

Projeto de Cozinhas Profissionais
Instalações Técnicas de Ventilação, Refrigeração
e Definição de Layout

Relatório de estágio apresentado para a obtenção do grau de Mestre em
Instalações e Equipamentos em Edifícios

Autor
Diogo Filipe Pinto Gonçalves

Orientador
Doutor Avelino Virgílio Fernandes Monteiro de Oliveira
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Coimbra, Julho 2012

“Não basta saber; é preciso aplicar aquilo que se sabe.”
Goethe

AGRADECIMENTOS

Este trabalho só foi possível com o apoio e colaboração de inúmeras pessoas, a quem quero agradecer, das quais destaco o Doutor Virgílio Monteiro pela orientação do estágio realizado e o Arquiteto Pedro Leal pela supervisão técnica, orientação na empresa e pela compreensão e disponibilidade demonstrada, pelo esforço desenvolvido e por todos os ensinamentos relativos ao mundo da hotelaria que em muito contribuíram para a minha formação.

Agradeço ao Engenheiro Fernando e ao Sr. Joaquim Tavares na atual direção de produção e acompanhamento de obra, pelos meios proporcionados ao desenvolvimento das minhas competências e queria igualmente agradecer sem exceção a todos os colaboradores da Aveirotel pela atenção e simpatia com que me receberam.

Manifesto especiais agradecimentos aos Engenheiros Jorge Pinto da Soler&Palau, Alcides Vieira da AVEGAC e aos Srs. Belarmino Silva, Jorge Mendes e Paulo Carvalho pela partilha de informação, pela disponibilidade, pelo espírito de equipa e colaboração técnica que demonstraram, pois esse apoio foi imprescindível para a execução deste trabalho.

Para terminar, um grande agradecimento aos meus pais, amigos e restantes familiares pelo apoio incondicional, que permitiram criar condições à realização deste trabalho.

A todos um bem-haja.

RESUMO

No âmbito do estágio integrante do Mestrado em Instalações e Equipamentos em Edifícios, do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, foi desenvolvido um trabalho na área das instalações de equipamentos hoteleiros.

Este trabalho tem como base o estudo e projeto de instalações de hotelaria, que são de vital importância para o bom funcionamento dos estabelecimentos de restauração e bebidas.

O estudo apresentado incide nomeadamente em instalações de ventilação mecânica, refrigeração comercial, layout de cozinhas profissionais, uma vez que estes devem de ser alvo de estudo prévio antes da instalação.

Estes estudos prévios são apresentados sob o ponto de vista teórico, através de critérios de cálculo e dimensionamento seguidos de contexto integrante prático.

A grande dificuldade surge quando entram em jogo aspetos arquitetónicos, técnicos e financeiros. A interação harmoniosa destes fatores é o fundamento deste documento.

Palavras-chave:

Ventilação, Refrigeração e Layout

ABSTRACT

Under the integral stage of the Mestrado em Instalações e Equipamento em Edifícios, of Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, a work was developed in the area of large catering equipment.

This work is based on the study and project of hotel industry facilities, that are of vital importance for the proper functioning of the food and beverage establishments.

The present study focuses particularly on mechanical ventilation systems, commercial refrigeration, professional kitchens layout, since these must be subject of study before the previous installation.

These previous studies are presented under the theoretical point of view, through calculation and dimensioning criteria followed by an integral practical context.

The difficulty arises when we come into play the architectural, technical and financial aspects. The harmonious interaction of these factors is the foundation of this document.

Keywords:

Ventilation, Refrigeration and Layout

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
NOMENCLATURA	x
INTRODUÇÃO	1
OBJETIVOS	2
A EMPRESA	3
ENQUADRAMENTO DO ESTÁGIO	4
1. EXAUSTÕES E COMPENSAÇÕES	5
1.1 Introdução	5
1.2 Tipos de hote	5
1.3 Dimensionamento do sistema de exaustão	7
1.3.1 Caudal de exaustão	8
1.3.2 Dimensões das condutas	11
1.3.3 Filtragem	12
1.3.4 Perda de carga	14
1.3.5 Seleção do ventilador	15
1.4 Dimensionamento do sistema de compensação	17
1.4.1 Caudal de insuflação	18
1.4.2 Velocidade de escoamento	19
1.4.3 Perdas de carga	19
1.4.4 Filtragem	19
1.4.5 Seleção de condutas	20
1.4.6 Seleção de unidade de insuflação	20
1.5 Conclusão	22
2. RENOVAÇÕES DE AR EM SALAS OCUPADAS	23
2.1 Introdução	23
2.2 Tipos de ventilação	23
2.3 Locais de captação	25
2.4 Caudais de exaustão/insuflação	26
2.5 Associação de sistemas de aproveitamento térmico	27
2.6 Salas de Fumadores	29
2.6.1 Dimensionamento de caudal de insuflação	30
2.6.2 Dimensionamento de caudal de exaustão	30
2.7 Exaustão WC	31
2.7.1 Dimensionamento do caudal de exaustão WC	32
2.8 Conclusão	34
3. CÂMARAS FRIGORÍFICAS	35

3.1	Introdução	35
3.2	Tipos de câmaras frigoríficas	35
3.3	Caracterização das câmaras frigoríficas	36
3.4	Balanço térmico	37
3.4.1	Perdas por isolamento	38
3.4.2	Perdas por renovação de ar	39
3.4.3	Perdas por arrefecimento do produto	40
3.4.4	Perdas por respiração do produto	40
3.4.5	Perdas por arrefecimento de embalagens	41
3.4.6	Perdas por estiva e entrada de pessoas	42
3.4.7	Perdas por iluminação	42
3.5	Pré dimensionamento do Evaporador	43
3.6	Balanço térmico final	44
3.7	Conclusão	45
4.	LAYOUT DE EQUIPAMENTOS HOTELEIROS	46
4.1	Introdução	46
4.2	Definição do layout de cozinha	46
4.3	Planeamento interno de uma cozinha	48
4.3.1	Zonas de uma cozinha	48
4.4	Planta técnica	51
4.4.1	Simbologia de planta técnica	52
4.5	Conclusão	53
5.	CASOS CONCRETOS	54
5.1	Introdução	54
5.2	Caso de aplicação: ventilação em sala de fumadores	54
5.2.1	Considerações iniciais	54
5.2.2	Dimensionamentos	55
5.2.3	Peças desenhadas	57
5.3	Caso de aplicação: exaustões em padaria pastelaria	57
5.3.1	Considerações de dimensionamento de exaustões para hotes 1 e 2	59
5.3.2	Considerações de dimensionamento para exaustão sala de público	64
5.3.3	Consideração de dimensionamento do sistema de exaustão para sanitários	66
5.4	Caso de aplicação: restaurante	68
5.4.1	Considerações para a criação do layout	68
5.4.2	Considerações para o dimensionamento de exaustões para hotes	69
5.4.3	Considerações para o dimensionamento da câmara frigorífica	72
5.5	Conclusão	75
	CONCLUSÃO	76
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1- DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DE HOTES	6
FIGURA 1.2- COTAS DE REFERÊNCIA PARA INSTALAÇÃO DAS HOTES.....	8
FIGURA 1.3- PLUMAS TÉRMICAS: À ESQUERDA PLUMA ALTERADA, À DIREITA PLUMA CORRETAMENTE ENCAMINHADA	9
FIGURA 1.4- CONDUTA RETANGULAR À ESQUERDA, TUBO “SPIRO” À DIREITA	12
FIGURA 1.5- FUNCIONAMENTO DE FILTRO ELECTROESTÁTICO	13
FIGURA 1.6- FILTRO INERCIAL	13
FIGURA 1.7- FILTRO DE MALHA METÁLICA	14
FIGURA 1.8- CURVA CARACTERÍSTICA DE UM VENTILADOR	16
FIGURA 1.9- DIFERENTES VENTILADORES DE COBERTURA	17
FIGURA 1.10- HOTE PARIETAL COM COMPENSAÇÃO.....	18
FIGURA 1.11- ESQUEMA DA INSTALAÇÃO DE SISTEMA DE EXAUSTÃO COM COMPENSAÇÃO ..	21
FIGURA 2.1- DIFERENTES TIPOS DE VENTILAÇÕES.....	24
FIGURA 2.2- LOCALIZAÇÃO DE CAPTAÇÕES DE AR.....	26
FIGURA 2.3- DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DOS RECUPERADORES DE CALOR	28
FIGURA 2.4- GRÁFICO DE EFICIÊNCIA DOS RECUPERADORES DE CALOR	29
FIGURA 2.5- EXEMPLO DE VENTILAÇÃO EM WC	32
FIGURA 2.6- GRELHA DE PORTA DE WC.....	32
FIGURA 2.7- ESQUEMA DE EXAUSTÃO WC.....	34
FIGURA 3.1- EXEMPLO DE CÂMARA FRIGORÍFICA DE PAINÉIS	36
FIGURA 3.2- BALANÇO TÉRMICO DE UMA CÂMARA FRIGORÍFICA	37
FIGURA 4.1- DIAGRAMA SEMPRE EM FRENTE	47
FIGURA 4.2- ZONA DE PREPARAÇÃO	49
FIGURA 4.3- ZONA DE CONFEÇÃO	49
FIGURA 4.4- DIAGRAMA DE CRUZAMENTOS NO INTERIOR DE UMA COZINHA.....	51
FIGURA 4.5- EXEMPLO DE MARCAÇÃO TÉCNICA DE CAFETARIA.....	52
FIGURA 4.6- LEGENDA DE PLANTA TÉCNICA	52
FIGURA 5.1- CURVAS CARACTERÍSTICAS DO VENTILADOR DE INSUFLAÇÃO DA SALA DE FUMADORES	56
FIGURA 5.2- CURVAS CARACTERÍSTICAS DO VENTILADOR DE EXAUSTÃO DA SALA DE FUMADORES	57
FIGURA 5.3- REDE ÚNICA DE EXAUSTÕES	58
FIGURA 5.4- ESQUEMA DE INTERLIGAÇÃO DE HOTES	60
FIGURA 5.5- CURVAS CARACTERÍSTICAS DO VENTILADOR DE EXAUSTÃO DAS HOTES 1 E 2 ..	62
FIGURA 5.5- CURVA DO VENTILADOR DE EXAUSTÃO DA HOTE 3	63
FIGURA 5.6- EXAUSTÃO DE BALCÃO EM OBRA	65
FIGURA 5.7- CURVAS CARACTERÍSTICAS DO VENTILADOR DA EXAUSTÃO DO BALCÃO	66

FIGURA 5.8- CURVAS CARACTERÍSTICAS DOS VENTILADORES DE EXAUSTÃO DOS SANITÁRIOS	67
FIGURA 5.9- CURVAS CARACTERÍSTICAS DOS VENTILADORES DE EXAUSTÃO DAS HOTES 1 E 2	71
FIGURA 5.10- CURVAS CARACTERÍSTICAS DO VENTILADOR DE INSUFLAÇÃO PARA COMPENSAÇÃO DAS HOTES 1 E 2	72
FIGURA 5.11- ESQUEMA DE MONTAGEM DO EQUIPAMENTO DE REFRIGERAÇÃO	75

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1.1- VELOCIDADE DE CAPTAÇÃO	9
TABELA 1.2- VELOCIDADES NO INTERIOR DAS CONDUTA.....	19
TABELA 1.3- ASSOCIAÇÃO DE FILTROS PARA UNIDADES DE TRATAMENTO DE AR	20
TABELA 2.1- CAUDAIS DE AR NOVO	27
TABELA 2.2- NÚMERO DE RENOVAÇÕES HORÁRIAS PARA WC	33
TABELA 3.1- BALANÇO TÉRMICO FINAL.....	44
TABELA 5.1- CAUDAL DE RENOVAÇÃO DE AR	64
TABELA 5.2- BALANÇO TÉRMICO GERAL	73
TABELA 5.3- PERDAS NO EVAPORADOR	74

NOMENCLATURA

Abreviaturas

NP - Norma Portuguesa

IP - Índice de proteção

RCCTE - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

RSECE - Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios

AVAC - Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

DGS - Direção Geral de Saúde

WC - Sanitários

HACCP - *Hazard Analysis Critical Control Points*

ASRAE - *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*

Letras/Símbolos e unidades

Q_{e_h}	Caudal total de exaustão da hote [m^3/h]
v_c	Velocidade de captação [m/s]
P	Somatório da medida das faces livres da hote [m]
h	Altura da hote relativamente ao plano de cocção [m]
Pa	Pascal
m	Metro
P_c	Perda de carga na tubagem [Pa]
d	Distância [m]
$P_{c,m}$	Perda de carga por metro de tubagem [Pa/m]
P_e	Perdas por elevação [Pa]
F_c	Fator de correção [adimensional]
Q_{i_h}	Caudal de insuflação da hote [m^3/h]
FM_h	Fator multiplicativo da hote [%]
N	Número de ocupantes [adimensional]
CP	Classe de pressão PC1 [adimensional]
η_V	Eficiência da ventilação [adimensional]
FM_f	Fator multiplicativo da sala de fumadores
$Q_{e_{WC}}$	Caudal de Exaustão [m^3/h]
V	Volume da WC [m^3]

$\frac{NR}{h}$	Numero de Renovações por Hora [adimensional]
P_{isol}	Perdas por isolamento [kcal/hora]
C	Comprimento [m]
L	Largura [m]
k	Coefficiente de transmissão térmica [kcal/h.m°C]
ΔT	Variação de Temperatura [°C]
nh	Número de horas [horas]
P_{Ren}	Perdas por renovação de ar [kcal/h]
$\frac{Q_{Ar}}{24h}$	Caudal de ar por 24h [$m^3/24h$]
$E_{Q_{Ar}}$	Energia do caudal do ar [kcal/ m^3]
E_{prod}	Energia do produto [kcal/kg]
P_{prod}	Massa do produto [kg]
D_c	Massa específica da carga [kg/ m^3]
FM_p	Fator multiplicativo do produto [adimensional]
$P_{arref_{emb}}$	Perdas por arrefecimento de embalagem [kcal/h]
E_{emb}	Energia por unidade de massa de embalagem [kcal/kg]
P_{resp}	Perdas por respiração do produto [kcal/h]
P_{ton}	Peso do produto [toneladas]
$\frac{E_{ton}}{24h}$	Energia do produto em 24h [kcal/ton.24h]
$P_{arref_{emb}}$	Perdas por arrefecimento de embalagem [kcal/h]
E_{emb}	Energia por peso de embalagem [kcal/kg]
P_{est}	Perdas por estiva e entrada de pessoas [kcal/h]
$Quant.$	Quantidade de pessoas ou máquinas [adimensional]
C_d	Calor dissipado [kcal/h]
P_{ilum}	Perdas por iluminação [kcal/h]
P_{lum}	Potência da luminária [kW]
FC	Fator de conversão [adimensional]
Pot_{evap}	Potência do evaporador [kcal/h]
P_{evap}	Perdas do evaporador [kcal/h]
$Pot_{mot+res}$	Potência dos motores e resistências do evaporador [kW]

dB	Decibel
Q_{i_f}	Caudal de insuflação de sala de fumadores [m ³ /h]
Q_{e_f}	Caudal de exaustão de sala de fumadores [m ³ /h]

INTRODUÇÃO

A indústria da hotelaria tem vindo a sofrer um crescimento bastante acentuado ao longo das últimas duas décadas.

Associado a este crescimento está a evolução da sociedade, que não só por motivos profissionais, de lazer, bem como pela procura de uma experiência diferente, usufruem de restaurantes e hotéis.

Empresas de venda e instalação de equipamentos hoteleiros, tal como outras aliadas ao sector da alimentação, conseguiram com isto meios de auto-sustentabilidade.

Contudo, a constante mudança de necessidades internas da indústria alimentar, obriga a que empresas como a Aveirotel estejam em permanente adaptação ao mercado do sector.

A “engenharia hoteleira”, surge como um auxílio para as empresas a laborar nesta área, originando estudos prévios em determinadas matérias. Nestes estudos enquadram-se questões que não tinham importância há alguns anos, como a qualidade do ar interior, térmica, acústica e sobretudo estudos de contexto energético.

Numa cozinha profissional qualquer hipótese de melhoria deve ser um ponto a estudar e a considerar, uma vez que determinadas mudanças que podem servir para aperfeiçoar um sistema, e indiretamente poderão estar a criar condições de progresso para outro.

OBJETIVOS

O presente documento, relata o estágio do aluno do Mestrado em Instalações e Equipamentos em Edifícios lecionado pelo Instituto Superior de Engenharia de Coimbra e alcançou vários objetivos, dos quais se destacam o enquadramento com projetos e obras da especialidade.

Face ao vasto leque de abrangência do ramo da hotelaria, optou-se por criar uma dedicação mais profunda na área da ventilação mecânica, refrigeração comercial e layout de equipamentos hoteleiros.

Na área das ventilações mecânicas pretende-se mostrar através de uma componente teórica todas as considerações, que se devem tomar, para projetar sistemas de exaustão/insuflação de cozinhas profissionais e salas em geral, bem como os tipos de equipamentos a utilizar e suas principais aplicações.

No âmbito da refrigeração comercial, o objetivo consiste em apresentar uma demonstração para efetuar o dimensionamento de câmaras de refrigeração e conservação.

Apresentam-se também algumas ponderações a ter em conta, quando se elabora um projeto de layout de equipamentos hoteleiros e respetivas plantas técnicas.

O capítulo 5 pretende fazer uma ilustração do enriquecimento técnico que o estágio proporcionou, ao ponto de serem apresentados alguns projetos das especialidades previstas no relatório, os quais o aluno em questão contribuiu.

Para concluir, associado a este documento, estão os anexos, onde se incluem todas as tabelas técnicas e catálogos, cuja sua consulta é indispensável para o acompanhamento deste relatório. Estão previstas também plantas de algumas instalações que passaram de projeto a obra.

A EMPRESA

A Aveirotel foi criada em 1982 e surgiu no seio de um grupo de empresas ligadas aos equipamentos para a hotelaria, conhecidas como grupo “Miranda & Serra” que labora em áreas que vão desde o fabrico de máquinas de café e equipamento de *snack*, à importação de equipamentos para hotéis, bares, restaurantes, talhos, entre outros.

É uma empresa atenta às necessidades dos seus clientes, primando por lhes proporcionar os melhores serviços, respondendo às suas exigências de forma eficiente e num curto período de tempo com preços competitivos. A sua missão passa por assegurar serviços de qualidade num mercado cada vez mais exigente.

Na Aveirotel cada novo projeto é encarado como um novo desafio, novos conceitos e ideias são estudadas pormenorizadamente com o objetivo de apresentar um projeto com vista e solução global em função das ideias e aspirações do cliente. O gabinete de estudos e projetos da Aveirotel é efetivamente um dos seus pontos mais fortes, pois quer em espaços novos, quer em remodelações conjuga sempre os mais revolucionários princípios de design de interiores aos conceitos mais práticos de dimensionamento dos espaços e dos equipamentos, harmonizando as normas internacionais do HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Points*), segurança alimentar.

Na atualidade, a Aveirotel labora em todo o país, inclusivamente executa montagens no estrangeiro, contudo a sua esfera de influência é maior em Portugal e, com especial incidência na zona Centro e Norte. Porém, pode-se dizer que nos últimos anos a empresa tem obtido excelentes resultados no Sul, nomeadamente Lisboa e Algarve, caminhando para uma cobertura total do território nacional com a criação de delegações, concretamente no Porto, Coimbra e Lisboa.

Obras como a Fundação Champalimaud, a Santa Casa da Misericórdia de Águeda, o Navio Hotel Douro Spirit, entre outras fazem parte de um vasto leque de instalações de hotelaria feitos pelas equipas técnicas da Aveirotel.

ENQUADRAMENTO DO ESTÁGIO

Face ao vasto leque de abrangência das instalações de equipamentos hoteleiros, surgiu na Aveirotel uma oportunidade de enquadramento do estágio do Mestrado em Instalações e Equipamentos em Edifícios.

Com base na crescente necessidade da evolução das instalações técnicas em edifícios, torna-se imperativo obter um departamento técnico especializado nas mais diversas áreas, para que se possam dar as melhores garantias aos clientes.

A interação do estagiário com o gabinete técnico da Aveirotel, permite que este tenha enquadramento não só com a direção da empresa, bem como com todos os departamentos existentes nela. O contacto com projetos de especialidade, assim como com pessoas, que contam com uma vasta experiência na área, constituiu uma mais-valia, dando origem a uma capacidade de análise, espírito crítico para tomadas de decisão bem como de avanço técnico ao nível de conhecimento de equipamentos hoteleiros.

O estagiário do gabinete técnico da Aveirotel teve como funções a análise de projetos na área do AVAC, análise de sistemas de refrigeração comerciais, análise de projetos de layout comercial na área dos estabelecimentos de restauração e bebidas. O contacto com este tipo de instalações contribuiu para que a empresa concebesse hipóteses de auto criar os seus projetos de especialidade, originando assim uma medida de poupança financeira.

Particularmente na área especializada da ventilação, existia na empresa a carência de alguém com perfil técnico adequado. Associando o saber dos técnicos à formação superior de alguns dos seus quadros, a Aveirotel conseguiu colmatar uma lacuna e alargar os seus horizontes.

1. EXAUSTÕES E COMPENSAÇÕES

1.1 Introdução

Na atualidade, a necessidade de exaurir os efluentes gasosos produzidos pela cocção de alimentos é primordial, não só pela criação de boas condições de trabalho a quem se encontra na cozinha, bem como pelo aumento de qualidade das condições de confeção.

Qualquer cozinha profissional deve conter um ou mais equipamentos para evacuar os efluentes produzidos pela cocção dos mais variados tipos de alimentos.

Os contaminantes do ar podem ser simplesmente gorduras, cinzas, ou até farinhas. Tudo isto varia consoante o âmbito de aplicação da instalação que se requer e muitas das vezes podem ser um misto dos efluentes acima mencionados.

Tendo em consideração o fator acima apresentado, para iniciar o dimensionamento de uma exaustão/insuflação torna-se necessário conhecer a hote, e sobretudo o equipamento que se encontra por baixo da mesma.

No presente capítulo será apresentada a metodologia de dimensionamento de uma instalação, tendo em vista vários tipos de ambientes e fatores que podem influenciar as suas características.

1.2 Tipos de hote

As hotes usualmente construídas integralmente em chapa de aço inox das gamas EN 1.4005 (AISI 430), EN 1.4301 (AISI 304) ou EN1.4401 (AISI 316), são o elemento primário de uma instalação.

Podem ser caracterizadas por centrais ou parietais. Esta é uma opção que deriva da configuração da cozinha em que esta se encontra, embora sob condições específicas possam existir mais configurações e formas de aplicação.

Conforme a figura 1.1 pode ver-se a distinção entre uma hote parietal, que é caracterizada por uma ou mais faces encostadas a uma parede, onde o pluma térmica tende a subir encostado à mesma, sem qualquer obstrução, e uma hote central, onde qualquer uma das faces

não se encontra em contacto com qualquer parede, originando uma maior tendência para que o pluma térmica se desvie da orientação necessária.

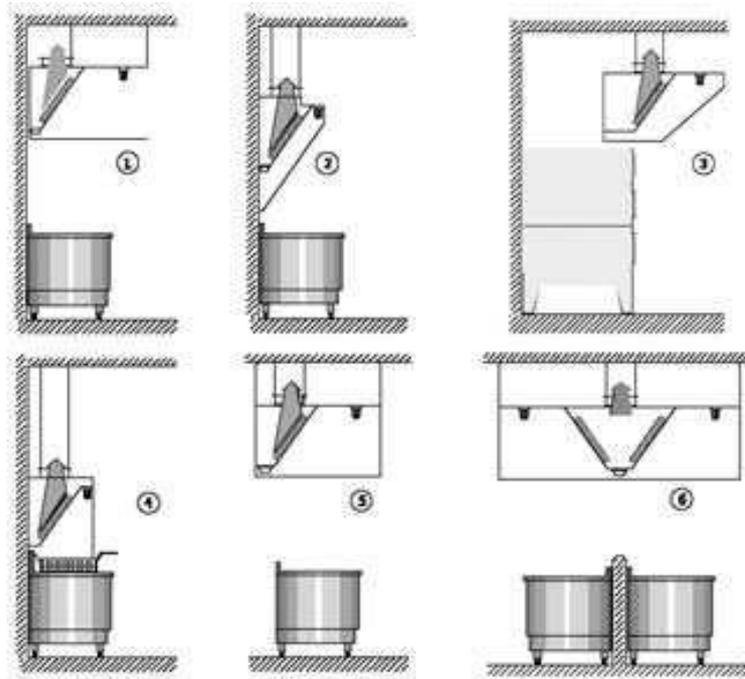


Figura 1.1- Diferentes configurações de hotes (adaptado de Victor Monteiro, 2009)

onde:

- 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.

Salienta-se que as hotes devem ser dotadas das faces exteriores inteiramente verticais, e não inclinadas como era usual há alguns anos. Esta especificidade melhora as condições higiénicas, uma vez que o modelo obsoleto aumentava as possibilidades de acumulação de efluentes.

Qualquer um dos tipos de hotes pode ter uma compensação à exaustão. Esta situação aplica-se quando os caudais a exaurir são muito elevados e desta forma, criam problemas no contexto de trabalho.

Alguns dos problemas passam por dificuldades em abrir portas não só da própria sala em que se encontra a hote, bem como criação de correntes de ar em salas próximas que desta forma podem causar um mau estar aos clientes. Tal acontecimento deve-se ao fato das diferenças de pressão entra as salas.

A compensação é considerada uma simples introdução de ar novo, não saturado, que vai fazer com que a própria cozinha, bem como as restantes salas, não estejam em tanta depressão.

Usualmente a própria campânula já vem preparada para fazer a compensação, sendo esta normalmente feita pela parte de cima da hote, de forma a criar uma corrente de ar que faça com que a pluma térmica não se desloque da orientação necessária.

1.3 Dimensionamento do sistema de exaustão

Nos parágrafos seguintes procede-se à apresentação do modelo que se deve seguir para efetuar um dimensionamento de uma exaustão com compensação de ar.

Dados a recolher:

- Planta e alçados do edifício;
- Localização geográfica;
- Planta do equipamento a colocar debaixo da hote;
- Localização do ventilador.

Depois de se conhecer os equipamentos que a hote irá abranger, deve-se estabelecer as medidas da mesma. Este fato passa por aumentar cerca de 150 a 250 milímetros para cada um dos lados livres tendo em vista uma melhor captação dos efluentes gasosos.

A figura 1.2 ilustra as cotas com os aumentos que normalmente se incluem numa hote para uma cozinha profissional.

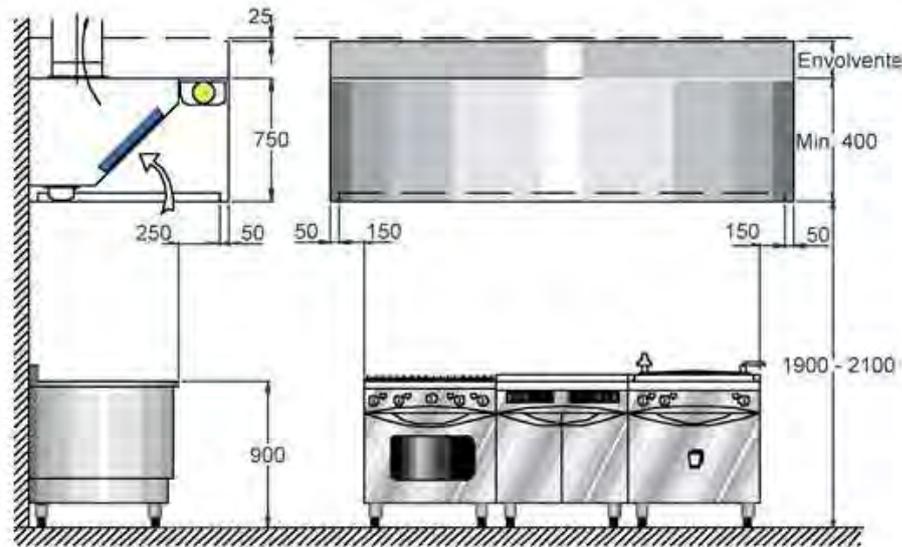


Figura 1.2- Cotas de referência para instalação das hotes (adaptado de Victor Monteiro, 2009)

1.3.1 Caudal de exaustão

O caudal de exaustão pode ser obtido de várias formas. O método usualmente conhecido como “método da aspiração” é aquele que embora crie um sistema sobredimensionado, apresenta a modelização mais versátil, tendo em vista a possibilidade de mudança de equipamentos, sem que exista a necessidade de alterar a respetiva hote e ventilador.

Para calcular o caudal de exaustão terá que se efetuar o somatório das faces da hote que não estejam encostadas as paredes, e definir a velocidade de captação.

A velocidade de captação deve variar conforme o tipo de hote, sobretudo em relação aos equipamentos que se encontram na superfície de trabalho, cuja produção de efluentes varia consoante o tipo de cocção. Por simples analogia das situações, é fácil constatar que uma hote de uma churrasqueira a carvão necessita de maior caudal de exaustão do que uma cujos equipamentos colocados sob a hote são simplesmente um forno convector.

Este fato deve-se não só à superfície de trabalho, bem como pelo poder calorífico que é libertado por determinado tipo de equipamentos e ao tipo de efluentes gasosos produzidos, que podem alterar a pluma térmica.

A tabela 1.1 mostra as velocidades de projeto recomendadas para cada tipo de trabalho. Os valores baseiam-se na norma NP 1037:2001/Parte 4.

Tabela 1.1- Velocidade de captação (adaptado de NP1037:2011/Parte 4)

<i>Tipo de trabalho</i>	<i>Ligeiro</i>	<i>Moderado</i>	<i>Forte/Mt. Forte</i>
Velocidade [m/s]	0,25	0,35	0,5

Um dos fatores a ter em conta é a altura da hote relativamente ao plano de trabalho. Se esta for muito elevada a pluma térmica pode perturbar-se por efeitos de correntes de ar. Por outro lado, se for muito baixa, torna-se difícil que a pessoa realize o seu trabalho confortavelmente. Usualmente os projetistas e instaladores utilizam valores entre 0,9 e 1,2 metros.

A equação 1.1 permite a determinação do caudal de exaustão:

$$Q_{e_h} = 3600 \times v_c \times P \times h \quad (1.1)$$

onde:

Q_{e_h} - Caudal total de exaustão da hote [m³/h]

v_c - Velocidade de captação [m/s]

P - Somatório da medida das faces livres da hote [m]

h - Altura da hote relativamente ao plano de cocção [m]

3600 - Factor de transformação para caudal horário [adimensional]

A figura 1.3 ilustra a influência do caudal de aspiração e conseqüente velocidade de aspiração.

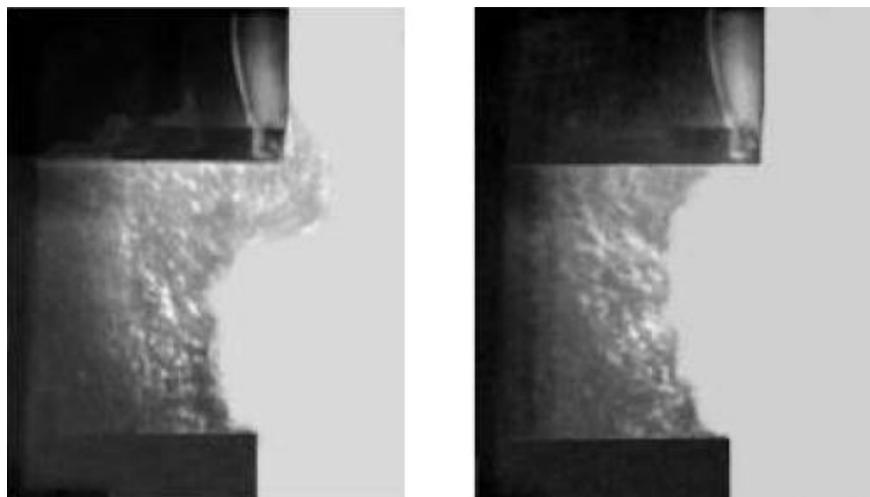


Figura 1.3- Plumas térmicas: à esquerda pluma alterada, à direita pluma corretamente encaminhada (adaptado de Victor Monteiro, Produção de Poluentes)

Na figura da esquerda pode ver-se uma pluma térmica que não é totalmente captada pela hote, fazendo com que alguns dos efluentes gasosos se propaguem pelo resto da cozinha.

Por sua vez a imagem da direita mostra uma captação bem concebida pela hote, onde todos os efluentes se dirigem para o interior da mesma originando assim uma maior eficiência do sistema.

Tais acontecimentos podem ser gerados por vários fatores, tais como:

- **Tamanho da hote insuficiente** – Uma hote deve ter sempre as dimensões superiores aos limites da zona de confeção, para que desta forma consiga abranger toda a pluma térmica, mesmo que esta esteja sob a influência de alguma corrente de ar.
- **Caudal de aspiração insuficiente** – Se for insuficiente pode originar com que não se consiga captar todo o caudal produzido pela cocção, fazendo com que este se disperse da sua orientação prevista.
- **Velocidade de aspiração insuficiente** – Esta tem influência não só na captação da pluma térmica, bem como na desagregação molecular que se irá dar por ação dos filtros, visto que para estes funcionarem é necessário induzir alguma velocidade no escoamento.
- **Filtros colmatados** – O facto de estes se encontrarem colmatados irá originar uma perda de carga adicional na instalação, e ainda irá reduzir a facilidade de passagem dos efluentes, o que poderá originar uma captação pouco eficiente.
- **Perda de carga da instalação superior à prevista no ponto de funcionamento do ventilador** – Esta situação origina um decréscimo de rendimento do sistema, o que pode fazer com que a velocidade no interior das condutas decresça, causando desta forma uma diminuição do caudal.
- **Falta de compensação do sistema de exaustão** – Dependendo das características da cozinha e do tamanho e caudal da hote, por vezes a compensação ao sistema de exaustão torna-se imprescindível para que o decréscimo de pressão na sala não se torne tão acentuado, o que irá diminuir o rendimento da instalação. É comum ver-se em algumas cozinhas grelhas de passagem de ar colocadas nas portas, ou até, em casos extremos, janelas abertas para que a instalação funcione bem.

1.3.2 Dimensões das condutas

Depois de o projetista definir o caudal de exaustão está em condições de definir a velocidade do fluido nas condutas. Tendo em vista os aspetos sonoros relativamente a cada edifício, este terá de ter bom senso de colocar uma velocidade mais reduzida no caso de o edifício ser mal isolado acusticamente e/ou seja habitacional. Desta forma irá reduzir os ruídos que podem ser bastante incomodativos para a vizinhança.

Uma das situações que se pode adotar é a colocação de isolamento acústico nas condutas, no entanto, este aspeto é economicamente pouco apelativo.

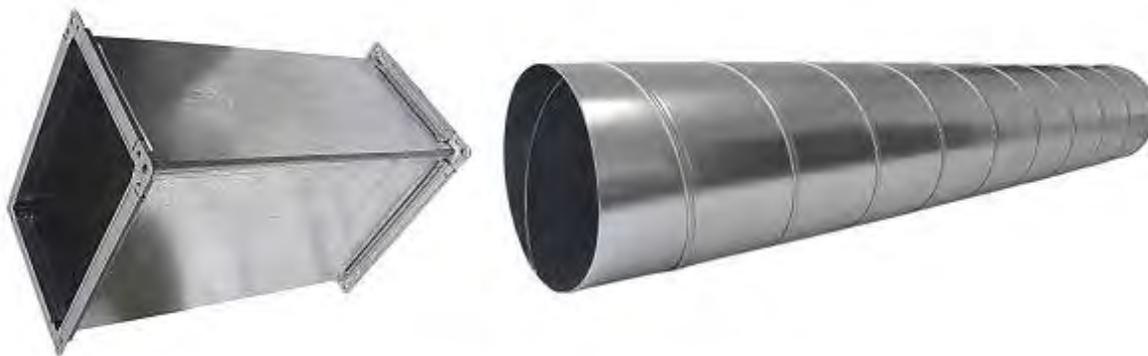
Para evitar este tipo de problemas a norma relativa à ventilação em cozinhas profissionais (NP 1037:2011/Parte 4) apresenta uma recomendação que passa pela utilização de velocidades entre os 6 e os 9 metros por segundo. Por vezes a necessidade de colocar condutas com um diâmetro menor, normalmente devido a aspetos construtivos do edifício, leva a que o projetista considere estas velocidades até aos 12 metros por segundo.

Esta fase do dimensionamento é feita com a ajuda de ábacos que definem a perda de carga, o diâmetro e a velocidade de escoamento. Um documento deste género pode ser consultado no anexo I deste relatório.

Outro aspeto a ter em conta é a necessidade de colocação de portas de visita nas condutas, normalmente espaçadas de 3 em 3 metros, de acordo com a NP 1037:2001/Parte 4, para efeitos de limpeza do sistema. Embora esta seja uma situação de aplicação extremamente difícil, uma vez que por critérios construtivos do edifício, tal hipótese nem sempre é possível.

Usualmente utilizam-se para estes efeitos, tubo “Spiro” ou, caso se verifiquem condições de impossibilidade de colocação do mesmo, sendo também normalmente por critérios construtivos, opta-se por conduta em chapa de aço galvanizada. (vd. Figura 1.4)

Uma situação que, por vezes é alvo de menor cuidado por parte dos projectistas e até instaladores é o facto da necessidade de isolar todas as condutas que estejam suscetíveis de sofrer grandes gradientes térmicos, de forma a evitar condensações indesejáveis.



**Figura 1.4- Conduto retangular à esquerda, tubo “Spiro” à direita
(adaptado de Faclima, 2011)**

1.3.3 Filtragem

A necessidade de exaurir ar viciado das cozinhas em ambientes urbanos, com edifícios nas redondezas, cria a necessidade de colocação de filtros eletrostáticos o que agrava bastante a perda de carga da instalação, podendo estes incutir valores adicionais que podem chegar aos 100 Pa de perda de carga localizada, de acordo com catálogos da especialidade.

Desta forma, estes só se colocam sob necessidade extrema, embora as regras de boas práticas recomendem a sua aplicação sempre que se verifique um caudal superior a 3000 m³/h e quando os poluentes sejam resultantes de queima de carvão, fritos ou efluentes que dispersem odores para o meio ambiente.

O filtro deve ser colocado em local com facilidade de acessos para efeitos de manutenção. A zona mais indicada é o terraço ou cobertura do edifício, uma vez que este tipo de unidades é normalmente de grande dimensão.

A figura 1.5 representa esquematicamente o processo de funcionamento de um filtro deste tipo, onde o ar é pré-filtrado à entrada do mesmo, seguindo-se a criação de um campo magnético ionizado através de altas tensões o que irá originar a ionização das partículas poluentes que, por sua vez, irão chocar num coletor. Para finalizar existe um pós-filtro cuja função passa por reter qualquer partícula que não tenha ficado retida no coletor.

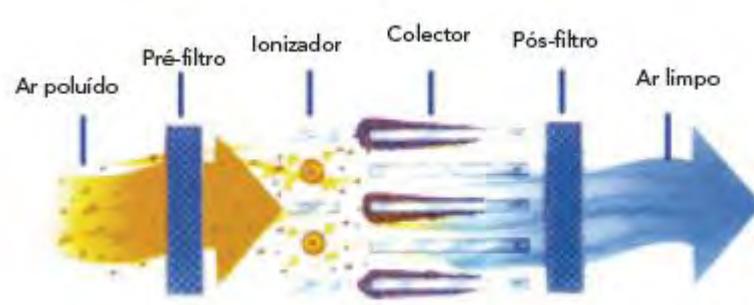


Figura 1.5- Funcionamento de filtro electrostático
(adaptado de France Air, 2010)

Existe, no entanto, outra necessidade de colocação de filtros na instalação de exaustão. Estes são inseridos nas hotes e distinguem-se consoante o tipo de trabalho de cocção a realizar naquele local.

Assim, os mais comuns são:

Filtro inercial – Constituído por finas lamelas de aço inox mais ou menos separadas entre si, dependendo do tipo de trabalho a realizar. Normalmente utilizam-se para trabalhos que produzam bastante gordura, caso dos grelhadores a carvão ou a gás, e situações de fritura de alimentos. Possuem uma perda de carga que ronda os 40 Pa na velocidade do fluido de 1 m/s. (vd. Figura 1.6)



Figura 1.6- Filtro inercial
(adaptado de Trocalor, 2011)

Filtro de malha metálica – Constituído por uma malha de várias camadas de redes metálicas separadas entre si que retêm as gorduras. Este filtro não tem tanto rendimento e pode originar uma colmatação maior, o que por sua vez potencia o risco de incêndio. Possuem uma perda de carga com valores na ordem dos 15 Pa na velocidade do fluido de 1 m/s. (vd. Figura 1.7)



**Figura 1.7- Filtro de malha metálica
(adaptado de Trocalor, 2011)**

Os filtros inerciais e de malha metálica devem ser escolhidos consoante a sua utilização tipo, no entanto, normalmente opta-se por escolher o filtro de malha metálica por ser mais barato e por introduzir uma perda de carga menor na instalação. Esta opção deve ser considerada um erro, uma vez que o risco de incêndio é potenciado, devido às colmatações.

No anexo II encontram-se dados relativos aos filtros inerciais e de malha metálica, provenientes de um catálogo da especialidade.

1.3.4 Perda de carga

A determinação da perda de carga representa um dos aspetos mais críticos do dimensionamento. Se esta for demasiado alta o ventilador selecionado pode não vencer a perda de carga da instalação, conseqüentemente, alguns parâmetros que foram estipulados anteriormente em projeto poderão não funcionar corretamente.

Para encontrar o valor da perda de carga total do sistema de exaustão, tem de se conhecer integralmente os materiais e acessórios a colocar no mesmo. Usualmente somam-se as perdas na hote (filtros/entrada de tubagem) com as perdas em acessórios e, finalmente, as perdas associadas ao comprimento das condutas.

Na prática corrente de engenharia é comum adotar-se um coeficiente de segurança que depende do projetista e da sua experiência no domínio em estudo. Os fatores a utilizar variam entre 10% e 40% dependendo da complexidade da instalação.

Este fator vai quantificar a perda de carga mediante a quantidade de curvas e acessórios incluídos na rede prevista. Desta forma, a perda de carga por metro obtida através do ábaco de dimensionamento, multiplica-se pela distância da instalação e finalmente pelo fator de correção por acessórios.

A expressão 1.2 traduz a perda de carga na tubagem, calculada da forma anteriormente mencionada.

$$P_c = (d \times P_{c_m} + P_e) \times F_c \quad (1.2)$$

onde:

P_c – Perda de carga na tubagem [Pa]

d – Distância [m]

P_{c_m} – Perda de carga por metro de tubagem [Pa/m]

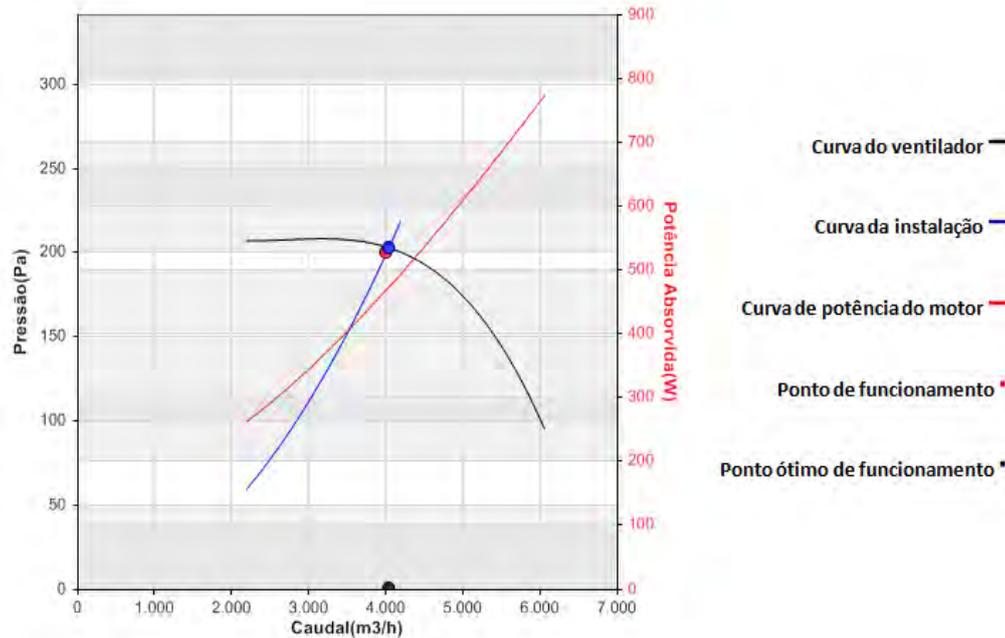
P_e – Perdas por elevação [Pa]

F_c – Fator de correção [adimensional]

1.3.5 Seleção do ventilador

Dependendo de cada instalação e de critérios construtivos o técnico tem de proceder à seleção do ventilador para fazer a exaustão.

São vários os fatores que podem influenciar na escolha do ventilador. Em primeiro lugar terá que se analisar a curva característica de forma a concluir se cumpre os parâmetros de pressão e caudal necessários à instalação. O ponto de funcionamento do ventilador nunca situar-se acima da curva característica. No entanto, caso seja necessário poderá ficar abaixo, podendo desta forma ser aumentado posteriormente através de um variador de velocidade.



**Figura 1.8- Curva característica de um ventilador
(adaptado de Easyvent, 2011)**

O segundo aspecto a ter em conta é a temperatura de funcionamento. Usualmente um ventilador de uma churrasqueira a carvão terá que suportar temperaturas elevadas durante algum tempo, pelo que é comum fazer-se a seleção de ventiladores com critérios construtivos que garantam um adequado funcionamento a 400°C durante 2 horas. Isto corresponde a uma classe F400 de acordo com EN 12101 – Parte 3 de 2002.

Deve ainda ter-se em consideração a localização do motor no interior do ventilador, escolhendo algum que tenha um índice de proteção IP55, suportando desta forma vapores e humidades oferecendo a garantia de proteção mecânica, de acordo com a norma EN 60529:91.

Por último, mas não menos importante, o aspecto construtivo das turbinas. A preferência de ventiladores de pás recuadas é um aspecto bastante importante, na medida em que a acumulação de sujidade nas pás pode influenciar o funcionamento do mesmo.

É comum, embora erradamente, a utilização de ventiladores de caixa em hotes de fabrico de padarias (hotes que se encontram colocadas acima dos fornos de padaria) onde, devido à humidade, a farinha se acumula nas pás do ventilador, fazendo com que este comece a ficar colmatado e excêntrico originando maior ruído, menos eficiência e, conseqüentemente, a

ruína do equipamento. Desta forma, sempre que possível, neste tipo de instalações devem colocar-se ventiladores de cobertura e se possível de descarga vertical (vd. Figura 1.9)

Embora presente na figura 1.9, o ventilador de descarga horizontal não deve ser uma opção, uma vez que a dispersão de poluentes pode não ser suficiente, levando-os a reentrar nas tomadas de ar do edifício, além disso, podem gerar mais sujidade em torno de si próprio, dificultando acessos para posterior manutenção.



Figura 1.9- Diferentes ventiladores de cobertura
(adaptado de Soler&Palau, 2011)

1.4 Dimensionamento do sistema de compensação

A compensação da uma exaustão de uma cozinha profissional pode ser feita de várias formas, tendo em vista aspetos construtivos e de eficiência.

A situação mais comum, por razões técnicas e financeiras consiste em fazer a insuflação de ar na própria hote, através da colocação de grelhas na face frontal da hote. A nível técnico torna-se menos complexo visto que basta ligar a conduta de insuflação à própria campânula, realizando a insuflação de ar novo através do conjunto de grelhas superiores. (vd. Figura 1.10)

Outra hipótese passa por criar uma rede de grelhas de insuflação no teto, solução que pode ter dois objetivos: cumprir o RSECE, satisfazendo desta forma o índice de renovação de ar em cozinhas profissionais e, ao mesmo tempo fazer o aproveitamento deste ar para fazer a compensação à exaustão, embora esta seja uma situação mais complexa e dispendiosa.



Figura 1.10- Hote parietal com compensação
(adaptado de RCCLIMA, 2011)

Por vezes existem hotes que não tem compensação, pelo que nestes casos o ar é retirado do exterior através de janelas, ou através de portas que interligam divisões do mesmo edifício, criando desta forma uma depressão significativa em todas as divisões comunicantes que faz com que não se espalhem odores. No entanto, esta situação não é muito aconselhável devido aos efeitos que pode causar.

É comum em alguns edifícios ligados à restauração verificar-se alguma dificuldade em abrir portas e sentir-se correntes de ar desconfortáveis, aspetos que estão diretamente relacionados com o grande caudal de exaustão e conseqüente falta de compensação nas hotes.

1.4.1 Caudal de insuflação

Para se efetuar o dimensionamento de uma insuflação para uma hote terá que se conhecer o caudal de exaustão. Tendo em vista que o local terá que ficar em depressão o caudal de insuflação tem de ser inferior ao de exaustão. Usualmente utilizam-se para o caudal de insuflação fatores multiplicativos que variam entre os 0,8 e 0,95.

A equação 1.3 permite calcular o caudal a insuflar numa hote compensada.

$$Q_{i_h} = Q_{e_h} \times FM_h \quad (1.3)$$

onde:

Q_{i_h} – Caudal de insuflação da hote [m^3/h]

FM_h – Fator multiplicativo da hote [%]

1.4.2 Velocidade de escoamento

Depois de encontrado o valor do caudal de insuflação, procede-se à definição das velocidades no interior da tubagem. A norma NP 1037:2001/Parte 4 relativa a ventilação em cozinhas profissionais recomenda valores entre os 6 e 8 metros por segundo, podendo em casos específicos chegar aos 10 metros por segundo. (vd. Tabela 1.2)

Tabela 1.2- Velocidades no interior das condutas (adaptado de NP 1037:2001/ Parte 4)

<i>Local</i>	<i>Insuflação</i>	<i>Exaustão</i>
Rede principal	6,0 - 8,0 m/s	6,0 - 9,0 m/s
Ramais	4,0 - 6,0 m/s	5,0 - 7,0 m/s
Ligações e Golas	3,0 - 5,0 m/s	5,0 - 7,0 m/s

1.4.3 Perdas de carga

Relativamente às perdas de carga o processo é idêntico ao da exaustão, tendo em atenção as perdas inseridas pelos filtros, que se colocam no interior das unidades de tratamento de ar novo que, de acordo com os catálogos de fabricantes rondam os 120 Pascal. No entanto, quando colmatados a sua perda aumenta significativamente, o que pressupõe que se deva usar valores acima do mencionado para efeitos de cálculo.

1.4.4 Filtragem

As unidades de tratamento de ar novo de insuflação desempenham um papel decisivo na qualidade de ar interior. Este tipo de equipamentos podem aquecer, arrefecer e humidificar o ar de modo a que este induza maior conforto no interior do local a insuflar e, por fim, podem e devem efetuar uma limpeza e purificação do ar.

No caso de estas unidades serem para tratamento de ar de insuflação para cozinhas profissionais, a preocupação com a qualidade do ar, nomeadamente com as impurezas que este contém, ainda devem ser maiores. Deste modo a tabela 1.3 mostra, de uma forma simples, como se devem associar os filtros a colocar numa unidade de forma a obter a máxima qualidade do ar insuflado, sem nunca exagerar na utilização dos mesmos.

Tabela 1.3- Associação de filtros para unidades de tratamento de ar
(adaptado de Victor Monteiro, 2010)

<i>Qualidade do Ar Exterior Captado</i>	<i>Qualidade do Ar interior</i>			
	<i>IDA1 (Ótima)</i>	<i>IDA 2 (Boa)</i>	<i>IDA 2 (Moderada)</i>	<i>IDA 2 (Baixa)</i>
(ODA 1) Ar puro	F9	F8	F7	F5
(ODA2) Poeiras	F7 + F9	F6 + F8	F5 + F7	F5 + F6
(ODA 3) Altas concentrações de poeiras e gases	F7 + FE* + F9	F7 + FE* + F9	F5 + F7	F5+ F6

FE* - Filtro de gás/filtro de carvão ativado / filtro químico

1.4.5 Seleção de condutas

O processo relativo à seleção das condutas de insuflação à seleção do ventilador, é em tudo idêntico ao de exaustão, tendo em atenção que as velocidades do ar nas condutas de insuflação são mais baixas, uma vez que o caudal é menor, relativamente ao de exaustão.

1.4.6 Seleção de unidade de insuflação

No que se refere ao ventilador, ao contrário do processo de exaustão não se utilizam ventiladores de cobertura, mas sim unidades de tratamento de ar novo, que permitem a instalação de filtros que por sua vez irão melhorar a qualidade do ar insuflado.

A figura 1.11 mostra uma instalação completa, com todos os elementos essenciais para um sistema de exaustão/insuflação de uma cozinha profissional.

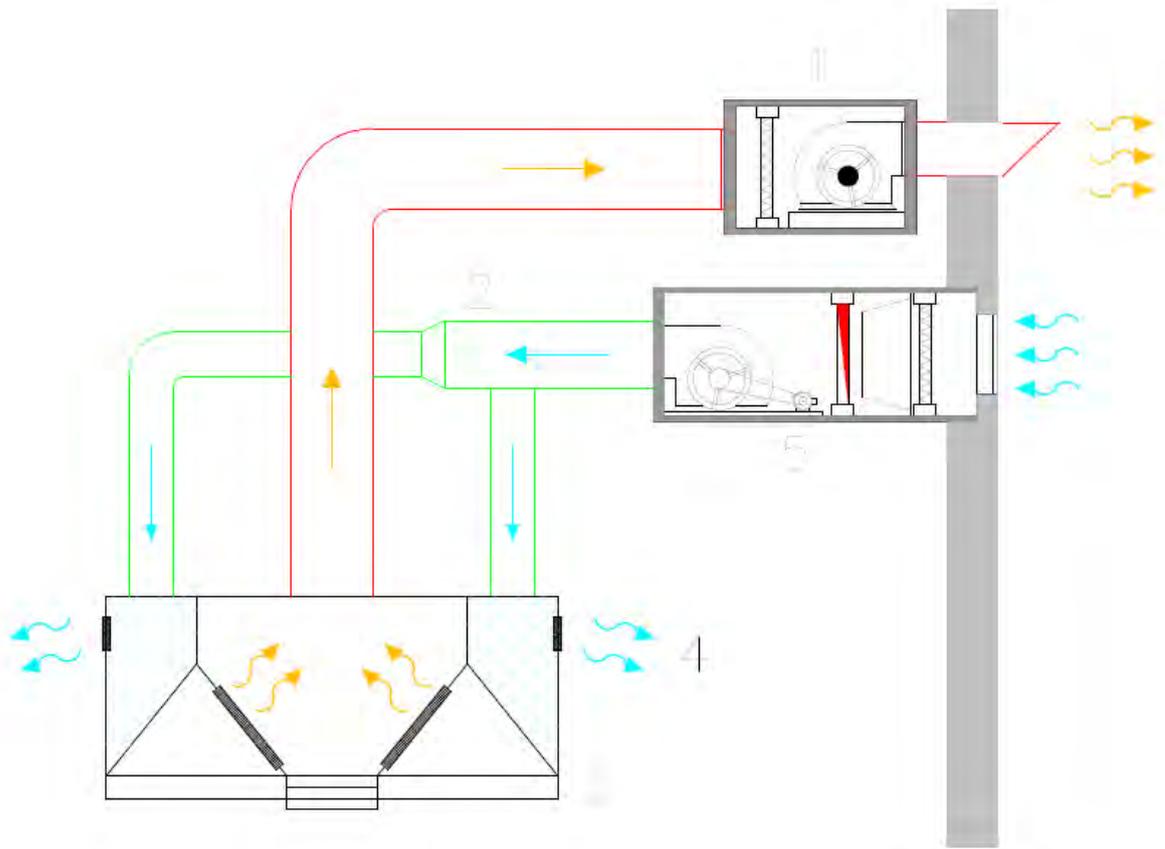


Figura 1.11- Esquema da instalação de sistema de exaustão com compensação

onde:

- 1 – Ventilador de exaustão, cuja função passa por introduzir energia cinética no ar de forma a conseguir exaurir os efluentes gasosos produzidos pelo efeito de cocção;
- 2 – Conduto de exaustão/insuflação onde a sua função passa por encaminhar o ar para a saída ou entrada de forma a ser retirado ou insuflado;
- 3 – Hote central construída em chapa de aço inox;
- 4 – Ar de compensação da exaustão, usualmente insuflado por grelhas longitudinais na parte superior da campânula;
- 5 – Unidade de tratamento de ar novo, que podem ter contemplados alguns componentes tais como: filtro de malha metálica, pré filtros, filtros, bateria de aquecimento/arrefecimento.

1.5 Conclusão

Um correto dimensionamento dos sistemas de exaustão/insuflação, bem como das hotes e seus sistemas complementares nas cozinhas profissionais, conduzem à garantia de uma boa exaustão, dando origem a poupanças energética, e ainda potenciam melhores condições de trabalho.

Dado que cada espaço tem diferentes características, a hote instalada deve ser a que melhor se adapta ao local, para que seja cumprido e seu propósito.

O caudal de exaustão para cada hote é obtido depois da análise de vários fatores, e só de seguida se deve fazer o dimensionamento da tubagem e equipamentos necessários, seguindo uma determinada lógica, de forma a tentar interligar todos os pressupostos de cálculo

Devem ser colocados os filtros apropriados, para que sejam retidas algumas partículas indesejadas do fluido em escoamento. Uma associação exagerada tem consequências indesejadas a nível económico, tanto pelo facto da aquisição dos filtros, bem como pelo equipamento que tem de ser sobredimensionado.

Por fim, pode dizer-se que a compensação é um bom instrumento de auxílio à exaustão e que nunca deve ser excluída de uma cozinha profissional.

2. RENOVAÇÕES DE AR EM SALAS OCUPADAS

2.1 *Introdução*

A ventilação possibilita manter um conforto adequado e uma boa qualidade de ar nos edifícios. Assim, uma ventilação eficiente permite evitar odores, excessos de humidade, controlar a quantidade de poluentes existentes no interior do edifício e, deste modo, manter o bem-estar dos ocupantes.

De um modo geral pode considerar-se que a ventilação é um processo de substituição de ar viciado por ar novo, sendo este normalmente tratado antes da sua introdução no edifício.

O tratamento de ar é um processo que pode ser dispendioso, mas permite aumentar os índices de qualidade de um edifício.

A insuflação ou exaustão pode ser feita de inúmeras formas, criando um vasto leque de opções para o projetista. Todo o sistema de ventilação deve ser previamente pensado para que se façam cumprir alguns parâmetros regulamentados, nomeadamente no RSECE, que estabelece caudais mínimos por ocupante, ou por área, consoante o tipo de local.

2.2 *Tipos de ventilação*

Existem vários tipos de ventilação que podem ser aplicados em edifícios, sendo alguns apropriados a casos concretos.

Os tópicos que se seguem pretendem fazer referência de forma generalizada aos tipos de ventilação mais comuns que se encontram nos edifícios em geral.

- **Ventilação natural** – É a mais comum em habitações familiares, sendo esta caracterizada pela entrada de ar através de orifícios naturais localizados no próprio edifício, tais como janelas e portas, ou até mesmo ductos concebidos para o efeito. Não exige qualquer tipo de unidade mecânica para impulsionar o ar, uma vez que este sofre deslocação por efeitos naturais tais como aquecimento/arrefecimento.

- Ventilação forçada em depressão** – Situação que se pode obter através da extração forçada de ar de um local, em que a insuflação pode ser feita naturalmente por meio de uma janela, conduta ou através de um ventilador. Assim, a sala irá ficar com uma pressão inferior aquela que se encontra nas salas comunicantes, ou que o exterior. É uma característica bastante comum em cozinhas, salas de fumadores ou Wc, originando desta forma uma minimização da contaminação de odores e poluentes para as divisões que a rodeiam.
- Ventilação forçada em sobrepressão** – Situação obtida através da insuflação de ar num local, fazendo-o fluir para o exterior através de um orifício natural ou outro ventilador movimentando um caudal de ar inferior aquele que é insuflado. Desta forma a sala irá ficar com uma pressão interior superior à pressão atmosférica. Esta é uma posição bastante utilizada em “salas brancas”, como blocos operatórios, fazendo com que a contaminação bacteriana seja minimizada pelo meio do ar.

A figura 2.1 ilustra de forma simples os tipos de ventilações acima referidos.

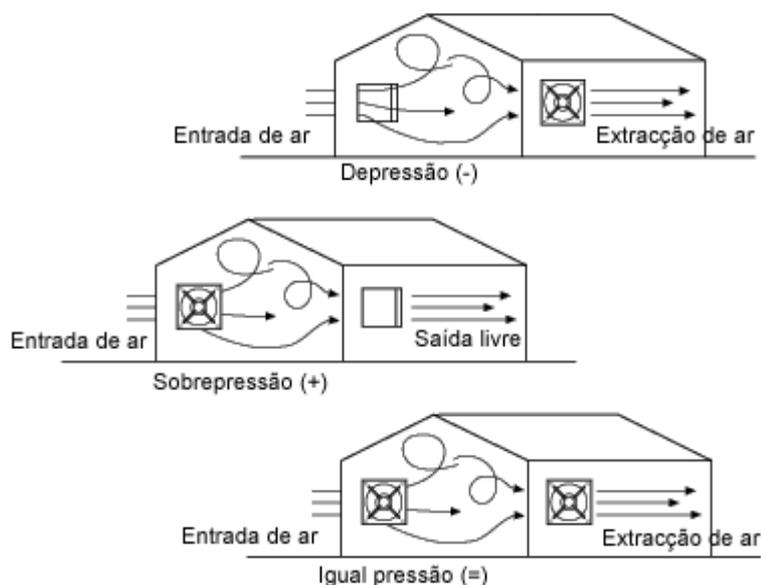


Figura 2.1- Diferentes tipos de ventilações
(adaptado de Soler&Palau, 2011)

Todos os sistemas de ventilação destinados a renovar o ar no interior de uma divisão devem ter as suas grelhas de impulsão/retorno em locais diametralmente opostos para que,

desta forma, se maximize o varrimento pelo ar impulsionado, aumentando assim o seu rendimento.

Neste domínio existem regras técnicas que o projetista deve seguir, nomeadamente o facto de não colocar entradas de ar muito próximas de uma janela ou porta, visto que este pode criar o efeito “curto-circuito”, originando uma perda do ar que pode estar a ser insuflado.

A colocação de grelhas de insuflação junto de janelas é também uma condição a evitar, uma vez que existe a possibilidade da criação de condensações indesejáveis nas janelas, que causam humidade e desconforto.

2.3 Locais de captação

A colocação da captação ou entradas de ar nos edifícios é também um motivo de preocupação por parte dos projetistas, uma vez que se esta não for adequada pode dar origem a uma introdução de ar contaminado no ambiente interior do edifício.

A norma ASHRAE 189.1P aborda este aspeto com vital importância. Assim as captações de ar devem cumprir os seguintes aspetos:

- Longe das exaustões do edifício ou de edificações vizinhas e fora da influência destas e das condições de ventos predominantes.
- As saídas de chaminés e de exaustões devem ficar fora das zonas de recirculação de ar nas coberturas, criando situações por onde possam ser readmitidas no edifício.
- Colocada a uma altura suficiente, que garanta que está fora da influência de tráfego urbano ou outras fontes de poluição locais, por exemplo, garagens, cozinhas, locais onde é permitido fumar, torres de arrefecimento, etc., tendo em conta os ventos dominantes.

As condições acima mencionadas devem sempre que possíveis ser cumpridas de forma a garantir a qualidade do ar insuflado. (Valente, João Carlos, 2008)

A figura 2.2 mostra a forma como uma fonte de captação de ar pode ser contaminada, dando origem a uma situação em que por vezes o ar a insuflar ainda pode estar mais

contaminado do que aquele que se encontra no interior do edifício. Assim sendo, a colocação das captações 4 metros acima no nível do solo constituem uma regra que deve ser adotada.



Figura 2.2- Localização de captações de ar
(adaptado de Soler&Palau, 2011)

2.4 Caudais de exaustão/insuflação

Quando se faz a análise de um edifício onde se pretende instalar um sistema de ventilação, um dos primeiros pontos a abordar é a quantidade de ar que será necessário em cada local. Sendo que locais distintos têm necessidades diferentes, o RSECE apresenta alguns caudais de ar a insuflar consoante a utilização tipo. (Vd. Anexo III)

Os valores que o RSECE anuncia são aqueles que apresentam as condições de conforto. No entanto, o projetista em casos específicos pode decidir se deve aumentar ou diminuir os caudais propostos para aquela utilização.

Um caso onde este tipo de situações acontece é nos locais de fabrico de pão. A NP1037:2001/Parte 4, anuncia que para o fabrico de padaria/pastelaria é necessária uma taxa de renovações de ar correspondente a 20-30 NR/h. No entanto, as pessoas que trabalham na área, pedem expressamente para que naqueles locais não se coloque nenhum sistema que faça circulação de ar para não afetar a fermentação das massas.

Assim sendo o projetista pode projetar um sistema de ventilação, ou opta por justificar que a renovação de ar pode ser feita pelas hotes dos fornos de padaria e portas/janelas da sala.

Do ponto de vista técnico, esta é uma situação válida, uma vez que por mínimo que seja, o facto de se ligar uma hote já tem influência na renovação de ar.

A tabela 2.1 resume o anexo VI do RSECE, cuja particularidade se aplica ao caso da hotelaria.

Tabela 2.1- Caudais de ar novo (adaptado de RSECE)

<i>Caudais Mínimos de Ar novo</i>		
<i>Tipo de Local</i>	$\text{m}^3/\text{h} \times \text{ocupante}$	$\text{m}^3/\text{h} \times \text{m}^2$
Salas de estar	30	-
Supermercados	30	5
Salas de refeições	35	-
Cafetarias	35	35
Bares, salas de cocktail	35	35
Sala de preparação refeições	30	-

Pode definir-se zona ocupada como o espaço de uma sala onde pode ocorrer ocupação humana, geralmente, desde o nível do solo até dois metros acima. É este espaço interior que necessita de apresentar condições de conforto térmico e higiene do ar.

Para se calcular o caudal de insuflação numa sala ou zona cuja utilização tipo está pré-definida, podem-se usar 2 métodos diferentes:

- Em função do volume do local e do número de renovações por hora;
- Em função do número de pessoas habitualmente presentes no local e da atividade (Anexo VI do RSECE).

A primeira metodologia tem uma aplicação mais industrial, tal como demonstra a tabela 2 do anexo III deste documento. Assim sendo para encontrar o valor correspondente ao caudal de ar necessário em determinado tipo de instalação industrial, basta multiplicar o número de renovações por hora presentes no documento pelo volume das instalações, obtendo-se desta forma o valor em m^3/h .

Quando o edifício é de serviços ou comercial, o cálculo é feito em função do número de ocupantes (efetivo), ou da área em questão. Desta forma basta multiplicar o efetivo pela quantidade de ar necessária por ocupante, dando origem desta forma a um caudal total. (vd. Tabela 2.1)

2.5 Associação de sistemas de aproveitamento térmico

Nos edifícios ligados à restauração hotelaria, por vezes, torna-se necessário associar os sistemas de climatização ao sistema de ventilação do edifício.

Esta é uma medida muito apelativa sob o ponto de vista energético, visto que, desta forma, poder-se-á insuflar ar novo já climatizado, poupando a necessidade de colocação de ventiladores para um efeito e unidades de ar condicionado para outro.

Podem-se fazer duas analogias sob o ponto de vista de poupança: uma delas passa por colocar recuperadores de calor no sistema, a outra é colocar unidades de tratamento de ar com baterias de aquecimento/arrefecimento para climatizar.

O recuperador de calor é um equipamento que permite a interligação entre o sistema de exaustão e o de insuflação criando uma permuta de calor no seu interior através de um sistema dotado para tal. O ar captado no interior do edifício nunca se mistura com o ar novo, verificando-se que a única altura em que estes se cruzam é num permutador de calor que irá fazer o aproveitamento térmico do mesmo. (vd. Figura 2.3)

A solução que adota os recuperadores de calor, obriga à colocação de unidade para climatizar o ar. Desta forma, o recuperador, faz com que a energia térmica introduzida pelas unidades de ar condicionado não seja totalmente rejeitada para o exterior.

A figura 2.3 mostra algumas das configurações internas destes equipamentos. O seguimento a azul ilustra a sequência que o ar novo captado no exterior tem de seguir, salientando-se que este recebe uma pré-filtragem através de um filtro G4 e uma filtragem por meio de um F7 antes de passar pelo permutador, enquanto o traço a vermelho pretende demonstrar o seguimento do ar extraído do interior do edifício.

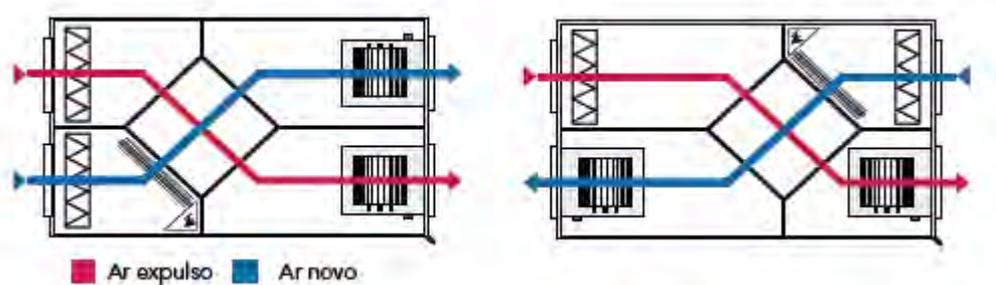


Figura 2.3- Diferentes configurações dos recuperadores de calor (adaptado de Ventilnorte, 2010)

Esta é uma solução que tem sido cada vez mais utilizada na restauração, uma vez que as salas de jantar dos restaurantes são locais onde é necessária muita energia para climatizar o ambiente.

A figura 2.4 ilustra a eficiência energética que diferentes recuperadores de calor podem introduzir numa determinada quantidade de ar.

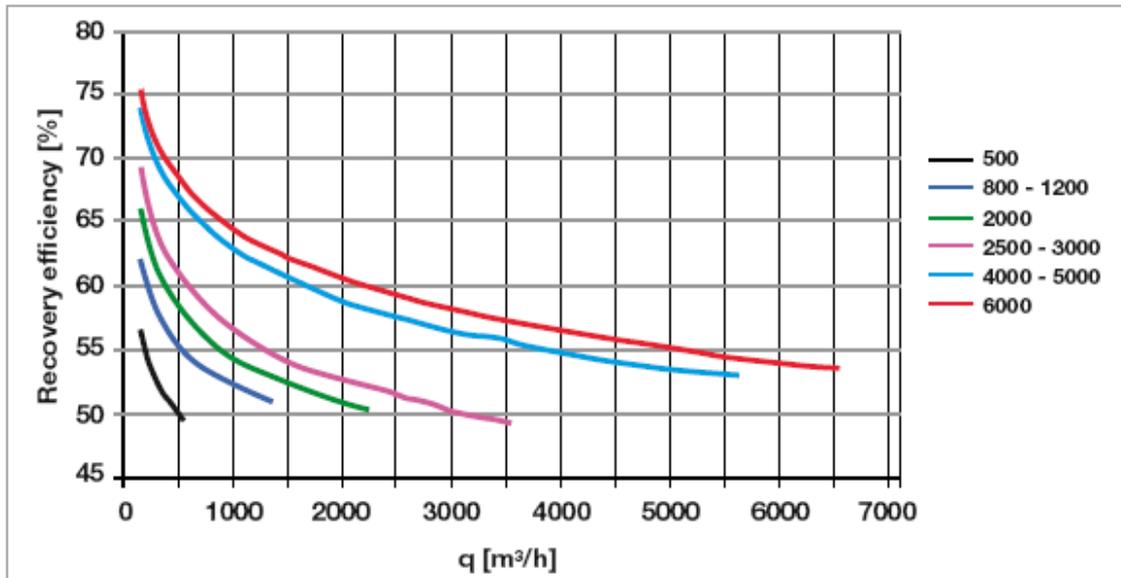


Figura 2.4- Gráfico de eficiência dos recuperadores de calor (adaptado de VORT, 2010)

No entanto, os custos iniciais deste tipo de sistemas podem ser pouco apelativos para o dono da obra, sendo este descartado de imediato quando a obrigatoriedade de colocação do mesmo não é necessária.

A segunda opção passa pela colocação de uma UTAN, normalmente na cobertura do edifício, que irá fazer o tratamento de ar, climatização e até reaproveitamento térmico. Embora este sistema seja normalmente aplicado a grandes edifícios é de salientar que permite fazer a abrangência total no que toca ao AVAC, possibilitando assim uma poupança a nível de aquisição de equipamentos.

2.6 Salas de Fumadores

A Lei nº 37/2007 de 14 de Agosto, proíbe os fumadores de exercerem este ato no interior de um recinto fechado, sem que este tenha meios adequados para a evacuação do fumo do tabaco.

Estabelecimentos com uma área superior a 100 m² podem requerer a DGS a utilização do seu espaço como área onde é permitido fumar, no entanto devem ter um sistema criado para a

exaustão de fumos e, finalmente, devem ser dotados uma zona que seja pelo menos 30% da área para total para fumadores onde será criado um local onde este ato é proibido.

Para calcular o caudal a insuflar na zona de fumadores deve-se ter em consideração o RSECE, que indica o valor de $60 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$ de ar novo por ocupante no local. Salienta-se também que a sala deve ficar em depressão (vd. Anexo IV), tendo por isso que o caudal de insuflação ser aproximadamente 80% do valor do caudal de exaustão.

2.6.1 Dimensionamento de caudal de insuflação

Para dimensionar o caudal de insuflação de um determinado espaço previsto para fumadores é necessário que o projetista conheça a quantidade de pessoas previstas para aquela sala. No caso de não ser conhecido o efetivo, poder-se-á fazer os cálculos por intermédio da área da zona de fumadores.

Deve-se também estabelecer a eficiência do tipo de ventilação previsto e associar a sala a uma classe de pressão, para que se tenha a garantia de que esta irá ficar em depressão. A classe que usualmente se emprega para este tipo de utilizações é “PC1” (vd. Anexo IV).

O caudal de insuflação das salas de fumadores é dado pela seguinte expressão: (vd. Equação 2.1)

$$Q_{i,f} = (60 \times N) / \eta V \quad (2.1)$$

onde:

$Q_{i,f}$ – Caudal de insuflação de sala de fumadores [m^3/h]

N – Número de ocupantes

ηV – Eficiência da ventilação [adimensional] (0,8 mistura / 1 deslocamento)

2.6.2 Dimensionamento de caudal de exaustão

Uma vez que as salas de fumadores devem estar em depressão relativamente a outros locais, pelo que evitam a contaminação com fumos de tabaco.

Para se estabelecer uma depressão da classe “PC1”, basta que o projetista aumente o caudal de exaustão da sala, com valores de cerca de 15% superiores ao caudal de insuflação. (vd. Equação 2.2)

$$Q_{e_f} = Q_{i_f} \times FM_f \quad (2.2)$$

onde:

Q_{e_f} – Caudal de exaustão de sala de fumadores [m³/h]

FM_f – Fator multiplicativo da sala de fumadores [adimensional]

2.7 Exaustão WC

Face ao RSECE, que visa a obrigatoriedade de ventilação de casas de banho, locais de duche e vestiários, o projetista deve criar um ou mais sistemas de exaustão nas áreas referidas.

Esta exaustão é calculada consoante a área da divisão. A rede de condutas pode ser uma única, com várias grelhas. No entanto, esta não pode estar interligada com mais nenhum sistema de ventilação, o que iria criar possibilidades de transmissão de ar do WC para outras divisões.

Por vezes, e quando o edifício assim o permite, é comum os projetistas colocarem um ventilador individual por cada WC, interligado com o sistema de iluminação, originando uma poupança de energia. No entanto, naqueles casos em que não é possível utilizar este tipo de sistema, opta-se por colocar um ramal afeto a várias divisões.

Um problema que pode surgir é a criação de zonas não ventiladas, pelo que o projetista deve sempre tentar colocar a grelha ou bocal de exaustão na zona oposta à porta, para que o ar que entre pela grelha de passagem na porta seja corretamente orientado para a zona contrária e desta forma possa varrer todo o volume por igual.

A figura 2.5 mostra como uma incorreta localização de entrada de ar pode originar uma deficiente ventilação.



Figura 2.5- Exemplo de ventilação em WC
(adaptado de Soler&Palau, 2011)

Normalmente as entradas de ar são feitas por meio de grelhas apropriadas, grande parte das vezes são colocadas nas portas dos WC individuais, visto que cada uma destas pequenas divisões deve ter uma válvula de extracção.

Estas grelhas têm de seguir alguns critérios específicos uma vez que têm de ser estanques à visão para o lado oposto e por isso devem ter lamelas em “V”, normalmente invertido para minimizar as fixações de pó, como se pode ver na figura 2.6.

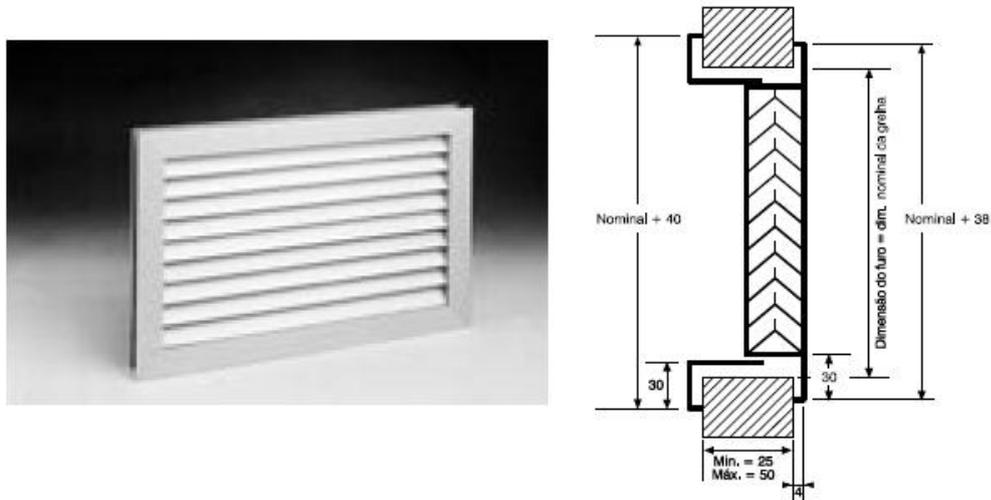


Figura 2.6- Grelha de porta de WC
(adaptado de Ventilnorte, 2010)

Em alternativa às grelhas é comum ver-se as portas destes compartimentos um pouco elevadas alguns centímetros em relação ao nível do solo, para que desta forma ocorra a entrada de ar pretendido.

2.7.1 Dimensionamento do caudal de exaustão WC

Para obter o caudal necessário a extrair de uma determinada zona dos sanitários, é apenas necessário que o projectista tenha conhecimento das dimensões do espaço.

Multiplicando o volume pelo número de renovações por hora obtém-se o caudal de exaustão:

$$Q_{e_{WC}} = V \times \frac{NR}{h} \quad (2.3)$$

onde:

$Q_{e_{WC}}$ – Caudal de Exaustão [m³/h]

V – Volume do WC [m³]

$\frac{NR}{h}$ – Numero de Renovações por Hora

Os valores do NR/h podem ser consultados na tabela nº2 do Anexo VI do RSECE, que se encontra no anexo V deste documento.

Tabela 2.2- Número de renovações horárias para WC (adaptado de anexo VI Decreto Lei 79/2006)

<i>Natureza do local</i>	<i>NR/h</i>
Lavabos	10 – 15
WC Público	8 – 15

Nos edifícios com grande número de WC é comum criar uma única rede de exaustão com ramais interligados entre si, através de um ventilador comum, para que desta forma se possa estar a exaurir continuamente o ar viciado das casas de banho, até que estas encerrem. Isto deve-se ao facto de que a colocação de pequenos ventiladores individuais não tem capacidade para vencer as perdas de carga associadas ao circuito a jusante do ventilador.

No entanto, quando as instalações são de pequena dimensão, como no caso de habitações unifamiliares, é comum encontrar-se este tipo de sistemas. Na grande maioria das vezes são interligados com o circuito de iluminação para que só haja funcionamento destes, quando o interruptor estiver ligado.

A figura 2.7 mostra uma representação esquemática em planta de uma exaustão destinada a WC, onde se pode ver no traçado a azul a tubagem e se distingue a localização das válvulas de exaustão.

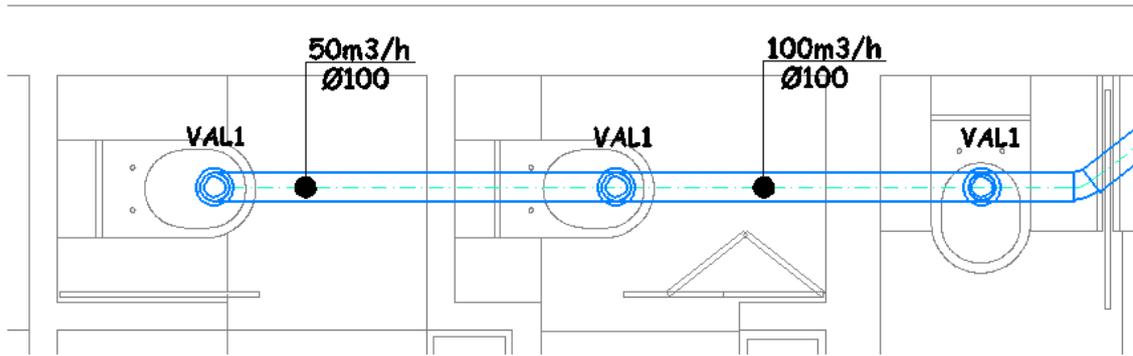


Figura 2.7- Esquema de exaustão WC
(adaptado de Restaurante Trin-C-Art/Lusoclima, 2011)

2.8 Conclusão

A boa ventilação do local é uma condição essencial, pois permite uma boa qualidade do ar, evitando odores, excessos de calor e de humidade. A ventilação pode ser feita de determinadas maneiras, podendo ser estas de forma natural ou forçada.

Localizando estrategicamente as insuflações e exaustões podem obter-se maiores rendimentos, potenciando não só a gestão energética, bem como o bem-estar dos ocupantes.

A quantidade de ar necessário a cada recinto específico deve ser determinada individualmente, para se darem as garantias de que o caudal por pessoa ou o número de renovações horárias será cumprido.

Em certos casos, a associação de sistemas de climatização a sistemas de ventilação é uma necessidade, sendo também uma medida a adotar sob o ponto de vista de poupança energética. Em contrapartida o elevado custo destas instalações leva a que alguns investidores descartem essa possibilidade.

É importante ter um espaço reservado a fumadores, para que estes possam fumar nos locais indicados, não incomodando os indivíduos que não pretendem fazê-lo e não colocando em causa a qualidade do ar comum a todos.

Para concluir, também os WC requerem especial atenção, no que toca à ventilação, uma vez que devem estar corretamente ventilados para garantir os parâmetros de renovação de ar previstos na regulamentação da especialidade.

3. CÂMARAS FRIGORÍFICAS

3.1 *Introdução*

Na indústria hoteleira são muitas as necessidades de conservação dos mais variados alimentos. Assim surge a necessidade da criação de espaços com o objetivo de manter determinadas temperaturas, designados por câmaras frigoríficas. O facto de existirem diferentes necessidades de conservação leva a que estas tenham de ser projetadas e concebidas consoante cada tipo de alimento que irão receber.

A reduzida eficiência energética assim como fatores ambientais, associados a estes equipamentos, levaram a que estes tenham sofrido uma grande evolução ao longo da sua história, originando materiais com melhores características isolantes e utilização de fluidos frigorígenos menos poluentes.

3.2 *Tipos de câmaras frigoríficas*

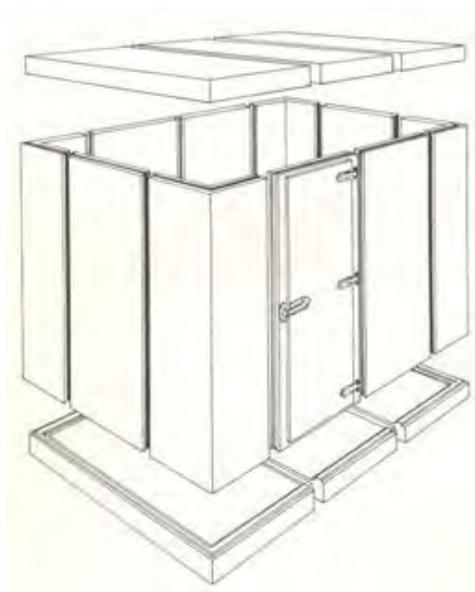
As câmaras frigoríficas podem classificar-se através de diferentes grupos, sendo os componentes construtivos o seu elemento diferenciador, bem como a sua gama de temperaturas.

Assim as câmaras podem ser apropriadas para refrigeração ou conservação consoante as sua gama de temperaturas. Relativamente aos critérios construtivos, estas podem ser em material de alvenaria, nomeadamente blocos, e levar como isolamento interior poliuretano projetado ou construídas em painéis preconcebidos.

A construção das câmaras por meio de alvenaria é muito comum, sobretudo em edifícios mais antigos. No entanto, este modelo está a cair em desuso nas novas instalações.

Hoje em dia, com a evolução dos materiais, e como existe sempre a possibilidade de remodelação num curto período de tempo, torna-se mais viável construir as câmaras em painéis desmontáveis.

São inúmeras as situações em que os técnicos aconselham a escolha dos painéis desmontáveis, não só pela poupança em mão de obra, bem como a facilidade da ação de limpeza, visto que os painéis são dotados de um fenólico exterior lavável, usualmente conhecido como PVC.



**Figura 3.1- Exemplo de câmara frigorífica de painéis
(adaptado de “Ambiente Gelado”, 2011)**

3.3 Caracterização das câmaras frigoríficas

Para se dimensionar qualquer um dos tipos de câmara frigorífica anteriormente mencionados é necessário fazer algum estudo prévio sobre os materiais envolvidos, o tipo de edifício, e, por fim, visar o enquadramento de custos de forma a conseguir o melhor resultado possível.

No caso que se irá apresentar, tendo em vista que a seleção de materiais é feita através de catálogos da especialidade, não será necessário envolver todas as peças e componentes, visto que estes estarão incluídos nos grupos do evaporador e do compressor/condensador.

Os fatores a ter em consideração para fazer a primeira abordagem deste assunto são:

- Plantas e alçados do edifício, e/ou locais a refrigerar;
- Orientação e situação geográfica;
- Gradientes de temperatura exteriores;
- Temperatura e humidade relativa pretendidas no interior;
- Materiais empregues na construção;

- Tipo e sistema de refrigeração;
- Tipo de produto a conservar;
- Características do evaporador/condensador/compressor;
- Acessórios e isolamento da tubagem;
- Controlo.

Por vezes a ausência de alguns dos dados anteriormente citados leva a que tenham de se fazer considerações muito acima das necessárias, o que faz com que o estudo técnico-económico se traduza inevitavelmente num incremento financeiro e o conseqüente abandono da proposta.

3.4 Balanço térmico

Para conseguir efetuar um dimensionamento mais pormenorizado e necessário realizar um balanço térmico, que é obtido através somatório de todos os parâmetros que introduzam perdas no sistema.

O balanço térmico surge como uma ajuda que permite contabilizar as perdas diretas e indiretas de um sistema, levando a um dimensionamento pormenorizado.

As perdas diretas podem ser consideradas aquelas que existem sem ação do ser humano (isolamentos), já as indiretas são todas as outras que acontecem por intermédio de um ato realizado com por exemplo a abertura de portas.

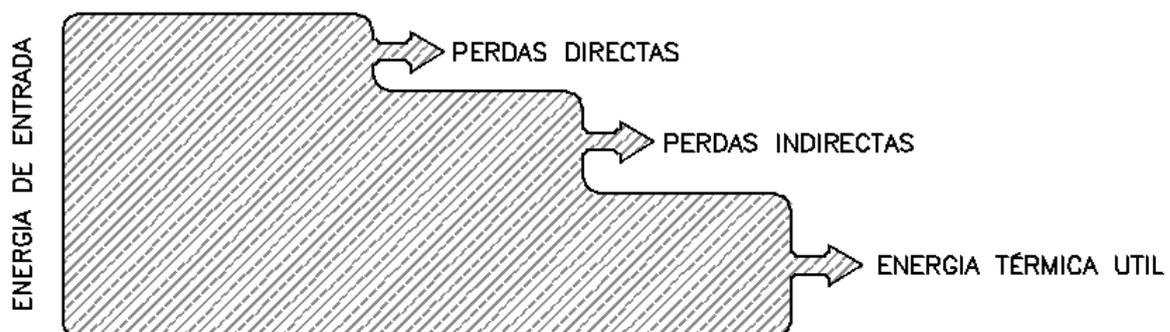


Figura 3.2- Balanço térmico de uma câmara frigorífica

3.4.1 Perdas por isolamento

As perdas por isolamento traduzem as perdas resultantes das trocas térmicas entre o ambiente exterior e o interior da câmara. São diretamente proporcionais à espessura do isolamento, pelo que se conclui que o material utilizado nas paredes das câmaras é um dos pontos mais importantes para diminuir estas perdas energéticas.

Existem vários dados que devem ser previamente recolhidos, nomeadamente as dimensões das paredes, o gradiente de temperatura e o coeficiente de transmissão térmica através da consulta da tabela 2 do anexo V.

Estes dados resultam das características e do tipo de câmara que se quer, no entanto é necessário criar várias suposições. Estas não revelam dados científicos, nem se podem generalizar, mas tornam-se tanto fiáveis consoante a experiência do projetista.

Suposições incluídas:

- A temperatura do teto é superior à temperatura da restante câmara;
- A temperatura do chão normalmente tem valores diferentes das restantes paredes da câmara.

Uma vez que o cálculo tem de ser repetido para cada parede distinta recomenda-se a criação de uma folha de cálculo ou a utilização de software para o efeito.

Na tabela 3.1 mostra-se um exemplo em que a perda é obtida através da seguinte expressão: (vd. Equação 3.1)

$$P_{isol} = C \times L \times k \times \Delta T \times nh \quad (3.1)$$

onde:

P_{isol} – Perdas por isolamento [kcal/h]

C – Comprimento [m]

L – Largura [m]

k – Coeficiente de transmissão térmica [kcal/h.m°C]

ΔT – Variação de Temperatura [°C]

nh – Número de horas

Ao efetuar os cálculos para o gradiente de temperaturas (ΔT) subtrai-se a temperatura exterior da câmara à temperatura mais baixa que será necessária no interior da mesma.

No caso das câmaras de refrigeração os valores variam entre os 2 e 6°C, enquanto nas câmaras de conservação de congelados a gama de temperatura é entre -18 a -26°C.

3.4.2 Perdas por renovação de ar

Existem câmaras frigoríficas que devido ao tipo de alimentos que conservam necessitam de renovações de ar novo, tendo em vista a não saturação dos produtos devido à sua auto respiração e necessidades de CO₂.

Por outro lado, existe outro fator que se pode incluir como situação nas perdas por renovação de ar. Quando se abre a porta da câmara ocorre sempre a entrada de uma massa de ar exterior com uma temperatura mais elevada o que contribui para perdas ainda maiores.

Estas duas situações podem ser previstas, e desta forma o projetista pode antecipar estes decréscimos de energia.

No caso da necessidade de introdução forçada de ar novo através de ventiladores e do seu tempo de funcionamento diário, com o auxílio da tabela 5 do anexo V pode e calcular-se a energia que é introduzida através do ar.

No caso das perdas por abertura de portas através do volume do recinto e do tipo de utilização que se dá à câmara, as perdas por renovação de ar em $\frac{m^3}{24h}$ podem ser obtidas por:

$$P_{Ren} = Q_{Ar} \frac{m^3}{24h} \times E_{Q_{Ar}} \quad (3.2)$$

onde:

P_{Ren} – Perdas por renovação de ar [kcal/h]

$Q_{Ar} \frac{m^3}{24h}$ – Caudal de ar por 24h [m³/24h]

$E_{Q_{Ar}}$ – Energia do caudal do ar [kcal/m³]

3.4.3 Perdas por arrefecimento do produto

Qualquer produto alimentar colocado na câmara tem uma temperatura superior aos que se encontram no seu interior, pelo que esta é uma das parcelas a considerar. É no entanto uma das mais difíceis de contabilizar, dada a diversidade de produtos que se encontram dentro na câmara.

A situação que mais se aconselha em projeto é adotar um coeficiente de 15% da carga total de produto novo e assim sobredimensionar a instalação.

Através da tabela 7 do anexo V pode-se encontrar a densidade da carga, consoante o seu estado físico. Assim, através do volume total da câmara obtêm-se os 15%, e desta forma multiplica-se o valor obtido pela densidade da carga chegando assim a quantidade de carga que entra diariamente em kg/m^3 .

Com o auxílio da tabela 6 do anexo V é possível encontrar o calor específico do produto tendo em vista o tratamento que se vai dar ao mesmo (refrigerado/congelado). É daí que também deriva o gradiente de temperatura, que mais tarde se inclui na equação 3.4 uma vez que este pode aumentar consoante o tipo de conservação.

As equações 3.3 e 3.4 mostram como encontrar as perdas por arrefecimento do produto.

$$P_{prod} = V \times D_c \times FM_p \quad (3.3)$$

onde:

P_{prod} – Massa do produto [kg]

D_c – Massa específica da carga [kg/m^3]

FM_p – Fator multiplicativo do produto [adimensional]

e

$$P_{arref} = P_{prod} \times E_{prod} \times \Delta T \quad (3.4)$$

onde:

E_{prod} – Energia do produto [kcal/kg]

3.4.4 Perdas por respiração do produto

Estudos biológicos concluem que as frutas e os vegetais tendem a libertar calor e humidade por meio de respiração própria. Assim, esta é uma parcela que deve ser incluída no balanço térmico a efetuar no dimensionamento da câmara frigorífica.

Esta contabilização tem de ser feita em larga escala para que se consigam obter valores consideráveis para a introdução no balanço térmico. Sendo assim terá que se contabilizar o produto à tonelada.

Para a aplicação desta contabilização tem que ter alguma ideia da quantidade de produto que se irá colocar dentro da câmara, dado que pode ser obtido através da tabela 7 do anexo V.

Os valores sobre a respiração de cada produto podem ser obtidos com o auxílio da tabela 6 do anexo V. Desta forma basta multiplicar a quantidade de carga da câmara, em toneladas, pelos valores da respiração de cada produto, obtendo-se assim a carga térmica do recinto a refrigerar.

Na equação 3.5 é mostrado como encontrar as perdas por respiração.

$$P_{resp} = P_{ton} \times E_{ton} \frac{\square}{24h} \quad (3.5)$$

onde:

P_{resp} – Perdas por respiração do produto [kcal/h]

P_{ton} – Peso do produto [toneladas]

$E_{ton} \frac{\square}{24h}$ – Energia do produto em 24h [kcal/ton.24h]

3.4.5 Perdas por arrefecimento de embalagens

A associação de alguns produtos alimentares a embalagens, sejam estas de cartão, polímeros ou derivados, é outra questão que tem que se ter em conta no dimensionamento da câmara.

Hoje em dia pode-se ter fruta em caixas de polímeros, de cartão, ou até num processo mais avançado, em que o mesmo produto já se encontra subdividido em pequenas embalagens prontas a ser comercializadas.

Tudo isto são hipóteses válidas e todas elas devem entrar no cálculo, no entanto, de dia para dia os invólucros podem ser totalmente alterados inviabilizando todos estes cálculos associados a perda por arrefecimento das embalagens.

Em condições de projeto é uma das situações que se considera desprezáveis, até por que o seu valor não iria ter grande significado no resultado final. A equação 3.6 mostra como pode ser obtida esta componente.

$$P_{arref_{emb}} = P_{emb} \times E_{emb} \times \Delta T \quad (3.6)$$

onde:

$P_{arref_{emb}}$ – Perdas por arrefecimento de embalagem [kcal/h]

E_{emb} – Energia por peso de embalagem [kcal/kg]

3.4.6 Perdas por estiva e entrada de pessoas

Seja uma câmara de grande ou pequena dimensão, considera-se que tem de ter sempre pessoas ou maquinaria a trabalhar no seu interior. Este dado tem de ser considerado nomeadamente quando a maquinaria apresenta grande potência calorífica.

A tabela 3 do anexo V mostra o tipo de trabalho associado as pessoas dentro do recinto e consequentemente a quantidade de energia libertada. Para o mesmo efeito, mas relativo à maquinaria, a tabela 8 do anexo V, mostra a quantidade de energia libertada pelo motor.

Na equação 3.7 pretende-se mostrar como contabilizar as perdas por estiva e entrada de pessoas na câmara frigorífica.

$$P_{est} = Quant. \times C_d \times nh \quad (3.7)$$

onde:

P_{est} – Perdas por estiva e entrada de pessoas [kcal/h]

$Quant.$ – Quantidade de pessoas ou máquinas [adimensional]

C_d – Calor dissipado [kcal/h]

3.4.7 Perdas por iluminação

A iluminação no interior das câmaras é um facto incontornável, embora cada vez mais existam luminárias de baixo consumo e consequente menor dissipação térmica.

Para contabilizar esta carga térmica tem de se recorrer à experiência do projetista para poder especificar quanto tempo a luminária se encontra ligada durante as 24 horas do dia.

Na equação 3.8 o valor correspondente ao “FC” (860) representa o fator multiplicativo resultante da conversão kW para kcal/h.

$$P_{ilum} = P_{lum} \times FC \times nh \quad (3.8)$$

onde:

P_{ilum} – Perdas por iluminação [kcal/h]

P_{lum} – Potência da luminária [kW]

FC – Factor de conversão [adimensional]

3.5 Pré dimensionamento do Evaporador

Considerando que as perdas totais são o somatório do subtotal acima definido, obtêm-se:

$$\text{Balanço térmico} = \sum \text{Subtotais}_{Eq\ 3.1\ (Eq\ 3.8)} \quad (3.9)$$

Tendo em vista que o evaporador não funciona as 24 horas do dia, efetua-se uma ponderação que considera os momentos em que as portas estão abertas, que as resistências se encontram em fase de descongelamento e que se atinge a temperatura pretendida dentro do recinto a refrigerar, períodos em que o grupo para o seu funcionamento.

A conjugação de todas estas considerações, leva o projetista a associar o período de funcionamento do grupo a valores compreendidos entre as 16 e 18 horas diárias.

Para obter uma potência aproximada do evaporador efetua-se o quociente entre o balanço térmico acima calculado e o número de horas que se estima que o evaporador trabalhe:

$$Pot_{evap} = \frac{\text{Balanço térmico}}{nh} \quad (3.10)$$

onde:

Pot_{evap} – Potência do evaporador [kcal/h]

Recorrendo a catálogos da especialidade procede-se à seleção do evaporador. Existe no entanto, a necessidade de retirar alguns dados do evaporador selecionado tais como a potência dos ventiladores e das resistências de descongelamento. Estas últimas só são necessárias para

casos em que os recintos a refrigerar tenham que baixar a barreira dos 2°C, situação em que se dá a formação de gelo no evaporador.

A equação 3.11 mostra o cálculo das perdas no evaporador.

$$P_{evap} = Pot_{mot+res} \times FC \times nh \quad (3.11)$$

onde:

P_{evap} – Perdas do evaporador [kcal/h]

$Pot_{mot+res}$ – Potência dos motores e resistências do evaporador [kW]

O subtotal encontrado na equação 3.11 terá que ser adicionado ao balanço térmico final. Consequentemente procede-se a nova seleção do evaporador. Na grande maioria dos casos a primeira seleção que se faz acaba por ser coincidente com a segunda, caso esta situação não se verifique, terá que se recorrer ao catálogo do fabricante e escolher novos valores de potência.

3.6 Balanço térmico final

O balanço final, ao qual ainda se deve acrescentar um coeficiente de segurança de 10%, é obtido considerando todas as parcelas. Assim, a tabela 3.1 mostra o somatório de todas as perdas, dando origem a um valor de referência em kcal/h.

Tabela 3.1- Balanço Térmico Final

<i>Potências em jogo</i>	<i>kcal/h</i>
Balanço térmico total em 24 horas	
Potência calculada com 10% de segurança	
Balanço horário final	

*Nota: Esta tabela não está preenchida propositadamente, uma vez que é meramente exemplificativa do tipo de tabelas que se podem construir.

Dividindo a potência final pelo número de horas de funcionamento, seleciona-se o grupo compressor/condensador através de catálogos da especialidade. (vd. anexo XIV)

Todos os outros componentes associados tais como válvulas e reguladores vêm inseridos no grupo escolhido. Esta é uma mais-valia tanto a nível de custos diretos de material, bem como a mão-de-obra que se torna muito menos dispendiosa. Outro facto relevante numa

situação de manutenção, é que grande parte dos acessórios está no evaporador, ou no grupo condensador, tornando-se muito mais simples efetuar qualquer operação de substituição.

3.7 Conclusão

Para que seja mantida a qualidade dos alimentos, há necessidade de colocação de câmaras frigoríficas nos locais apropriados. Estas têm a função de conservar alimentos por um determinado período de tempo sem que estes degradem a suas características biológicas.

Cada câmara deve ser adequada ao local em que se insere, tendo em vista as necessidades a que se destina, sendo por isso necessário dimensioná-las corretamente tanto a nível de volume, bem como a nível de equipamento.

Deve ser feito um balanço térmico para cada caso, tendo como preocupação o gasto energético e as perdas associadas a este tipo de instalações. Pode concluir-se que normalmente as perdas maiores são aquelas que são introduzidas pelo ser humano, havendo necessidade de mudar algumas metodologias de trabalho, para criar alguma poupança.

O simples fato de colocar uma luminária de menor consumo, bem como a minimização dos tempos da porta da câmara abertos, são dois aspetos que podem influenciar nos balanços finais.

A colocação de uma cortina de ar na zona superior à porta é uma hipótese bastante utilizada na atualidade, no entanto também se pode optar pela criação de uma antecâmara imediatamente antes da entrada principal. O objetivo destas duas instalações é minimizar o caudal de ar com uma carga térmica diferente que entra na câmara principal.

Assim, uma câmara bem dimensionada, associada a uma utilização eficiente pode contribuir para a garantia de qualidade dos alimentos, bem como diminuir o gasto energético associado a este tipo de instalações.

4. LAYOUT DE EQUIPAMENTOS HOTELEIROS

4.1 Introdução

Ao longo do tempo a crescente necessidade de grandes superfícies comerciais obterem resposta à procura desejada a nível de restauração, surgiu a necessidade de planear as cozinhas. O grande problema da questão passa por enquadrar as cozinhas em espaços cada vez menores.

Pode-se definir cozinha e os seus anexos como o conjunto de áreas ou locais para transformar alimentos em refeições elaboradas. Quando se fala em cozinha profissional não se deve pensar só na zona onde são processados os alimentos, mas todos os anexos que integram ou fazem parte integrante do equipamento.

O conceito de cozinha é provavelmente o mais complexo de elaborar, devido à diversidade que este pode ter, não só a nível arquitetónico, bem como ao equipamento que nele se pode inserir.

A diversidade das áreas que uma cozinha faz com que estas tenham de ser separadas de forma independente, dando origem a áreas distintas, cada uma com a sua função integrante e harmoniosa num todo.

4.2 Definição do layout de cozinha

A definição do layout, nomeadamente de uma cozinha profissional, é um processo complexo, que exige experiência do projetista. Para definir uma ordem lógica é necessário estabelecer as diferenças entre as diferentes áreas, assim poder-se-á começar a traçar o percurso correto do processamento dos alimentos.

A figura 4.1 mostra as zonas que devem ser contempladas no interior de uma cozinha, de forma a garantir que todos os processos que os alimentos devem sofrer são feitos em locais apropriados. Um exemplo é o de que na zona de preparação de alimentos não deverão existir pratos já concebidos para servir ao público, eliminando a possibilidade de haver potenciais contaminações cruzadas.

Esta forma de proceder salvaguarda não só a contaminação cruzada de alimentos, fazendo com que estes tenham um seguimento lógico e nunca retrocedam, bem como oferece garantias de que quem está a trabalhar na cozinha não irá sofrer “atropelamentos“ de outras pessoas dentro da mesma instalação, a fazer serviços diferentes.

Se o seguimento lógico dos alimentos e refeições for feito através do layout definido por ordem adequada como se mostra na figura 4.1, certamente que os problemas serão minimizados,

Embora que neste caso não estejam demonstradas as áreas técnicas, estas também fazem parte integrante de uma cozinha profissional e não devem ser esquecidas no momento do planeamento da mesma, assim como as zonas de passagem.

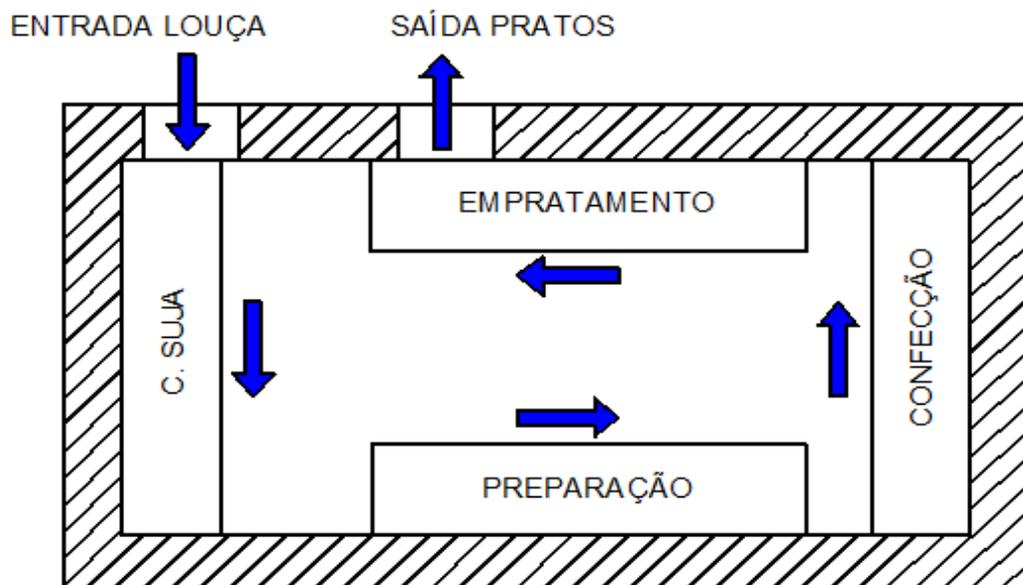


Figura 4.1- Diagrama sempre em frente

A complexidade aumenta tanto quanto se acumulam fatores tais como:

- Quantidade de refeições a servir;
- Quantidade de pratos diferentes a criar;
- O tipo de comida a confeccionar;
- Número de profissionais presentes no interior da cozinha.

Estes são fatores que fazem com que uma cozinha aumente o seu tamanho exponencialmente, dando, por vezes, origem a situações bastantes inquietantes uma vez que o projetista tem o seu espaço físico definido.

Os gráficos presentes no anexo XII mostram a relação que existe entre os espaços de uma cozinha, a sua dimensão, tipo de trabalho, quantidades associadas. Podem ser uma ferramenta muito útil para realizar uma previsão de todas as necessidades.

Existem, contudo, fatores externos que podem ser alvo de preocupação do projetista, podendo condicionar de forma clara todo o layout previamente programado:

- O fator económico associado aos gastos energéticos e investimento inicial da instalação;
- O fator económico associado aos gastos energéticos dos equipamentos;
- A localização da despensa do dia e câmaras frigoríficas;
- Fatores de construção (portas, janelas e estrutura do edifício).

4.3 Planeamento interno de uma cozinha

Para o projetista fazer o planeamento interno de uma cozinha precisa de não só ter algumas noções de preparação e confeção de alimentos, bem como conhecer, de forma integral, todos os equipamentos que irá propor para uma determinada função.

Desta forma a subdivisão de uma cozinha em áreas distintas permite uma abordagem independente para a escolha do equipamento.

4.3.1 Zonas de uma cozinha

As zonas mais comuns em que se pode dividir uma cozinha são:

- **Zonas de preparação:** (legumes, peixes, carnes e sobremesas): são zonas individuais onde se faz a preparação dos alimentos (lavagem, corte, laminagem e desossagem)

para posterior confeção. Usualmente compostas por um ou mais cubas de lavagem, bancadas construídas em aço inox e uma banca de corte. (vd. Figura 4.2)

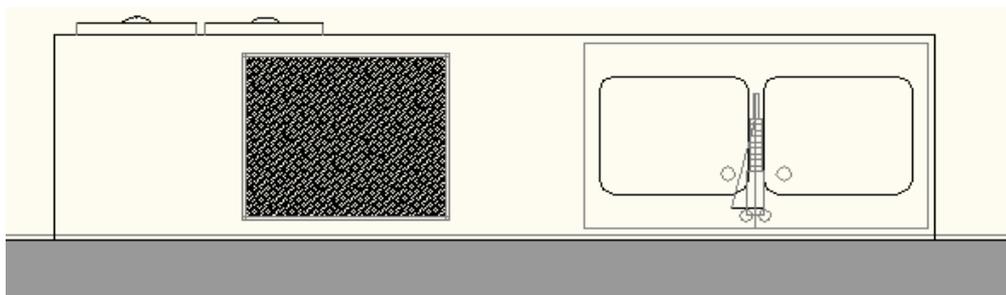


Figura 4.2- Zona de preparação

- **Zona de confeção:** constituído por aparelhos que têm por objetivo principal, a confeção de alimentos: fogões, fritadeiras, marmitas, fornos, etc. (vd. Figura 4.3)

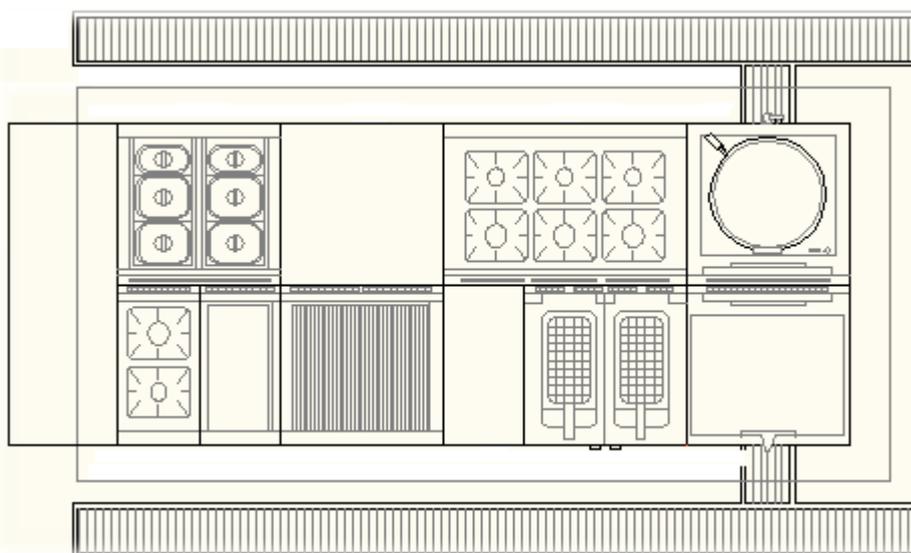


Figura 4.3- Zona de confeção

- **Zona de empratamento:** espaço com bancadas neutras integralmente construídas em aço inox apropriado para equipamento de uso alimentar, onde se coloca os diferentes alimentos e utensílios, prontos a elaborar os diferentes menus. Normalmente junto a esta zona encontra-se a porta de acesso à sala de público, evitando desta forma, que o prato já elaborado não percorra novamente toda a cozinha.

- **Copa suja:** local onde está colocada a maquinaria de lavagem e tratamento de louça. Deve ser separada de todas as outras zonas da cozinha e encontrar-se perto da zona de público, para que a louça suja não tenha que percorrer um grande espaço.
- **Copa limpa:** é uma zona que serve para guardar a louça lavada. A copa limpa pode ser considerada uma zona a contemplar numa cozinha, bem como camuflada no interior da mesma, estando disfarçada por equipamentos que permitem arrumar louça ou armários previstos para o efeito.
- **Economato:** (frescos, congelados, secos, lixos): são constituídos por câmaras frigoríficas, despensas com estrados ou estanteria, para que se armazenem os separados por grupos, e por temperaturas quando estes o exigem.
- **Sanitários e vestiários:** é um local previsto para os funcionários da cozinha, os quais devem fardar-se no seu local de trabalho. São instalações onde não é permitido o acesso ao público em geral, contudo são os lavabos que os funcionários devem utilizar nas horas de serviço.
- **Armazém de produtos de limpeza:** zona prevista para guardar os produtos de limpeza da cozinha, evitando que fiquem em contacto com os alimentos ou o material a utilizar para o processo.

Nas cozinhas mais pequenas, onde a quantidade de refeições diárias é reduzida, estas zonas podem ser algo comuns ou estarem todas contidas no mesmo espaço físico, à exceção dos vestiários, sanitários e armazém de produtos de limpeza, por razões óbvias contudo, nas grandes instalações comerciais e quando o espaço assim o permite, o projetista deve separá-las fisicamente.

Os profissionais que trabalham no interior das cozinhas comerciais, devem ter funções específicas. Desta forma o planeamento da cozinha deve ser feito de acordo com o seu tipo de trabalhos e a ordem que estes devem seguir evitando cruzamentos.

A figura 4.4 pretende ilustrar o tipo de cruzamentos que pode existir se esta não for previamente planeada. Este tipo de cruzamentos pode aumentar os tempos de trabalho na cozinha, assim como os potenciais riscos de acidente.

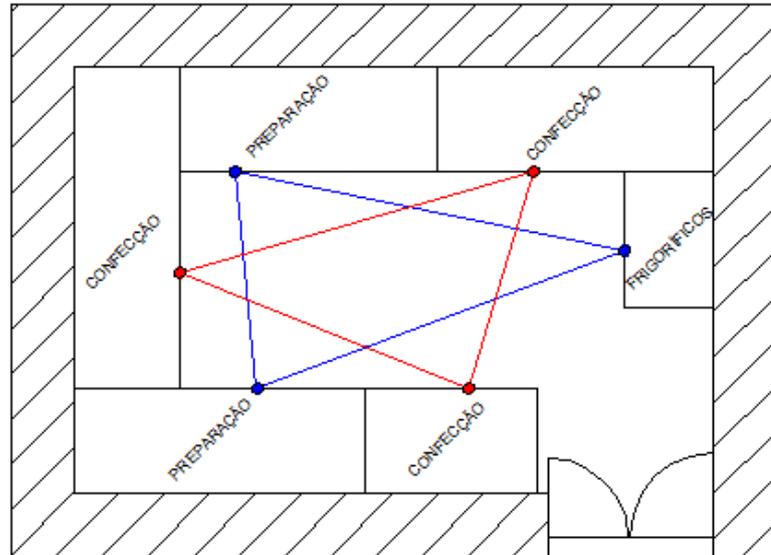


Figura 4.4- Diagrama de cruzamentos no interior de uma cozinha

4.4 Planta técnica

As plantas de técnicas são documentos criados no seguimento da adjudicação da obra. Assim, quando o investidor adjudica um determinado projeto onde já estão definidos todos os equipamentos e suas localizações, torna-se necessário criar as instalações de apoio ao funcionamento.

As redes de águas, esgotos, gás e eletricidade são alimentações imprescindíveis para o funcionamento dos equipamentos hoteleiros. No entanto, as equipas técnicas (gás, eletricidade e canalização), sem as plantas técnicas não iriam conseguir garantir todas as necessidades dos equipamentos, podendo criar lacunas fortes e, conseqüentemente, dar origem a falhas danosas.

Os técnicos de projeto de hotelaria têm um papel fundamental neste aspeto, pelo que apresentam um conhecimento incondicional sobre todos os equipamentos e suas necessidades.

A figura 4.5 mostra uma zona onde está instalado equipamento de hotelaria e se torna necessário definir em projeto quais as instalações necessárias às necessidades de cada equipamento.

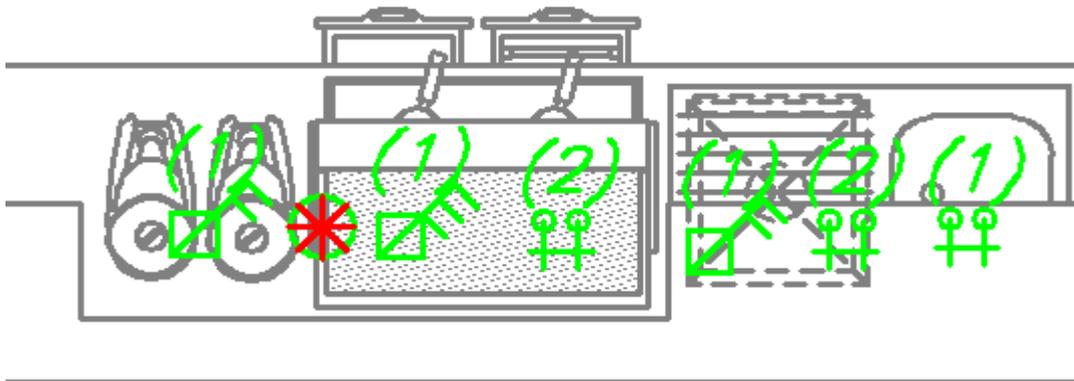


Figura 4.5- Exemplo de marcação técnica de cafeteria
(adaptado de Princesinha de Esgueira/Aveirotel, 2011)

4.4.1 Simbologia de planta técnica

Para criar um entendimento necessário entre técnicos de hotelaria, eletricitas e canalizadores, surge a necessidade da inclusão da simbologia técnica.

Os projetistas de equipamentos hoteleiros devem ser coerentes dentro da mesma planta técnica, usando a simbologia sempre igual para cada tipo de necessidade. Desta forma, o trabalho de quem está a analisar o documento, não encontra suscetibilidades de confusões.

Existe no entanto uma grande possibilidade de criar confusões, uma vez que a simbologia normalmente adotada é bastante diversa. Consequentemente cada empresa usa aquela que considera mais adequada para os seus projetos.

A figura 4.6 apresenta um exemplo de uma legenda que deve ser incluída numa planta técnica.

<u>LEGENDA</u>			
☑	— ÁGUA QUENTE/FRIA E ESGOTO A 40cm DO CHÃO	☑	— TOMADA TRIFÁSICA(3F+N+T) A 1.20mts DO CHÃO
☑(1)	— ÁGUA QUENTE/FRIA E ESGOTO NO CHÃO	☑	— TOMADA MONOFÁSICA A 1.10mts. DO CHÃO
☑(2)	— ÁGUA FRIA E ESGOTO NO CHÃO	☑(1)	— TOMADA MONOFÁSICA A 1.20mts. DO CHÃO
↑	— ÁGUA FRIA A 2.80mts DO CHÃO	☑(2)	— TOMADA MONOFÁSICA A 2.40mts. DO CHÃO
○	— ESGOTO NO CHÃO	☑(3)	— TOMADA MONOFÁSICA A 30cm DO CHÃO
⊠	— PONTO DE GÁS NO CHÃO C/VALVULA DE SEGURANÇA	☑(4)	— TOMADA MONOFÁSICA A 2.80mts DO CHÃO
☑	— 1 CABO ELECTRICO C/5X2,5 A 1.80mts DO CHÃO DESDE DO DISJUNTOR ATÉ AO LOCAL PREVISTO PARA O VENTILADOR	☑(5)	— TOMADA MONOFÁSICA NO TECTO
☑	— CAIXA DE DERIVAÇÃO MONOFÁSICA A 2.50mts DO CHÃO	⊙	— FIO TERRA NO CHÃO PARA LIGAÇÃO DE EQUIPAMENTO NEUTRO INOX
☑(1)	— SAÍDA (EM TUBO VD)DE CABO MONOFÁSICO NO CHÃO C/ 1.5mts. DE COMPRIMENTO	⊙(1)	— FIO TERRA A 1.90mts DO CHÃO PARA LIGAÇÃO A CAMPANULA
☑	— CAIXA DE DERIVAÇÃO TRIFÁSICA(3F+N+T) A 2.80mts DO CHÃO		
☑(1)	— SAÍDA (EM TUBO VD)DE CABO TRIFÁSICO(3F+N+T) NO CHÃO C/ 1.5mts. DE COMPRIMENTO		

Figura 4.6- Legenda de planta técnica
(adaptado de Princesinha de Esgueira/Aveirotel, 2011)

4.5 Conclusão

A definição do layout de um espaço que vai conter certos equipamentos, decorre com alguma dificuldade, já que é necessário analisar alguns aspetos relevantes tais como o espaço e tipo de comida a confeccionar.

Especialmente numa cozinha profissional, devem ser contemplados alguns espaços importantes no processamento dos alimentos, de modo a facilitar o decorrer todo o processo de confeção e evitando possíveis contaminações.

Dependendo de alguns fatores, a cozinha poderá ter um espaço maior ou menor, consoante o seu propósito. O layout pensado inicialmente pelo projetista responsável, poderá vir mais tarde a sofrer alterações, uma vez que podem surgir fatores como a localização específica de equipamentos ou gastos avultados, que impedem o projetista de concretizar a sua ideia inicial.

O projetista deve ter os conhecimentos necessários para conceber o layout de uma cozinha, uma vez que é importante a escolha dos equipamentos e a sua colocação no espaço. Deve também conhecer o modo de como se vai processar a confeção, para planear a disposição dos equipamentos, de modo a tornar prático todo o processo. Assim, a planificação prévia de uma instalação é algo que requer alguma experiência na área, bem como um conhecimento profundo dos equipamentos hoteleiros.

A precisão com que se dá conhecimento aos técnicos instaladores da planta técnica é um passo fundamental para o bom funcionamento de uma cozinha. Para que tudo fique a funcionar corretamente e não haja falhas, devem existir plantas técnicas, possibilitando às equipas especialistas a colocação exata e necessária de instalações de apoio ao correto funcionamento de todos os equipamentos.

5. CASOS CONCRETOS

5.1 Introdução

O presente capítulo pretende ilustrar uma interligação existente entre os capítulos anteriores, onde são apresentadas noções teóricas/práticas de assuntos relacionados com a hotelaria.

Serão apresentadas várias obras que a Aveirotel projetou/instalou dando especial ênfase às soluções adotadas no dimensionamento de sistemas de ventilação de salas de fumadores, de cozinhas e de câmaras frigoríficas.

5.2 Caso de aplicação: ventilação em sala de fumadores

Apresenta-se, de forma breve, os principais aspetos considerados no projeto de uma instalação de ventilação de uma sala para fumadores num edifício cuja planta se encontra no anexo VI deste documento.

5.2.1 Considerações iniciais

- Localização da Instalação: Aveiro;
- Tem uma área total de 398 m² sendo dividida em 2 pisos. O piso referente à sala de fumadores tem uma área de 137 m²;
- A quantidade de pessoas a admitir na zona de fumadores será de 60;
- Será prevista uma rede de duas tubagens independentes, em zonas opostas da sala de fumadores, onde uma delas será para insuflação e outra para exaustão;
- O método de dimensionamento será de velocidade constante;
- Por uma questão de uniformização da exaustão, optou-se por criar uma tubagem em tubo “Spiro”, em diferentes diâmetros;
- Deverá colocar-se registos de caudal em todas as grelhas;
- A tubagem deverá ficar encastrada no interior de uma “sanca técnica” construída em gesso cartonado, onde só ficarão à vista as grelhas de insuflação e exaustão.

5.2.2 Dimensionamentos

➤ Pressupostos de cálculo do sistema de insuflação

- Efetivo – 60 pessoas
- Classe de Pressão – PC1 (vd. Anexo IV)
- Eficiência de Ventilação – 0,8 (vd. Anexo IV)

Q insuflação => 4500 m³/h

Q exaustão => 5175 m³/h

➤ Pressupostos de equipamento de insuflação

- Número de grelhas: 8
- Caudal previsto por grelha: 563 m³/h
- Dimensões das grelhas: 400 x 200 mm
- Perda de carga por grelha: 6 Pa
- Perda de carga total: 350 Pa
- Filtro F8 e pré – filtro G4
- Caixa de Ventilação: CVTT-12/12 - 1100rpm – 1,1kW “Soler&Palau”

Através das curvas apresentadas na figura 5.1 correspondentes a um ventilador de caixa: CVTT – 12/12, pode verificar-se que este é o indicado para a insuflação do caudal pretendido, uma vez que garante as condições de caudal e pressão da instalação. No entanto pode ser colocado um variador de velocidade associado ao equipamento para que este se possa adaptar melhor à instalação.

Salienta-se que existem no anexo VII tabelas que auxiliam na escolha das grelhas de exaustão, bem como de insuflação. Nelas estão contidos valores para as perdas de carga e velocidades do ar, mediante os caudais previstos.

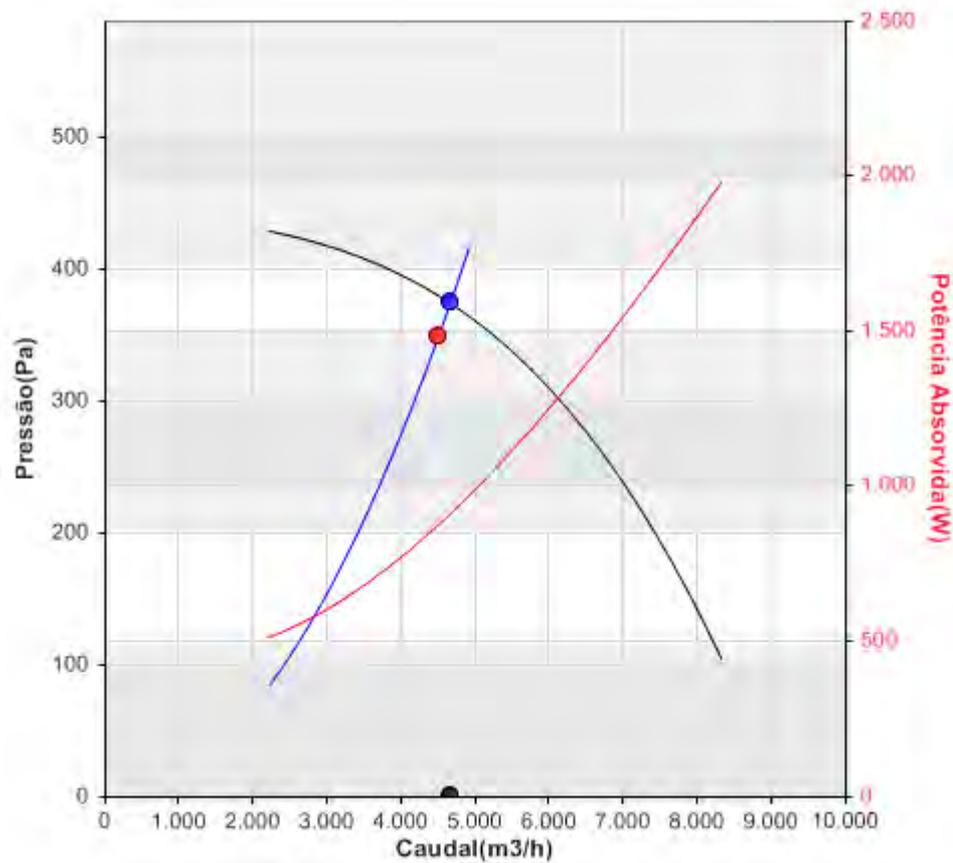


Figura 5.1- Curvas características do ventilador de insuflação da sala de fumadores (adaptado de Easyvent-Soler&Palau, 2011)

➤ **Pressupostos de equipamento de exaustão**

- Número de grelhas – 8
- Caudal previsto por grelhas – $647 \text{ m}^3/\text{h}$
- Dimensões de grelhas – $500 \times 200 \text{ mm}$
- Perda de carga por grelha: 20 Pa
- Perda de carga total: 200 Pa
- Ventilador de caixa: CVTT-10/10 - 1200 rpm - 1,5kW “Soler&Palau”

A Figura 5.2 apresenta as curvas necessárias ao dimensionamento do equipamento em questão.

Verifica-se que o ponto de funcionamento se encontra perfeitamente enquadrado com a curva do ventilador, garantindo assim umas condições ótimas de funcionamento.

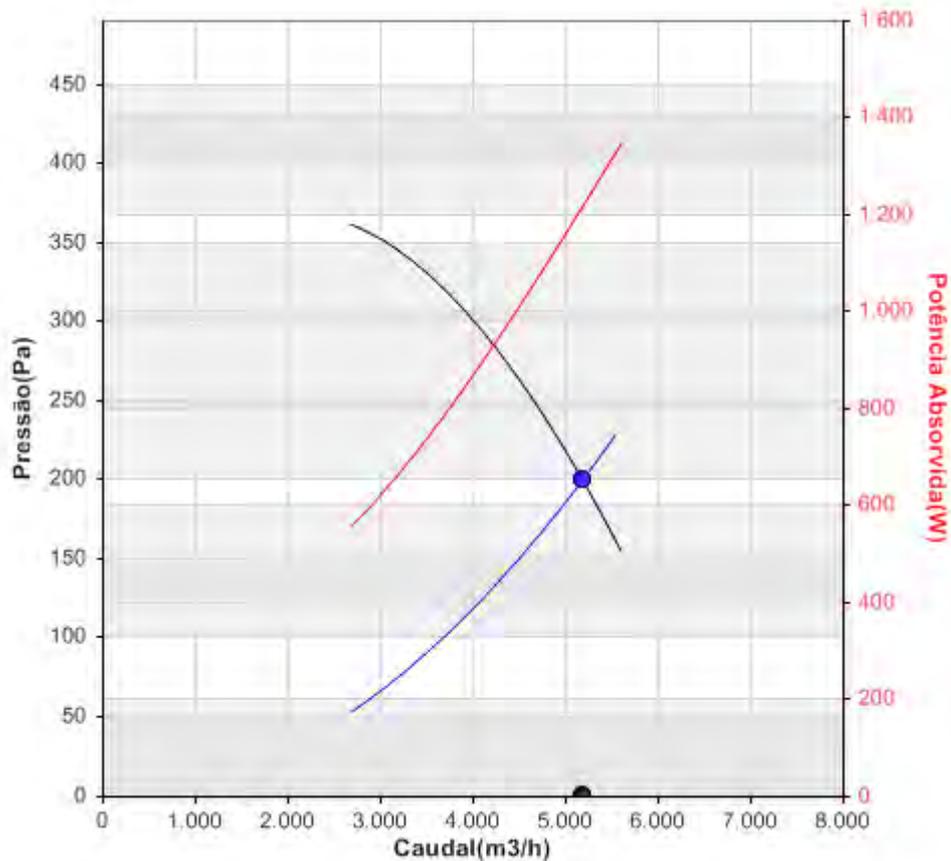


Figura 5.2- Curvas características do ventilador de exaustão da sala de fumadores (adaptado de Easyvent-Soler&Palau, 2011)

5.2.3 Peças desenhadas

A peça desenhada correspondente a esta instalação encontra-se no anexo VI deste documento, com as devidas medidas das tubagens e localização de equipamentos.

5.3 Caso de aplicação: exaustões em padaria pastelaria

O caso de aplicação apresenta uma padaria pastelaria, sita em Aveiro, com projeto aprovado pela entidade licenciadora, onde foi solicitado à equipa técnica da Aveirotel que fornecesse proposta de orçamento para os seguintes equipamentos:

- Instalação de três hotes, respetiva tubagem e ventiladores para evacuação de efluentes gasosos provenientes da confeitaria e padaria;
- Instalação de uma hote, respetiva tubagem e ventilador, para a evacuação de efluentes provenientes de uma pequena cozinha profissional;
- Instalação de uma rede de condutas exaustão para sanitários;
- Fornecimento e instalação de todo o equipamento hoteleiro, previsto nas peças desenhadas.

No anexo VIII, encontra-se a peça desenhada correspondente ao projeto aprovado para esta instalação. Ainda que tenha sido aprovado pelas entidades competentes, o gabinete técnico da Aveirotel viu-se obrigado a não fornecer cotações para o projeto de exaustões pelo que não concordava com este.

Assim, em conformidade com o investidor da obra, a Aveirotel comprometeu-se a idealizar alterações significativas ao traçado original, para que desta forma cumprisse as regras de boa prática.

A figura 5.3 ilustra de forma clara a união de sistemas de exaustão. Salienta-se que neste caso havia um único ventilador para fazer a exaustão de fumos das hotes, das casas de banho e da renovação para a sala de público.

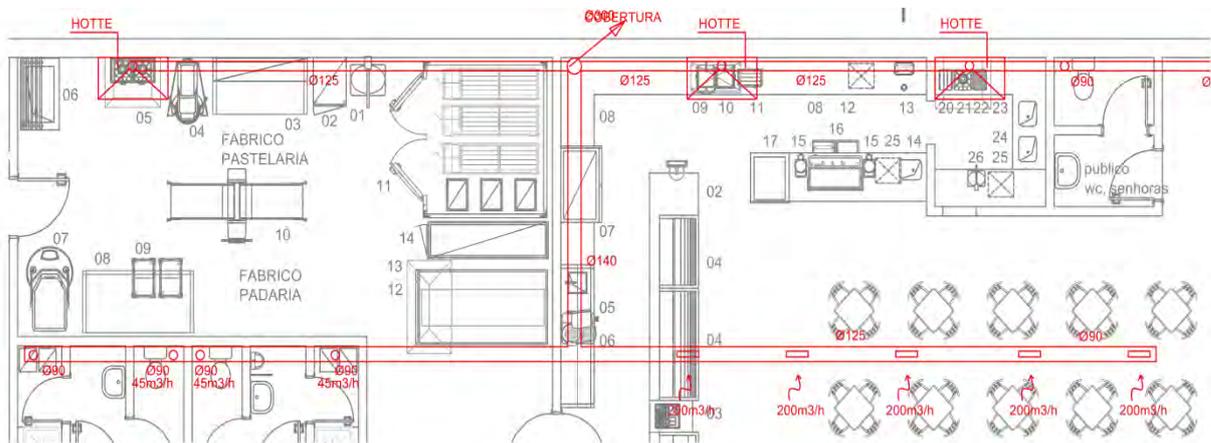


Figura 5.3- Rede única de exaustões
(adaptado de Princesinha de Esgueira, 2011)

O fumo das hotes, ou o ar exaurido de uma wc é algo que deve ter um ramal de exaustão propositado, e não deve ser ligado com outro tipo de exaustões, uma vez existe a possibilidade de estar a contaminar outros locais, e a legislação não o permite.

O anexo IX apresenta o traçado proposto pelo gabinete técnico da Aveirotel, onde estão apresentados os sistemas de exaustões das hotes, lavabos e um sistema de exaustão proposto para a zona de atendimento ao público.

5.3.1 Considerações de dimensionamento de exaustões para hotes 1 e 2

➤ Fogão de 2 queimadores (hote 1)

- Objetivo: exaurir gases e fumos produzidos pelo funcionamento de um fogão de dois queimadores;
- Dimensões: 1000 x 720
- Tipo de hote: parietal
- Velocidade de captação: 0,3 m/s
- Altura da hote em relação ao fogão de dois queimadores: 1 m.
- Q exaustão => 2635 m³/h

➤ Forno padaria (hote 2)

- Objetivo: exaurir gases e fumos e vapores produzidos pelo funcionamento do forno de padaria
- Dimensões: 1500 x 700
- Tipo de hote: central
- Velocidade de captação: 0,35 m/s
- Altura da hote em relação ao forno de padaria: 0,5 m.
- Q exaustão => 2500 m³/h

Sob o ponto de vista de poupança energética e financeira criou-se um ramal comum, entre a hote 1 e a hote 2, uma vez que estas estarão na sua grande maioria das vezes a trabalhar em simultâneo.

Desta forma, todo o caudal exaurido será encaminhado para um tubo único, que irá fazer a interligação com o ventilador. (vd. figura 5.4)

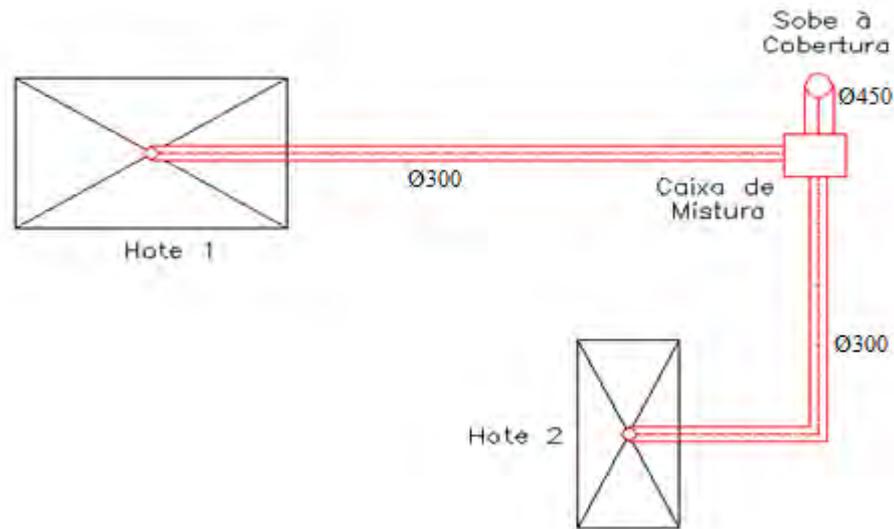


Figura 5.4- Esquema de interligação de hotes

➤ **Tubagem hote 1 e 2**

Através do ábaco de dimensionamento apresentado no anexo I, e com a velocidade escolhida no interior da tubagem de 10 m/s encontrou-se o diâmetro da tubagem. Para a hote 1 como para a hote 2 o diâmetro encontrado foi Ø300.

No caso do tubo que faz a interligação com o ventilador o diâmetro encontrado foi Ø450 ou conduta retangular 300x600. Esta seria uma opção a definir no decorrer da obra, pelo facto de que o piso superior era habitado, e poderia tornar-se mais harmonioso arquitetonicamente.

➤ **Perdas de carga**

A perda de carga total encontrada para o sistema foi de 160 Pa, obtida pelo somatório de todas as perdas introduzidas no sistema pela tubagem, e pelos filtros das hotes e ainda pela altura que o fluido tem que se elevar.

➤ **Ventilador hote 1 e 2**

Tendo em vista que este ventilador será para exaurir efluentes produzidos pelo cozimento de pão, será de esperar que tenha bastantes colmatações com farinhas. Para minimizar estes problemas optou-se por colocar um ventilador de cobertura, de descarga vertical.

A escolha foi feita com base no facto de que os ventiladores de caixa não são a melhor opção para os fabricos de padaria, tendo a justificação de que estes, são mais suscetíveis de apanhar humidades, e consequentemente a farinha tende a agarrar mais às pás da turbina.

Estes problemas dão origem a uma maior necessidade de manutenção e podem por vezes causar a ruína do equipamento, derivado ao facto da turbina ficar desequilibrada dinamicamente.

O cálculo do caudal total das duas hotes é feito através do somatório dos caudais das hotes 1 e 2. Assim temos que:

$$Q_t = Q_{H_1} + Q_{H_2}$$
$$Q_t = 5135 \frac{m^3}{h}$$

Com o auxílio do software de cálculo concluiu-se que o ventilador adequado para esta instalação seria o modelo CVTT/6-450 – 950rpm – 0,8kW-‘Soler&Palau’. (vd. Figura 5.5).

Como o ponto de funcionamento se encontra muito próximo da curva, não seria necessário colocar variador de velocidade, no entanto, o funcionamento dos aparelhos que irão produzir os efluentes gasosos nem sempre é igual. Assim, opta-se por colocar um variador de velocidade associado ao sistema de exaustão, por questões de conforto.

Embora tenha sido prevista a instalação deste ventilador, no momento, por questões económicas foi colocado outro modelo, de uma empresa concorrente, mas com características equivalentes.

A única diferença que se encontra é o tipo de descarga ser horizontal, quando previamente foi projetada uma descarga vertical. Tal situação deve-se a fatores económicos, os quais foram discutidos com o investidor.

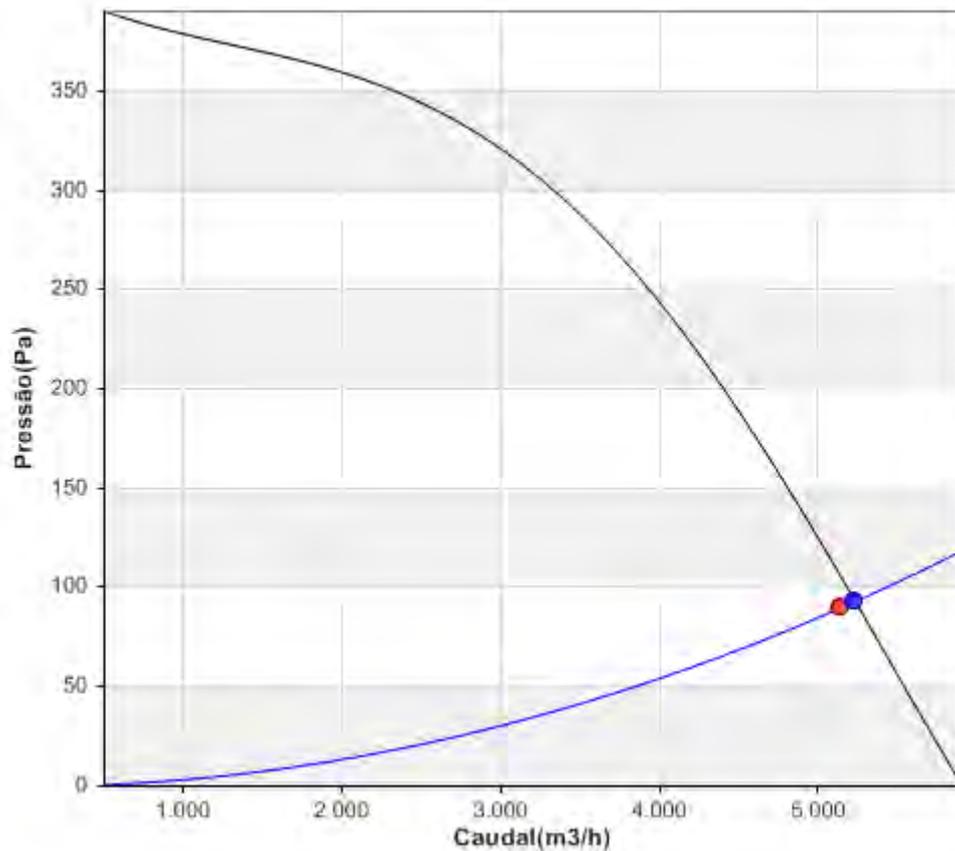


Figura 5.5- Curvas características do ventilador de exaustão das hotes 1 e 2 (adaptado de Easyvent-Soler&Palau, 2011)

➤ **Fogão de 2 queimadores, grelhador e fritadeira (Hote 3)**

- Objetivo: exaurir gases e fumos produzidos pelo funcionamento de um fogão de 2 queimadores, um grelhador e uma fritadeira;
- Dimensões: 1250 x 750 mm;
- Tipo de hote: parietal;
- Velocidade de captação: 0,35 m/s;
- Altura da hote em relação ao plano de cocção: 0,9 m.
- Q exaustão=> 2210 m³/h

➤ **Tubagem**

O critério de seleção usado para a tubagem da hote 3 é de 10 m/s no interior do tubo “Spiro”. Desta forma, em conformidade com o ábaco de dimensionamento que se encontra no anexo I considera-se que o diâmetro é Ø300.

➤ **Perda de carga**

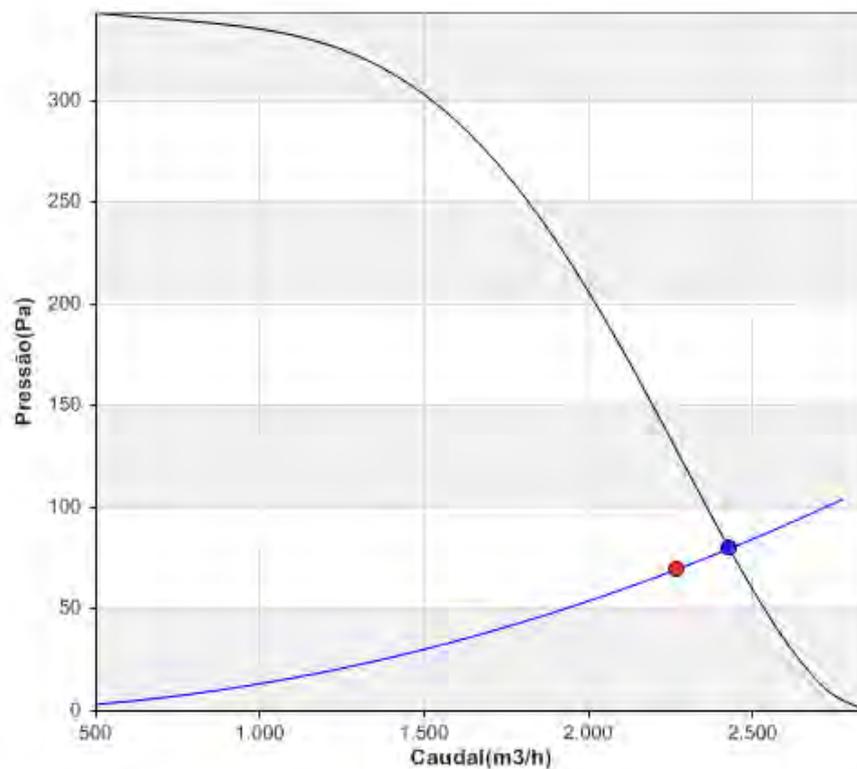
A perda de carga encontrada para esta instalação foi de 70Pa. Este valor foi obtido através do somatório das perdas introduzidas pelos filtros, pela tubagem e acessórios e ainda pela subida que o fluido tem de fazer até à cobertura do edifício.

➤ **Ventilador**

O ventilador selecionado para fazer a exaustão dos efluentes gasosos, foi um ventilador de cobertura, modelo CVTT 4/250 – 1400rpm – 0,3kW – “Soler&Palau”.

A figura 5.5 apresenta a curva de seleção do ventilador, que à semelhança do correspondente às hotes 1 e 2 se prevê que seja de descarga vertical.

No entanto, e por razões anteriormente citadas, foi colocado um ventilador equivalente, mas com descarga horizontal.



**Figura 5.5- Curva do ventilador de exaustão da hote 3
(adaptado de Easyvent-Soler&Palau, 2011)**

➤ **Variadores de Velocidade**

Devem incluir-se dois reguladores de velocidade eletrónicos independentes, sendo um para cada ventilador de exaustão das hotes, O modelo escolhido mediante as indicações dadas pelo fabricante foi o REB-5/10. (vd. Anexo X)

5.3.2 Considerações de dimensionamento para exaustão sala de público

Mediante a necessidade traçada pelo cliente de tentar eliminar odores provenientes da zona do balcão de atendimento, existiu a necessidade de encontrar uma solução.

Desta forma projetou-se uma exaustão localizada, que se encontra na zona superior ao balcão, perfeitamente enquadrada numa sanca.

A exaustão prevista irá resultar também como forma de renovar o ar no interior da sala de público, assim, foi dimensionada prevendo os índices de renovação de ar previstos no RSECE.

Na tabela 5.1 é apresentado o caudal previsto para a exaustão, este mesmo caudal será aquele que irá entrar pela porta principal da sala de público com acesso à rua, originado desta forma uma renovação de ar.

Tabela 5.1- Caudal de renovação de ar

<i>Efetivo</i>	<i>Q/ pessoa</i> <i>(m³/h)</i>	<i>Caudal total</i> <i>(m³/h)</i>
43	35	1500

Mediante o traçado previsto que se encontra no anexo IX torna-se necessário fazer a transformação de conduta circular para conduta quadrangular, para criar facilidades de instalação do gesso cartonado.

➤ **Tubagem**

Para encontrar o diâmetro da tubagem de exaustão recorre-se ao ábaco presente no anexo I deste documento.

O diâmetro previsto foi de Ø450, no entanto, mediante as razões anteriormente citadas tornou-se necessário definir uma conduta retangular com 350 x 250 mm.

Dada a curta distância entre grelhas, não existe a necessidade de fazer reduções, ainda assim a utilização de registos de caudal é imprescindível, embora estes devam ser evitados a todo o custo.

A figura 5.6 permite observar a conduta já localizada em obra.



Figura 5.6- Exaustão de balcão em obra

➤ **Grelhas de exaustão**

As grelhas de exaustão foram seleccionadas segundo as tabelas de grelhas apresentadas no anexo VII.

Foi feita uma seleção de grelhas que originasse o mínimo de ruído possível, assim o tamanho escolhido é de 450 x 200 mm que apresentam um nível de ruído inferior a 20 dB para uma velocidade de aspiração de 1,8 m/s para o caudal de 500 m³/h.

➤ **Ventilador**

A perda de carga encontrada para esta instalação foi de 230 Pa,

O equipamento seleccionado foi um ventilador de caixa, que será colocado a 4 metros do nível do solo e fixo na parede. Está prevista a aplicação na descarga do ventilador de uma ponteira sutada, com rede de proteção para animais,

O modelo previsto foi o CVTT-7/7 – 1450rpm – 0,55kW – “Soler&Palau”. Uma vez que o ponto de funcionamento está muito próximo do ponto ótimo, poder-se-á excluir a aquisição

do variador de velocidade, embora seja uma hipótese a considerar, para os dias em que não seja necessário estar ventilação em plena carga.

A figura 5.7 apresenta a curva característica do ventilador previsto para a instalação.

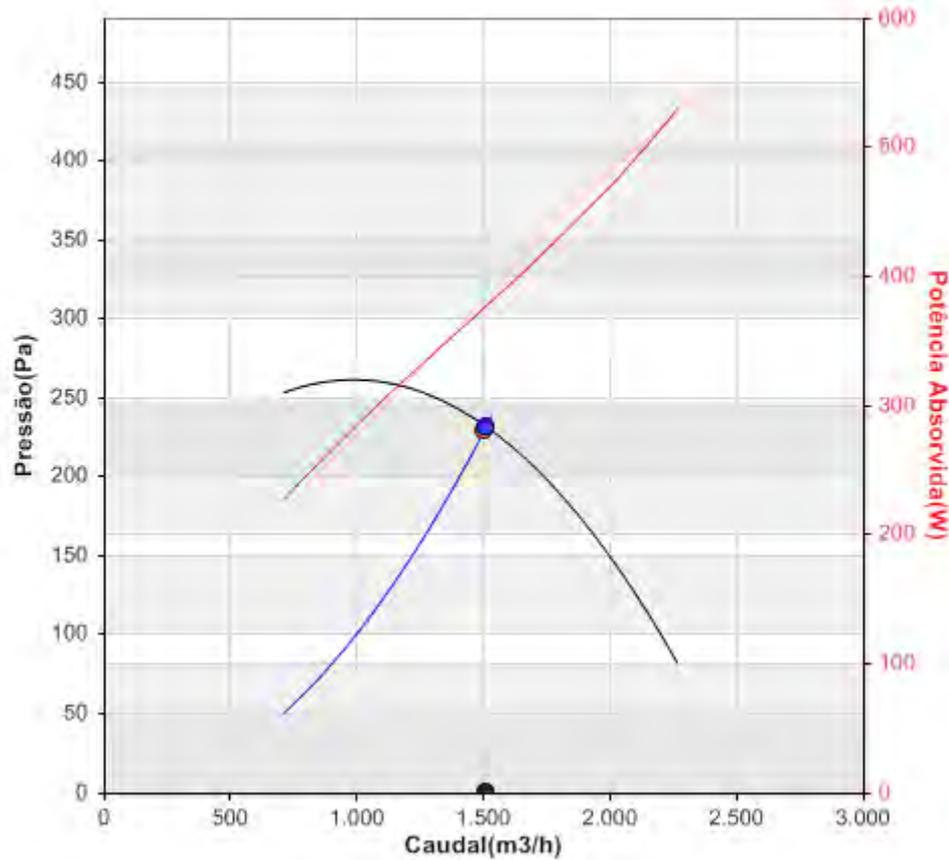


Figura 5.7- Curvas características do ventilador da exaustão do balcão (adaptado de Easyvent-Soler&Palau, 2011)

5.3.3 Consideração de dimensionamento do sistema de exaustão para sanitários

Dentro do edifício “Princesinha de Esgueira” está prevista a existência de dois tipos de sanitários. Um deles corresponde ao público e outro ao pessoal.

Tendo em vista que os sanitários devem apresentar uma taxa de 8 renovações horárias, conclui-se que o caudal a exaurir dos sanitários de público é de $120 \text{ m}^3/\text{h}$ no total.

O mesmo procedimento se sucede para os sanitários do pessoal, onde foi previsto um caudal de $250 \text{ m}^3/\text{h}$.

Cada válvula de extração deve ser colocada individualmente, onde existam sanitas, mictórios ou zona de banhos.

Uma vez que as válvulas de extração na sua individualidade não irão extrair um caudal superior a 80 m³/h a tubagem de ligação não deverá exceder o diâmetro Ø100.

No traçado que se encontra no anexo IX estão previstos os diâmetros para utilização em situações de aumento de caudal.

➤ Ventilador

Tendo em vista que as perdas de carga totais das duas instalações não excedem os 35 Pa individualmente, foram seleccionados os ventiladores axiais com a referência TD-160/100N para as instalações sanitárias de público, e a referência VENT-125B para as instalações destinadas ao pessoal interno.

A figura 5.8 mostra as curvas características associadas aos ventiladores seleccionados, à esquerda o modelo TD-160/100N para os sanitários de público, e à direita o modelo VENT-125B.

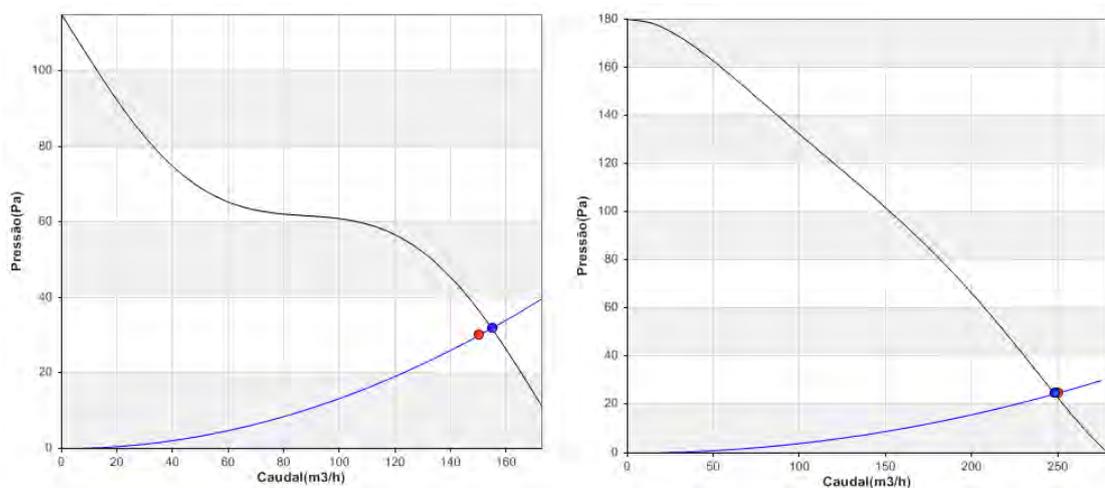


Figura 5.8- Curvas características dos ventiladores de exaustão dos sanitários (adaptado de Easyvent-Soler&Palau, 2011)

5.4 Caso de aplicação: restaurante

O presente caso de aplicação apresenta um restaurante, situado no distrito do Porto, onde foi pedido à equipa técnica da Aveirotel que desenvolvesse uma proposta para as seguintes remodelações:

- Criação de um layout interno e consequentemente a respetiva planta de técnica, para restaurante com previsão para 45 pessoas;
- Instalação de uma hote, respetiva tubagem e ventilador, para a evacuação de efluentes provenientes de uma cozinha e churrasqueira;
- Instalação de uma câmara frigorífica para refrigeração.

5.4.1 Considerações para a criação do layout

A criação do layout para o restaurante em questão teve como ponto fundamental a localização de um monta-cargas, o qual já existia no edifício.

Desta forma, todas as zonas técnicas e equipamentos caracterizados tiveram que ser posicionados da melhor forma possível, sem nunca esquecer o elevador técnico, uma vez que o espaço para estas zonas era consideravelmente reduzido

A necessidade de colocação de uma churrasqueira foi também um dos pontos fulcrais, que gerou alguns impedimentos na colocação de equipamentos e bancadas de apoio. Assim como as câmaras frigoríficas deveriam de estar localizadas em locais estratégicos, para que não se gerassem ‘zonas mortas’, nem existissem dificuldades em fazer o transporte de alimentos para a zona de preparação.

Um ponto que se pode considerar favorável ao projetista é o facto de existirem três condutas independentes para o telhado, que permitem a colocação de equipamentos de cocção sob a influência de duas hotes separadas. A conduta que ficará livre irá simultaneamente servir para conduzir ar novo insuflado para as compensações das hotes.

Aparentemente, existia uma ligação física entre a zona de empratamento e a de preparações, no entanto estas devem ser separadas por um painel lavável, para que não haja comunicação possível entre as duas bancadas distintas.

O anexo XI ilustra a planta com o layout previsto, assim como a respetiva planta técnica.

No anexo XII encontram-se alguns gráficos que auxiliam no momento da definição das áreas das zonas a contemplar numa cozinha profissional.

5.4.2 Considerações para o dimensionamento de exaustões para hotes

➤ Churrasqueira (hote 1)

- Objetivo: exaurir gases e fumos produzidos pelo funcionamento de uma churrasqueira;
- Dimensões: 1700 x 900;
- Tipo de hote: parietal;
- Velocidade de captação: 0,4 m/s;
- Altura da hote em relação à churrasqueira 1 m.

$$Q \text{ exaustão} \Rightarrow 5040 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q \text{ insuflação} \Rightarrow 4035 \text{ m}^3/\text{h}$$

➤ Zona de cocção (hote 2)

- Objetivo: exaurir gases e fumos produzidos pelo funcionamento do bloco de confeção;
- Dimensões: 2700 x 750;
- Tipo de hote: parietal;
- Velocidade de captação: 0,35 m/s;
- Altura da hote em relação plano de confeção: 0,9 m.

$$Q \text{ exaustão} \Rightarrow 4300 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q \text{ insuflação} \Rightarrow 3450 \text{ m}^3/\text{h}$$

➤ Tubagem hotes 1 e 2

As condutas existentes neste edifício eram todas iguais, com a medida $\varnothing 400$, no entanto optou-se por fazer o pré-dimensionamento para verificar se existiria alguma discrepância.

Através do ábaco de dimensionamento presente no anexo I, e com a velocidade escolhida no interior da tubagem de 10 m/s seleccionou-se o diâmetro.

Para os dois sistemas de exaustão da hotes, o diâmetro escolhido da tubagem foi de Ø400, o que corresponde na perfeição com a instalação existente.

Relativamente à insuflação o processo de seleção foi o mesmo, no entanto a velocidade no interior da tubagem é de 6 m/s.

Assim, conclui-se que o diâmetro para os dois sistemas de compensações é de Ø500, dividindo-se em ramais de Ø300 individuais para a hote 1 e 2. Como não é possível colocar tubo de Ø500, opta-se por aumentar um pouco a velocidade do ar novo no interior da tubagem, para que o pré dimensionamento possa estar de acordo com o tubo existente.

➤ **Perdas de carga**

A perda de carga encontrada para a hote 1 foi de 420 Pa, obtidas pelo somatório de todas as perdas introduzidas no sistema pela tubagem, e pelos filtros das hotes e ainda pela altura que o fluido tem que se elevar.

No caso da hote 2 o valor encontrado foi de 360 Pa, resultante da mesma metodologia de cálculo citada anteriormente.

No caso da insuflação como os sistemas são semelhantes tendo uma perda de carga prevista de 350Pa, criadas essencialmente pelos acessórios e filtros da unidade de tratamento de ar novo.

➤ **Ventiladores de exaustão**

Tendo em vista que os ventiladores a colocar na instalação serão ventiladores de cobertura e de descarga vertical, procedeu-se à sua seleção com o auxílio do software de cálculo.

A figura 5.9 ilustra a curva que característica correspondente ao ventilador selecionados, da esquerda para a direita, respetivamente: modelo CVTT/8-630 – 735 rpm. – 1,65kW- “Soler&Palau” e modelo CVTT/6-500 – 975 rpm. – 1,5kW- “Soler&Palau”.

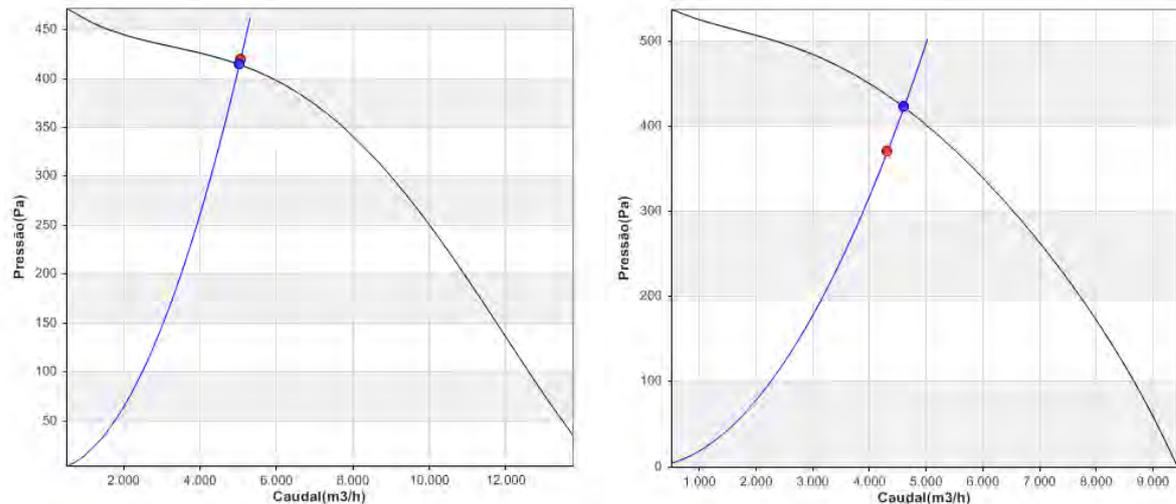


Figura 5.9- Curvas características dos ventiladores de exaustão das hotes 1 e 2 (adaptado de Easyvent-Soler&Palau, 2011)

Em ambos os sistemas é aconselhável o uso de um variador de velocidade. Não só por questões de conforto, os sistemas de exaustão nem sempre necessitam de estar no seu máximo potencial e assim poder-se-á adequar as necessidades do profissional de cozinha.

No entanto, o caso do ventilador da hote 2 é visível através da curva apresentada a necessidade de um variador para adequar o ponto de funcionamento ótimo.

➤ Ventilador de insuflação

O ventilador de insuflação foi dimensionado de forma adequada para o caso extremo da instalação. É considerado aquele em que o ventilador tem de garantir as necessidades de compensação das hotes 1 e 2.

Assim, conclui-se que o seu caudal necessário será de $7515 \text{ m}^3/\text{h}$, com uma perda de carga prevista de 580 Pa , com a colocação de um filtro F8 e pré-filtro G4.

A figura 5.10 ilustra a curva correspondente à caixa de ventilação modelo: CVTT-18/18 – 900 rpm. – $2,37 \text{ kW}$ - “Soler&Palau”.

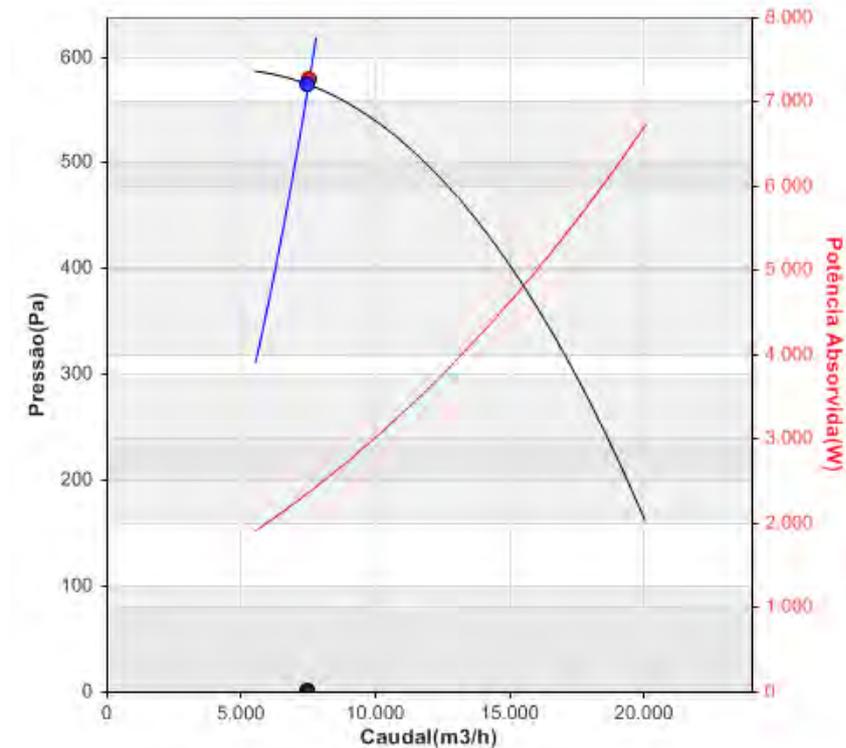


Figura 5.10- Curvas características do ventilador de insuflação para compensação das hotes 1 e 2 (adaptado de Easyvent-Soler&Palau, 2011)

➤ **Peças desenhadas**

As peças desenhadas que ilustram o traçado das tubagens encontram-se no anexo XIII.

5.4.3 Considerações para o dimensionamento da câmara frigorífica

Pretende-se construir uma câmara frigorífica dentro da cozinha do restaurante. A sua função será para refrigeração de frutas e legumes. Embora as temperaturas médias para manter estes alimentos sejam entre os 1 e 6 °C respetivamente, estabeleceu-se que o limite mínimo previsto seria de 1°C.

As paredes, chão e teto serão construídas integralmente em painéis modulantes, embora com espessuras diferentes.

- Tipo: refrigeração de painéis modulantes
- Volume: 8 m³
- Isolamento: 75 mm
- Tipo de isolamento: poliuretano
- k: 0,27 kcal/h.m².°C

- Local: Porto
- Porta: pivonante (0,8 x 1,9) m
- Alimentação: monofásica
- Estiva: manual
- Produtos a conservar: frutas e legumes

➤ **Balanco térmico geral da câmara de conservação**

A tabela 5.2 mostra um balanço térmico que foi feito para o dimensionamento da câmara de refrigeração.

Tabela 5.2- Balanço térmico geral

<i>Perdas</i>	<i>kcal/h</i>
Isolamento das paredes	4975
Renovações de ar	405
Arrefecimento do produto	3200
Respiração do produto	
Arrefecimento de embalagens	
Estiva e maquinaria	115
Iluminação	65
Subtotal	8760

Admitindo que o evaporador não funcionará as 24 horas do dia, terá de se dividir este valor por 16, que é o número de horas previsto para o seu funcionamento. Assim obtém-se o valor de 547 kcal/h ou 0,640 kW/h .

Como a câmara em questão não terá que trabalhar com temperaturas negativas, não é necessário incluir as resistências de descongelação, que são equipamentos que entram em funcionamento para eliminar o gelo criado no evaporador.

No entanto, as perdas introduzidas no sistema pelo calor dissipado nos ventiladores do evaporador devem ser contabilizadas. (vd. Anexo V)

Assim temos:

Tabela 5.3- Perdas no evaporador

<i>Potência Dissipada</i>	<i>kW</i>	<i>FC</i>	<i>Horas</i>	<i>kcal/h</i>
Ventiladores	1,5	860	16	3440
			Subtotal	3440

Ao valor do subtotal encontrado na tabela 5.3 acima deve somar-se o balanço térmico encontrado na tabela 5.2. De seguida, a este valor deve acrescentar-se um fator de segurança na ordem dos 10% para que não se corra o risco de estar nos limites de dimensionamento. Obtém-se, assim, o valor de 13420 kcal/16h.

Para este caso, conclui-se que o valor encontrado é 838 kcal/h (0,975kW) (vd. anexo XIV).

➤ **Seleção de equipamentos**

Os valores obtidos no dimensionamento do evaporador e do compressor, tornam possível efetuar uma seleção.

Uma vez que por critérios construtivos se torna impossível colocar a unidade condensadora no exterior do edifício, num local próximo da câmara, optou-se por escolher uma unidade que permite trabalhar no interior da cozinha. Embora seja considerado um erro do ponto de vista energético, e que possa trazer problemas de manutenção, esta era a solução mais adequada face a situação em que a câmara se encontra.

A figura 5.11 seguinte pretende ilustrar como será montado o grupo condensador/evaporador, visto que se terá espaço na parte superior da câmara e a seleção foi feita para tal.

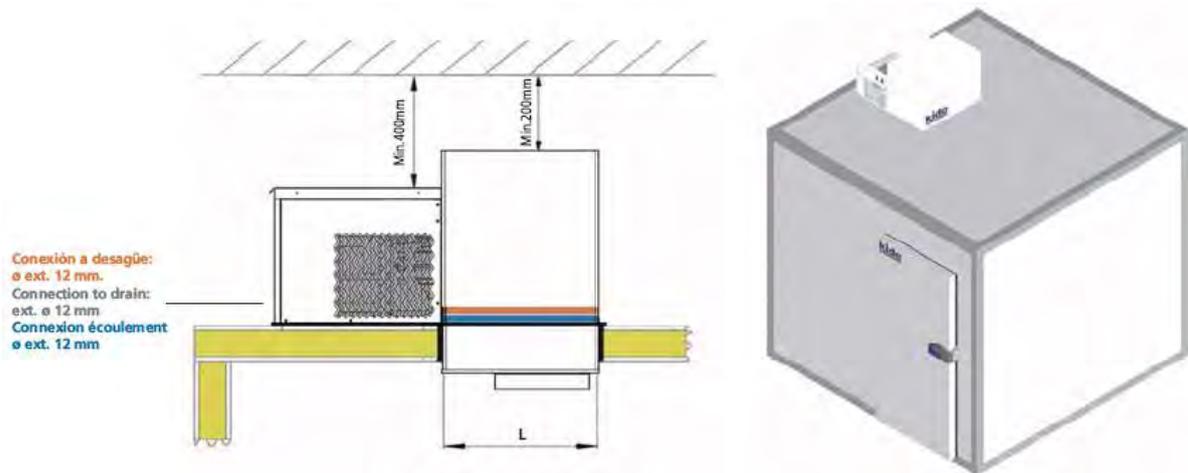


Figura 5.11- Esquema de montagem do equipamento de refrigeração (adaptado de “Kide”, 2011)

O equipamento selecionado para instalação foi da marca “Kide”, modelo “EMR1005M1Z” com base no catálogo que se encontra no anexo XIV.

5.5 Conclusão

O conhecimento profundo dos equipamentos leva a que as escolhas sejam feitas da melhor maneira possível, salvaguardando sempre o fator económico. Ainda assim, por vezes a tarefa não é fácil, uma vez que na grande maioria dos casos os investidores já têm um limite monetário pré-estabelecido para cada instalação.

O conhecimento físico do edifício é também uma parte muito importante de todo o processo, visto que algumas características construtivas nem sempre estão citadas na planta.

Salienta-se que existem dois grandes tipos de obras, que são aquelas que se consideram remodelações, assim sendo, tem de se aproveitar pormenores arquitetónicos e instalações pré-concebidas. O segundo grande tipo é aquele em que a obra prevista de raiz e aí torna-se mais simples para o projetista e instalador fazer os traçados e dimensionamentos.

A capacidade para resolver problemas em obra, quando algo que não está previsto, torna-se uma condição fundamental para adaptar os sistemas e manter os tempos de execução da obra dentro do esperado.

CONCLUSÃO

O balanço que posso efetuar da minha passagem pela Aveirotel é bastante positivo, o resultado do estágio realizado na área de aplicação escolhida, serviu como modelo de aprendizagem e associação de conteúdos assimilados e aprofundados na empresa.

Este período permitiu-me solidificar e aprofundar grande parte dos conhecimentos adquiridos em algumas unidades curriculares lecionadas no Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.

Um vasto leque de conhecimentos foi surgindo à medida que o estágio ia proporcionando oportunidades de visita a obras e dimensionamentos. O acompanhamento realizado por pessoas com uma vasta experiência na área, possibilitou tomar conhecimento e experiência, não só a nível técnico bem como prático, em casos extremamente interessantes e com utilidade real.

Nem sempre as melhores soluções técnicas são as melhores soluções a aplicar, temos de ter em conta sempre os fatores económicos, sendo esses hoje em dia os mais importantes, cumprindo sempre as normas e regulamentos em vigor.

Existem no entanto determinados aspectos, dos quais o projectista não se deve esquecer, tais como: as soluções mais sustentáveis e amigas do ambiente, bem como a economia de processos ao longo do tempo de utilização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ambiente Gelado (2011). *Catálogo de Produtos*
- ASHRAE 189.1P- *Standard for the Design of High-Performance Green Buildings Except Low-Rise Residential Buildings*
- Centauro(2010). *Catálogo de Produtos*
- Chaves, Flávio (2009). *Instalações de Climatização e Refrigeração*. Mestrado em Manutenção Técnica de Edifícios. Dados não Publicados
- ClimaPortugal. (2010). *Catálogo de Produtos*
- Climatização (2011). *Climatização*. Publicação Periódica(Jan/Fev 2011;Jul/Ago 2011)
- Directiva 94/9/CE – *Directiva Produtos ATEX*
- EN 12101 – Parte 3 de 2002- *Especificações para ventiladores de exaustão em relação ao fumo e calor*.
- EN 1279-2003, *Ventilation for buyldings – Symbols and terminology*.
- EN 60529:91- *Índices de proteção para equipamentos elétricos*.
- Faclima. (2009). *Catálogo de Produtos*
- Fernandes, A (2010). Higiene e segurança alimentar. Dados não publicados*
- France Air. (2011). *Catálogo de Produtos*
- KIDE. (2011). *Catálogo de Produtos*
- Lei nº 37/2007, de 12 de Agosto – Lei anti-tabágica.
- Malça, J. (2009). Instalações de Refrigeração. Departamento de Eng. Mecânica ISEC.*
- Miraldo, P (2010). *Sistemas “Tudo-Ar”*. Departamento Eng. Mecânica ISEC.Dados não Publicados
- Monteiro, Victor (2008). *Novas Técnicas de Refrigeração Comercial em Hotelaria*. Editora Lidel ISBN-978-972- 757- 144-4.
- Monteiro, Victor (2008). *Ventilação na Restauração e Hotelaria*. Editora Lidel ISBN-978-972- 757- 593-8.
- Monteiro, Victor (2009). *Manutenção de Equipamentos e Sistemas Hoteleiros*. Editora Lidel ISBN-978-972- 757- 435-3.
- Niz, Gisela (2007). *Seminário Segurança Alimentar*. Dados não publicados.
- NP 1037:2001/Parte 4 – *Instalação e Ventilação de Cozinha Profissionais*

RCclima. (2009). *Catálogo de Produtos*

RCCTE (2006). *Regulamento das Características de comportamento Térmico em Edifícios.*

Regulamento CCE N°852/2004 – Anexo II – *Requisitos específicos em que os géneros alimentícios são preparados, tratados ou transformados.*

RSECE (2006). *Regulamento de sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios.*

SCE (2006). *Sistema de Certificação Energética e da qualidade do Ar Interior.*

SCIE (2008). *Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios.*

Soler&Palau.(2011). *Catálogo de produtos*

Valente, João Carlos. *Seminário de Certificação Energética.* Dados não Publicados

Ventilnorte. (2010). *Catálogo de produtos*

Vort. (2010). *Catálogo de produtos*