [8] DAIKIN, «Air cooled multi-scroll heat pump, high efficiency, standard/low sound», 2023. Acedido: 7 de Junho de 2023. [Em linha]. Disponível em: https://www.daikin.pt/content/dam/document-library/catalogues/as/air-cooled-chiller/ewyq-f-xl/EWYQ-F-XS_XL%20Product%20flyer_ECPEN15-424_5_Product%20Catalogues_English.pdf
- [9] V. Monteiro, *Ventilação na Restauração e Hotelaria*. 2016.
- [10] Qualidade I.P., *NP 1037-4-pdf-free*. 2001. Acedido: 6 de Junho de 2023. [Em linha]. Disponível em: <https://toaz.info/doc-view-2>

- [11] France Air, «Clean Light®», 2023. Acedido: 7 de Junho de 2023. [Em linha]. Disponível em: www.guia.france-air.pt
- [12] RSECE, *Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações*. 2006. Acedido: 6 de Junho de 2023. [Em linha]. Disponível em: <https://files.dre.pt/1s/2006/04/067a00/24162468.pdf>
- [13] Kashif nawaz, Charles S. Barnaby, e et all, *ASHRAE Fundamentals*. 2017. Acedido: 6 de Junho de 2023. [Em linha]. Disponível em: <https://www.coursehero.com/file/69161905/ASHRAE-2017-Handbook-Fundamentals-1pdf/>
- [14] TROX, «Difusores de techo». Acedido: 22 de Junho de 2023. [Em linha]. Disponível em: http://documentacao.geradordeprecos.info/documentaciontecnica/trox/trox_dlq_adlq_pdf.pdf
- [15] TROX, «Rejillas Series TRS-K · TRS-R · TRSE-R 1/3/SP/4 2 Contenido · Descripción». Acedido: 22 de Junho de 2023. [Em linha]. Disponível em: http://trox.geradordeprecos.info/trox_trs_k_r_pdf/?CYPE:cypecad_mep
- [16] France Air, «Mooréa® Four». Acedido: 22 de Junho de 2023. [Em linha]. Disponível em: www.guia.france-air.pt
- [17] France Air, «Mooréa® Statique», 2022. Acedido: 7 de Junho de 2023. [Em linha]. Disponível em: www.guia.france-air.pt
- [18] France Air, «Simoun® F400 ECM», 2022. Acedido: 7 de Junho de 2023. [Em linha]. Disponível em: www.guia.france-air.pt
- [19] France Air, «Caixa de Ventilação Prime Néó», 2022. Acedido: 8 de Junho de 2023. [Em linha]. Disponível em: <https://www.guia.france-air.pt/>
- [20] France Air, «Modulys® ECM», 2023. Acedido: 25 de Junho de 2023. [Em linha]. Disponível em: www.guia.france-air.pt
- [21] Grundfos, «MAGNA3 D 80-120 F». Acedido: 27 de Junho de 2023. [Em linha]. Disponível em: https://product-selection.grundfos.com/content/grundfos/pt/pt/templates/product-pages/variant-page.print-getpdf.ticketresults.pdf?jobid=05b12674-bfcf-476c-8e99-b1724a613395&documentName=97924515_MAGNA3_D_80120_F
- [22] Grundfos, «MAGNA3 D 65-150 F», 2023. Acedido: 28 de Junho de 2023. [Em linha]. Disponível em: <https://product-selection.grundfos.com/content/grundfos/pt/pt/templates/product-pages/variant->

-
- page.print-getpdf.ticketresults.pdf?jobid=4056ed84-e165-49f4-bb23-543c28f90e31&documentName=97924494_MAGNA3_D_65150_F_
- [23] Maugard Alain, «Régles de l'art grenelle environnement», 2012. Acedido: 29 de Junho de 2023. [Em linha]. Disponível em: www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr
- [24] lumelco, «3 Soluciones Calefacción y ACS lumelco», 2022.