

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS**  
**ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA**  
**CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**RICARDO FABIANO CUNHA DE SOUZA JÚNIOR**

**PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO, EXAUSTÃO E VENTILAÇÃO MECÂNICA  
DE PANIFICADORA**

**MANAUS**

**2022**

**RICARDO FABIANO CUNHA DE SOUZA JÚNIOR**

**PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO, EXAUSTÃO E VENTILAÇÃO MECÂNICA  
DE PANIFICADORA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial à  
obtenção do título de bacharel em  
Engenharia Mecânica pela Universidade  
do Estado do Amazonas (UEA)

**ORIENTADOR: PROF. DR. EDUARDO RAFAEL BARREDA DEL CAMPO**

**MANAUS**

**2022**

S729pp Souza Júnior, Ricardo Fabiano Cunha de  
PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO, EXAUSTÃO E  
VENTILAÇÃO MECÂNICA DE PANIFICADORA /  
Ricardo Fabiano Cunha de Souza Júnior. Manaus : [s.n],  
2022.  
65 f.: il., color.; 31 cm.

TCC - Graduação em Engenharia Mecânica -  
Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2022.  
Inclui bibliografia  
Orientador: Campo, Eduardo Rafael Barreda del

1. Refrigeração. 2. Ar-condicionado. 3. Ventilação.  
4. Exaustão. 5. Climatização. I. Campo, Eduardo Rafael  
Barreda del (Orient.). II. Universidade do Estado do  
Amazonas. III. PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO,  
EXAUSTÃO E VENTILAÇÃO MECÂNICA DE  
PANIFICADORA

**RICARDO FABIANO CUNHA DE SOUZA JÚNIOR**

**PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO, EXAUSTÃO E VENTILAÇÃO MECÂNICA  
DE PANIFICADORA**

Este Trabalho de Curso foi considerado adequado para obtenção do título de bacharel em Engenharia Mecânica da Universidade do Estado do Amazonas (UEA) e aprovado em sua forma final pela comissão examinadora.

Manaus, 31 de maio de 2022.

Banca examinadora:

---

Orientador: Prof. DR. EDUARDO RAFAEL BARREDA DEL CAMPO  
ORIENTADOR

---

Prof. DR. RICARDO WILSON AGUIAR DA CRUZ  
AVALIADOR

---

Prof. DR. JOÃO EVANGELISTA NETO  
AVALIADOR

*Dedico este trabalho de conclusão de curso primeiramente a Deus, que me deu forças para não desistir da caminhada e a todos que me apoiaram no decurso de minha jornada acadêmica, aos meus pais Ricardo Fabiano Cunha de Souza e Valéria da Silva Moura de Souza, e a minha namorada Paula Luana Araújo Mota.*

## AGRADECIMENTOS

No decorrer dos dias de elaboração e apresentação deste trabalho, notáveis pessoas me incentivaram, ajudaram e me apoiaram de forma incondicional, nem as mais bonitas palavras são suficientes para descrever minha imensa gratidão.

A começar, agradeço aos meus queridos amigos e colegas de faculdade: Davi Lopes e Samuel Broni, de minha turma, Rodolfo Gomes da turma de Engenharia Naval, e Salomão Ramos, que mesmo de outra instituição de ensino, nunca mediu esforços para me ajudar, foram incontáveis noites de reuniões on-line para compartilhamento de conhecimento, levantamento de dúvidas, questionamentos e soluções.

Agradeço aos meus pais que me incentivaram e investiram em mim, tanto em transporte, como em acesso à internet e alimentação nesses anos de faculdade, por sempre dar apoio emocional quando precisava.

Agradeço a minha namorada Paula Luana por sempre me dar apoio, ajuda e principalmente palavras de incentivo para sempre continuar em frente.

Agradeço a empresa Lachi Engenharia por acreditarem no meu potencial, pela oportunidade de estagiar e aprender todos os dias. Em especial agradeço ao seu Alberto Lachi pela confiança em disponibilizar materiais utilizados pela empresa para desenvolver este trabalho acadêmico e ao Ian Gonçalves, que sempre está disposto a me ensinar e ajudar quando preciso.

Deixo também meus agradecimentos aos professores do curso de Engenharia Mecânica, em especial ao meu orientador Prof. Dr. Eduardo Rafael Barreda Del Campo, que esteve de prontidão a sanar minhas dúvidas, a todos os funcionários e Coordenação, e aos demais colegas de curso, com os quais pude estabelecer uma convivência pessoal e intelectual ao longo de todo esse tempo.

Por fim, mas nunca, jamais, em hipótese alguma menos importante agradeço à Deus por ter sido minha força e alicerce em todas as áreas da minha vida, e a quem dedico todas as minhas vitórias.

## RESUMO

O objetivo do trabalho é identificar, analisar e projetar um sistema de ventilação e exaustão adequado para uma cozinha industrial de grande porte localizada no distrito industrial de Manaus, bem como climatizar o ambiente interno para os clientes. Para isso foram feitos estudos nas áreas de transferência de calor, refrigeração e ar-condicionado e mecanismos que possibilitaram a projeção considerando o clima da região, todos os utensílios utilizados na cozinha que geram calor como fornos, assadeiras, fogões, todos os eletrodomésticos e objetos eletrônicos que fazem parte da cozinha, disposição de paredes, janelas, laje e posição geográfica gerando cálculos precisos para esse ambiente. Verificou-se também que a temperatura no ambiente de trabalho afeta diretamente no rendimento dos funcionários, um ambiente sem a climatização adequada e a manutenção de aparelhos de ar-condicionado gera desconforto, doenças respiratórias que aparecem num primeiro momento como um cansaço podendo evoluir para algo mais grave, infelicidade do colaborador e produção abaixo do esperado, então o projeto visa também uma melhoria na qualidade de vida no ambiente de trabalho (QVT). Outro problema que será solucionado é a poluição do ar no ambiente, graças ao uso de exaustores, o local de trabalho passará a ter menos fumaças em caso de alguma queima de alimentos, minimizará problemas com mal odor ou algum incomodo que esse ar represado no ambiente possa proporcionar.

Palavras-chave: Climatização, refrigeração, exaustores, ar-condicionado, manutenção, doenças respiratórias, qualidade de vida no ambiente de trabalho, insuflamento, ventilação.

## **ABSTRACT**

The objective of the work is to identify, analyze and design a ventilation and exhaust system suitable for a large industrial kitchen located in the industrial district of Manaus, as well as air conditioning the internal environment for customers. For this, studies were carried out in the areas of heat transfer, refrigeration and air conditioning and mechanisms that allowed the projection considering the climate of the region, all utensils used in the kitchen that generate heat such as ovens, roasters, stoves, all appliances and electronic objects. that are part of the kitchen, arrangement of walls, windows, slab and geographic position generating precise calculations for this environment. It was also found that the temperature in the work environment directly affects the performance of employees, an environment without adequate air conditioning and the maintenance of air conditioning equipment generates discomfort, respiratory diseases that appear at first as fatigue and can evolve into something more serious, employee unhappiness and lower-than-expected production, so the project also aims to improve the quality of life in the work environment (QWL). Another problem that will be solved is air pollution in the environment, thanks to the use of exhaust fans, the workplace will have less smoke in case of any food burning, it will minimize problems with bad odor or any discomfort that this air dammed up in the environment. can provide.

**Keywords:** Air conditioning, refrigeration, exhaust fans, air conditioning, maintenance, respiratory diseases, quality of life in the work environment, insufflation, ventilation.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b>	Exemplo de ventilação Mecânica	29
<b>Figura 2:</b>	Ventilação Natural	20
<b>Figura 3:</b>	Ventilação por Insuflamento	20
<b>Figura 4:</b>	Ventilação local Exaustora	21
<b>Figura 5:</b>	Condução, Convecção e Radiação	21
<b>Figura 6:</b>	Condução térmica em sólidos	22
<b>Figura 7:</b>	Transferência de calor por Convecção	23
<b>Figura 8:</b>	Transferência de calor por Radiação	23
<b>Figura 9:</b>	Povos antigos coletando gelo	24
<b>Figura 10:</b>	Alimento conservado por sal	25
<b>Figura 11:</b>	Utilização de gelo por civilizações antigas para conservar alimentos	26
<b>Figura 12:</b>	Máquina rudimentar de fabricação de gelo	27
<b>Figura 13:</b>	Ciclo de refrigeração	29
<b>Figura 14:</b>	Compressor de Ar-Condicionado	30
<b>Figura 15:</b>	Condensadora	31
<b>Figura 16:</b>	Evaporadora do tipo Cassete de quatro vias	32
<b>Figura 17:</b>	Válvula de Expansão Termostática	32
<b>Figura 18:</b>	Planta Baixa	33
<b>Figura 19:</b>	Banheiro	34
<b>Figura 20:</b>	Ilustração de uma instalação de um Turbo MultiVac	35
<b>Figura 21:</b>	Esquema de dimensões entre modelos	36
<b>Figura 22:</b>	Gráfico de Pressão x Vazão modelo MultiVac Turbo 100 – 220v	36
<b>Figura 23:</b>	Carta psicrométrica do modelo MultiVac - Aludec 60	37

<b>Figura 24:</b> Planta baixa do banheiro – Sistema de exaustão	37
<b>Figura 25:</b> Grelha de ventilação/exaustão MultiVac	38
<b>Figura 26:</b> Planta baixa Armazém de produtos não perecíveis	39
<b>Figura 27:</b> Exaustor modelo MultiVac – Muro 150B - 220V	39
<b>Figura 28:</b> Modelos de exaustores Muro MultiVac.	40
<b>Figura 29:</b> Gráfico de pressão (mmca) x vazão (m <sup>3</sup> /h) para exaustor axial	40
<b>Figura 30:</b> Gráfico Pressão x Vazão MultiVac Turbo 125 – 220v	40
<b>Figura 31:</b> Planta baixa do Armazém – Sistema de exaustão	41
<b>Figura 32:</b> Lista de equipamentos área de atendimento	41
<b>Figura 33:</b> Tabela de carga térmica Insolação e Transmissão em paredes e telhados	42
<b>Figura 34:</b> Calor sensível produzido internamente	42
<b>Figura 35:</b> Calor latente produzido internamente	43
<b>Figura 36:</b> Calor proveniente de ar externo de renovação	43
<b>Figura 37:</b> Resultados obtidos para a carga térmica da Área de atendimento	44
<b>Figura 38:</b> Unidades internas de modelos do tipo Cassete	44
<b>Figura 39:</b> Tecnologia inverter	45
<b>Figura 40:</b> Possíveis ângulos para ajustar o fluxo de ar do aparelho Daikin Cassete 4 vias	45
<b>Figura 41:</b> Especificações de modelo Cassete	46
<b>Figura 42:</b> Planta baixa Sistema de Ar condicionado Cassete	47
<b>Figura 43:</b> Corte longitudinal para visualização do sistema de Ar-condicionado	47
<b>Figura 44:</b> Coifa de Parede	48
<b>Figura 45:</b> Dimensões da coifa 1	49
<b>Figura 46:</b> Coifa lavadora	50
<b>Figura 47:</b> Projeto damper corta fogo	50
<b>Figura 48:</b> Damper Corta Fogo	51
<b>Figura 49:</b> Tabela de cálculo de dutos	51

<b>Figura 50:</b> Interface tabela de dimensionamento de dutos	52
<b>Figura 51:</b> Planta baixa da coifa de duas vias, duto subindo até a área técnica	52
<b>Figura 52:</b> Dimensionamento do ventilador de exaustão	53
<b>Figura 53:</b> Gráfico Vazão pela Pressão total	54
<b>Figura 54:</b> Corte Longitudinal AutoCAD	54
<b>Figura 55:</b> Fogão industrial	55
<b>Figura 56:</b> Tabela de dimensionamento de dutos para a segunda coifa com uma boca	56
<b>Figura 57:</b> Coifa 2	56
<b>Figura 58:</b> Corte Longitudinal	57
<b>Figura 59:</b> Corte esquemático transversal da montagem da coifa	58
<b>Figura 60:</b> Insuflamento de ar para técnica de cortina de ar	59
<b>Figura 61:</b> Tabela de dimensionamento de dutos para insuflador de ar	59
<b>Figura 62:</b> Dimensionamento do ventilador adequado para insuflamento	60
<b>Figura 63:</b> Gráfico vazão de Ar x Pressão total mmCA	60
<b>Figura 64:</b> Corte A longitudinal da vista do sistema de insuflamento	61

## **LISTA DE TABELAS**

**Tabela 1** – Tipos de ventilação e suas aplicações

19

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

$q$  = Fluxo de calor térmico ( $W/m^2$ ),

$A$  = Área de secção transversal ( $m^2$ ),

$\Delta t$  = Diferença de temperatura (K),

$L$  = Comprimento (m),

$K$  = Condutividade Térmica ( $W/m.K$ ),

$H_c$  = Coeficiente de transferência de calor por convecção ( $W/m^2.K$ ),

$t_s$  = Temperatura da superfície ( $^{\circ}C$ ),

$t_f$  = Temperatura do fluido ( $^{\circ}C$ ),

$E_n$  = Poder emissivo ( $W/m^2$ )

$\sigma$  = Constante de Stefan-Boltzmann ( $W/m^2.K^4$ )

$T$  = Temperatura (K)

mm = Milímetro (mm)

$^{\circ}C$  = Temperatura

$v$  = velocidade (m/s)

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	17
<b>2.1. VENTILAÇÃO MECÂNICA</b> .....	18
<b>2.1.1. TIPOS DE VENTILAÇÃO</b> .....	19
<b>2.2. TRANSFERÊNCIA DE CALOR</b> .....	21
<b>2.2.1. CONDUÇÃO</b> .....	22
<b>2.2.2. CONVECÇÃO</b> .....	22
<b>2.2.3. RADIAÇÃO</b> .....	23
<b>2.3. REFRIGERAÇÃO E AR-CONDICIONADO</b> .....	24
<b>2.3.1. HISTÓRIA DA REFRIGERAÇÃO</b> .....	24
<b>2.3.2. SISTEMA DE AR-CONDICIONADO</b> .....	27
<b>2.3.3. HISTÓRIA DA REFRIGERAÇÃO RESIDENCIAL</b> .....	27
<b>2.3.4. REFRIGERANTES</b> .....	28
<b>2.3.5. COMPRESSORES</b> .....	30
<b>2.3.6. CONDENSADORES</b> .....	30
<b>2.3.7. EVAPORADORES</b> .....	31
<b>2.3.8. VÁLVULA DE EXPANSÃO TERMOSTÁTICA</b> .....	32
<b>3. DESENVOLVIMENTO</b> .....	33
<b>3.1. BANHEIRO</b> .....	34
<b>3.2. ARMAZÉM DE PRODUTOS NÃO PERECÍVEIS</b> .....	38
<b>3.3. ÁREA DE VENDAS</b> .....	41
<b>3.4. COZINHA</b> .....	47
<b>3.4.1. COIFA 2</b> .....	55
<b>3.4.2. INSUFLAMENTO DE AR</b> .....	58
<b>4. CONCLUSÃO</b> .....	62
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	63
<b>APÊNDICE</b> .....	64
<b>APÊNDICE A – CORTES</b> .....	64

## 1. INTRODUÇÃO

A climatização e a ventilação são dois temas extremamente importantes na história recente da humanidade. A partir do momento em que o homem descobriu um método para armazenar alimentos através do gelo, pode-se ter alimentos por mais tempo sem perde-los. Num determinado momento, o homem se viu totalmente dependente do gelo gerado pelo ambiente e que o ideal seria fabricar de alguma maneira o seu próprio gelo. Com isso começou-se os diversos estudos e tentativas de construir máquinas frigoríficas, nesse momento iniciou as grandes evoluções na área de refrigeração e ar-condicionado que conseqüentemente chegou nos dias de hoje.

Atualmente temos no mercado diversas fabricantes, modelos e novas tecnologias no mercado que geram conforto térmico a pessoas, aumentam a qualidade no trabalho e também conservam alimentos ou produtos que precisam de temperaturas específicas para armazenamento. Em cidades como Manaus, a elevada temperatura aumenta a demanda por sistemas de ar-condicionado, certas épocas do ano tornam impossível a permanência de clientes em locais fechados sem uma refrigeração adequada. Também temos o fator humano na cozinha, onde normalmente já existem temperaturas mais elevadas e se não há uma renovação de ar adequada, também teremos pouco rendimento por parte dos funcionários que estão trabalhando naquele ambiente. O objetivo também é trazer um ambiente adequado para colaboradores e clientes, de modo a sempre prezar pela qualidade no ambiente de trabalho e no atendimento.

Para isso, será feita uma análise de estudo para aplicar os métodos mais eficientes possíveis para esse projeto, com foco em seguir as normas vigentes e também prezar pelo desempenho dos aparelhos para facilitar o trabalho humano.

Este trabalho tem como objetivo dimensionar e projetar um sistema de coifas para cozinha industrial de acordo com as normas existentes para que partículas sejam filtradas e despejadas no ambiente. Também temos o projeto de combate a incêndio para coifas que consiste no uso de um damper corta fogo para cortar o oxigênio dos dutos de exaustão, será feito o dimensionamento de dutos para exaustão e também insuflamento para aplicar o método de cortina de ar, cálculo aproximado de carga térmica para conforto no ambiente, sistema de exaustão para banheiro e também um sistema de ventilação e exaustão para depósito para evitar o acúmulo de odores e também renovar o ar do ambiente. Para isso, será utilizados métodos de cálculo de carga térmica, vazão de coifas,

dimensionamento de dutos, a escolha das máquinas adequadas para o trabalho e também o projeto no AutoCAD para ilustrar os processos desenvolvidos.

Projetos esses que são aplicados todos os dias no estágio projetando sistemas de ventilação, exaustão e climatização para diversos estabelecimentos e empresas na cidade de Manaus. Todo trabalho do projeto em autoCAD e dimensionamento foram feitos da melhor maneira possível visando a aproximação real da teoria existente na bibliografia para a realidade dos projetos que são feitos todos os dias.

Aplicação da técnica de cortina de ar é bastante comum em ambientes com elevado número de coifas, o projetista precisa sempre se atentar para não haver apenas a exaustão de ar que irá causar pressão negativa e conseqüentemente a falta de renovação de ar naquele ambiente.



## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Hoje em dia, o trabalho tem uma função fundamental na sociedade e na vida das pessoas acarretando uma dedicação de boa parte do seu tempo para o trabalho. “As pessoas passam a maior parte do seu tempo na organização em um local de trabalho que constitui o seu costumeiro habitat. O ambiente de trabalho se caracteriza por condições físicas e materiais e por condições psicológicas e sociais. Ambas intimamente relacionadas.” (Chiavenato, 2014)

Com isso, ambientes de trabalho podem ser desgastantes para os funcionários, mesmo que não seja explícito como em escritórios etc. Além disso de acordo com Gil (2007), o desempenho pessoal do trabalhador que por mais que seja algo pessoal, pode ser utilizado a favor da empresa para influenciar seus funcionários através de um ambiente de trabalho adequado. Então para isso, a engenharia pode proporcionar melhorias na qualidade de trabalho e contribuir com a gestão de pessoas.

Atualmente é muito comum estabelecimentos, hospitais, shopping center, supermercados e diversos outros locais serem climatizados. O avanço dos estudos na área de termodinâmica, mecânica dos fluidos e transferência de calor proporcionaram ao homem “controlar a temperatura” em residências, locais fechados com muito fluxo de pessoas e até mesmo indústrias.

Juntamente com a refrigeração, evoluiu-se também a ventilação industrial. A mesma consiste em circular ar em ambientes fechados ou abertos, renovar o ar, exaurir gases e poluentes de ambientes, ou seja, deslocar ar com o objetivo de renovar ou retirar ar de um ambiente. Essa renovação ou retirada é extremamente importante para manter a qualidade de vida das pessoas que estão expostas naquele ambiente, evitando a exposição a gases, gordura, vapor de água, microrganismos, odores, poeira etc. Contudo segundo Macintyre (1990) controlar com rigorosidade das grandezas citadas acima requer a realização de um projeto quase perfeito de climatização denominado instalações de ar-condicionado.

Com isso começou-se a entender a importância de ter um ar num ambiente com os níveis de pureza e velocidade de escoamento apropriados com a disposição fisiológica para a higidez do indivíduo. Além disso segundo Macintyre (1990), o entendimento de ventilação industrial é o procedimento gerado por meios mecânicos que pretendem regular a temperatura, a umidade, o ar distribuído no ambiente e subtrair agentes poluidores do meio.

A ventilação e exaustão retira do ambiente as impurezas existentes no local, contudo precisa-se pensar em mecanismos que auxiliarão no despejo dos elementos poluidores que depois de captados, serão despejados no ambiente, seja pelo ar ou água. Esses mecanismos serão utilizados para filtrar poluentes para que se tenha uma destinação adequada ao meio externo. Então uma ventilação industrial adequadamente projetada torna-se benéfica para pessoas que trabalham ou transitam naquele meio eliminando agentes poluidores além de favorecer a população que vive nas redondezas e conseqüentemente não serão afetados pelo despejo inadequado de poluentes na atmosfera. Por último e não menos importante, amparar o meio ambiente evitando poluição e destruição do mesmo.

“Durante muitos anos a preocupação contra a poluição se voltava quase que exclusivamente para a defesa dos empregados em indústrias onde é elevado o risco de danos à saúde, em face dos contaminantes e poluentes nelas produzidos. Não havia preocupação maior quanto aos males causados às indústrias e que respiravam o ar poluído.” (Macintyre, 1990)

Segundo Macintyre (1990), a poluição em grandes proporções geradas por diversos tipos de indústrias e serviços pode gerar doenças graves, entre esses males temos:

- Doenças no fígado;
- Doenças nos olhos e irritação;
- Enfisema pulmonar e outras afecções bronco pulmonares;
- Hipertensão arterial;
- Câncer de pele;
- Alteração de fertilidade no homem e na mulher;
- Dermatites;
- Doenças do sistema nervoso central.

## **2.1. VENTILAÇÃO MECÂNICA**

O procedimento de retirar ou permitir entrada de ar em ambientes fechados ou abertos de forma natural, como abrir uma porta ou janela, ou de forma mecânica através de algum mecanismo é conhecido como Ventilação. O objetivo da ventilação é tornar a atmosfera do ambiente de trabalho limpa e controlada, de forma a permitir que o trabalhador tenha qualidade em seu ofício, mesmo convivendo com máquinas e equipamentos que poderiam causar doenças de saúde ocupacional.



Figura 1 – Exemplo de ventilação Mecânica  
Fonte: Diferencial Jr

Podemos classificar os sistemas de ventilação de acordo com seu objetivo, seja retirar ar de um ambiente, climatizá-lo ou recirculação de ar. Com isso classificaremos a ventilação da seguinte forma:

- **Ventilação para manutenção do conforto térmico:** Tem como objetivo reestabelecer a temperatura de um ambiente de acordo com a necessidade do homem, seja ela aquecida ou refrigerada.
- **Ventilação para manutenção da saúde e segurança do indivíduo:** Seu objetivo é controlar os níveis de gases, poeiras e vapores dentro das taxas toleráveis para o homem.
- **Ventilação para conservar equipamentos e materiais:** Tem como objetivo ventilar equipamentos ou máquinas que estão em ambientes fechados e não possuem troca de calor adequada e também serve para evitar a deterioração de produtos armazenados em locais confinados como em mercados, restaurantes e etc.

### 2.1.1. TIPOS DE VENTILAÇÃO

Podemos classificar os tipos de ventilação de acordo com a tabela abaixo:

TIPO DE VENTILAÇÃO	APLICAÇÃO	MODO DE APLICAÇÃO
Ventilação Natural	-	-
Ventilação Geral	Para conforto Térmico	Por Insuflamento
Ventilação Geral	Diluidora	Por Exaustão
Ventilação Local Exaustora	-	-

Tabela 1 – Tipos de ventilação e suas aplicações  
Fonte: Própria

Ventilação Natural: É a forma de ventilar sem utilizar recursos mecânicos para provocar o deslocamento do ar, dentro da ventilação natural, destaca-se as janelas, lanternins e portas.

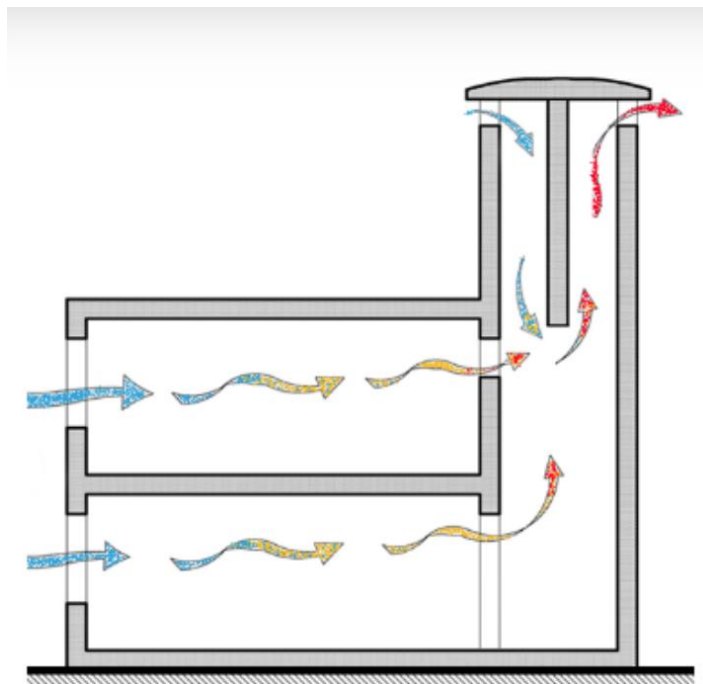


Figura 2 - Ventilação Natural  
Fonte: SustentArqui

Ventilação para conforto térmico: Como já citado, tem como objetivo reestabelecer a temperatura do ambiente de acordo com as necessidades do homem.

Ventilação por Insuflamento: Tem como objetivo dar energia cinética ao ar atmosférico para que ele seja introduzido ao ambiente por meio de dutos, grelhas e fendas. Com isso, torna-se o ambiente mais agradável as pessoas por ter ar circulando.

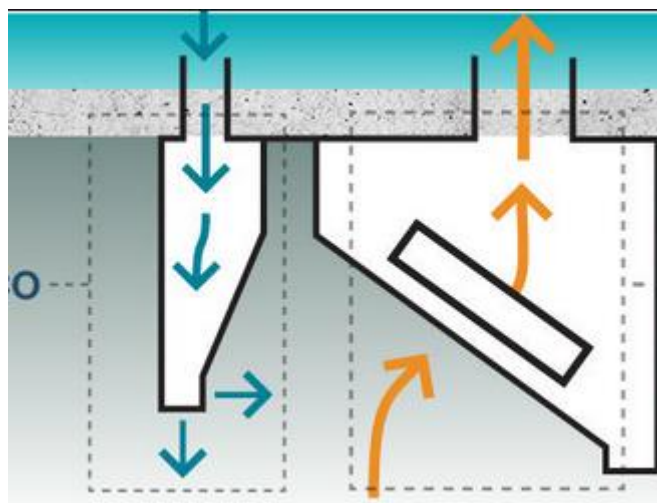


Figura 3 - Ventilação por Insuflamento  
Fonte: Arwek

Ventilação Local Exaustora: Utiliza-se um sistema captador de ar com finalidade de retirar impurezas, que podem ser nocivas à saúde, do interior de um ambiente. Atenta-se para riscos de poluição ambiental.

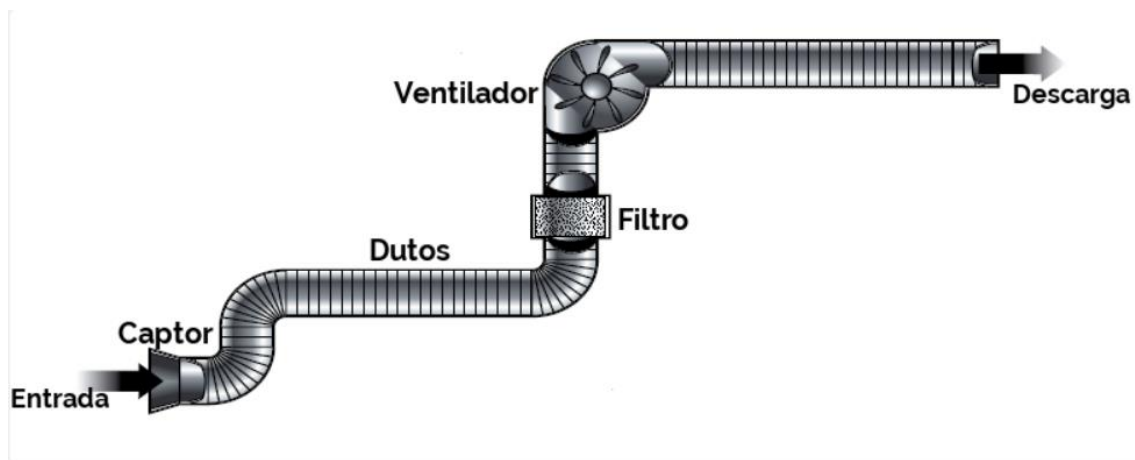


Figura 4 - Ventilação local Exaustora  
Fonte: Saber SST

## 2.2. TRANSFERÊNCIA DE CALOR

“A análise de transferência de calor é feita a partir das equações de conservação de massa e energia, da segunda lei da termodinâmica e de três leis fenomenológicas que descrevem as taxas de transferência de energia em condução, convecção e radiação. As leis fenomenológicas são as expressões matemáticas dos modelos que descrevem os processos de transferência de calor.” (Stoecker e Jones, 1985)

A figura 5 demonstra os três fenômenos de transferência de calor acontecendo simultaneamente.

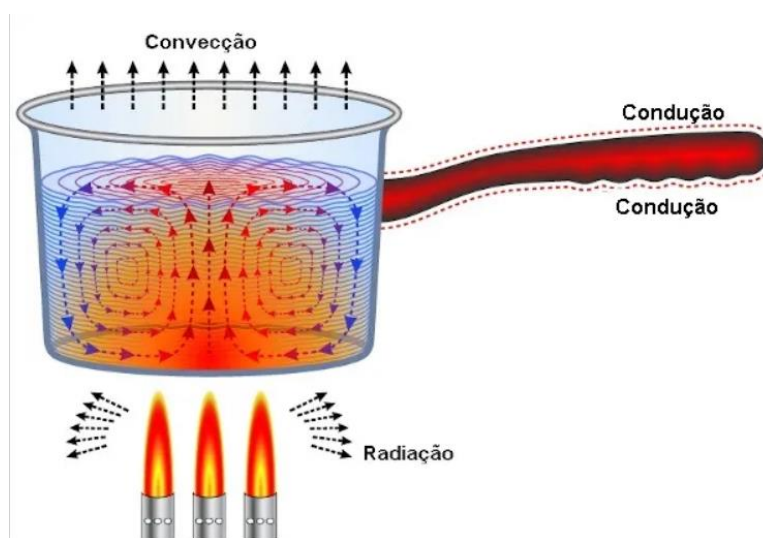


Figura 5 – Condução, Convecção e Radiação

Fonte: PrePara Enem

### 2.2.1. CONDUÇÃO

Segundo Incropera (2008) quando falamos em condução devemos assemelhá-la a atividades moleculares onde há transferência de energia de partículas mais energéticas para menos energéticas devido a interação entre moléculas. Pode-se utilizar de uma equação matemática elaborada por Fourier para analisar a condução térmica unidimensional:

$$q = -kA \frac{\Delta t}{L}$$

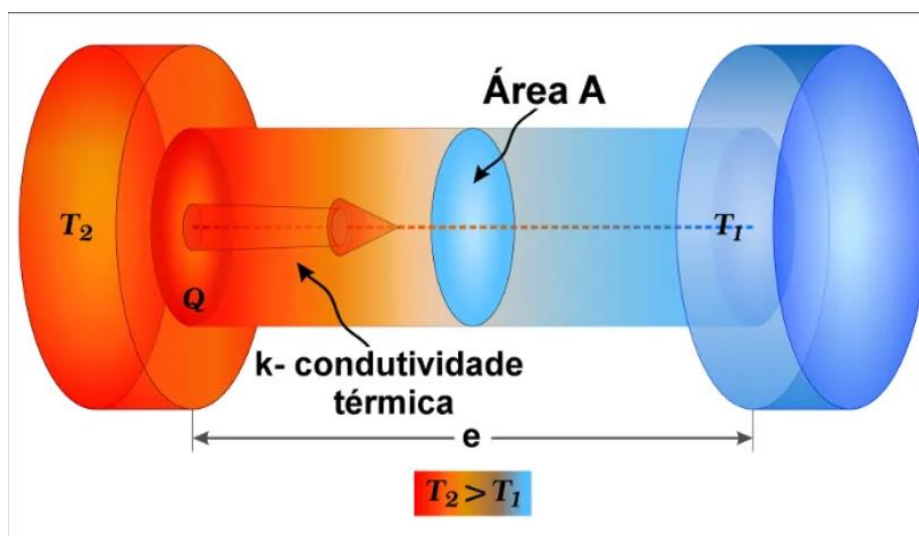


Figura 6 – Condução térmica em sólidos  
Fonte: PrePara Enem

### 2.2.2. CONVECÇÃO

A transferência de calor por convecção pode ser analisada através de dois métodos. O primeiro consiste em transferência de energia através do movimento molecular aleatório conhecido como difusão e também a energia é transferida através de um movimento global, ou macroscópico, do fluido.

$$q = h_c(t_s - t_f)$$

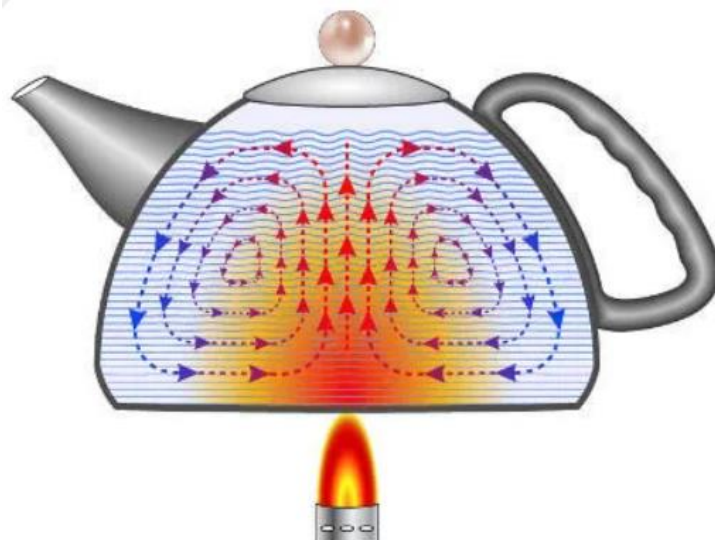


Figura 7 – Transferência de calor por Convecção  
Fonte: Brasil Escola

### 2.2.3. RADIAÇÃO

“Radiação térmica é a energia emitida pela matéria que se encontra a uma temperatura não-nula. Independente da forma da matéria, a emissão pode ser atribuída a mudanças nas configurações eletrônicas dos átomos ou moléculas que constituem a matéria. A energia do campo de radiação é transportada por ondas eletromagnéticas. Enquanto a transferência de energia por condução ou convecção requer a presença de um meio material, a radiação não necessita dele. Na verdade a transferência por radiação ocorre mais eficiente no vácuo.” (Incropera, 2008)

Através da lei de Stefan-Boltzmann, considerando a radiação que é emitida pela superfície e a taxa pela qual a energia térmica da matéria delimitada pela superfície e a taxa na qual a energia é liberada por unidade de área que também podemos chamar de *poder emissivo*. O mesmo pode ser determinado pela fórmula a seguir:

$$E_n = \sigma T^4$$



Figura 8 – Transferência de calor por Radiação  
Fonte: TodaMatéria

## 2.3. REFRIGERAÇÃO E AR-CONDICIONADO

Segundo Stoecker (1985), refrigeração e ar condicionado são duas áreas que estão atreladas, mesmo que elas tenham campos específicos de atuação. Dentre as principais aplicações de refrigeração temos a mais comum e usual na vida das pessoas que é o ar-condicionado, o mesmo é definido como o processo de condicionamento de ar com finalidade de controlar a temperatura ambiente, purezas, umidade e distribuição com intuito de ocasionar conforto ao indivíduo ocupante de recinto condicionado.

### 2.3.1. HISTÓRIA DA REFRIGERAÇÃO

“O emprego dos meios de refrigeração já era do conhecimento humano mesmo na época das mais antigas civilizações. Pode-se citar a civilização chinesa que, muitos séculos antes do nascimento de Cristo, usava o gelo natural (colhido nas superfícies dos rios e lagos congelados e conservado com grandes cuidados, em poços cobertos com palha e cavados na terra) com a finalidade de conservar o chá que consumiam. As civilizações gregas e romanas também aproveitavam o gelo colhido no alto das montanhas, a custo do braço escravo, para o preparo de bebidas e alimentos gelados.” (Martinelli Junior, 2003)

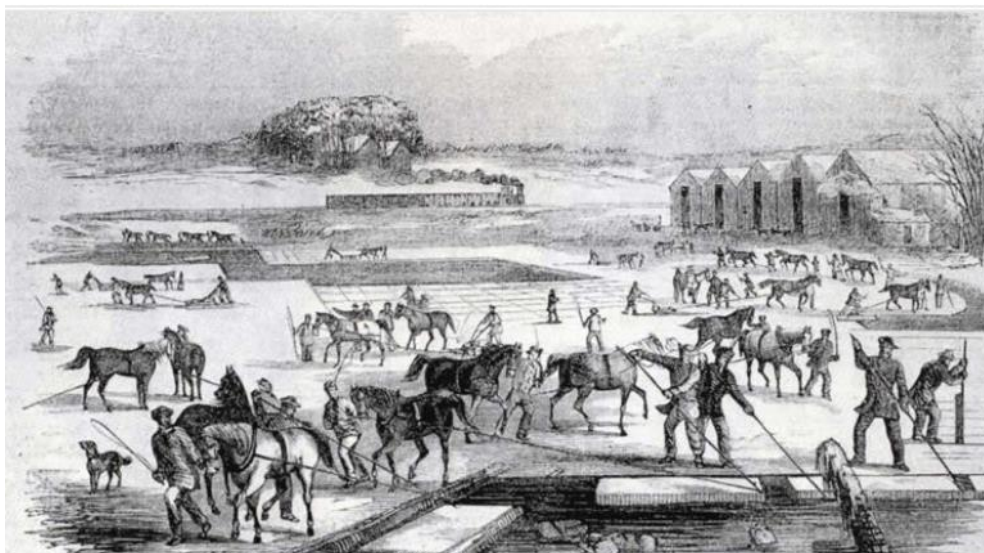


Figura 9 – Povos antigos coletando gelo  
Fonte: Jesué Graciliano

Segundo Martinelli (2003), por conta da posição geográfica do Egito que não dispunha de locais frios e montanhas, essa civilização utilizava-se de um método para refrescar água através da evaporação, usava-se vasos de barro semelhantes às mingotas, comuns no interior do Brasil. A porosidade do barro deixa passar um pouco de água reservada em seu interior e a evaporação da mesma para o ambiente ocasiona a queda de



temperatura no sistema. Porém, durante um grande período de tempo, o homem encontrou usabilidade no gelo apenas para refrigerar alimentos e bebidas no intuito de melhorar seu paladar e estocar alimentos.

“Estudos realizados por cientistas, entre eles o célebre químico francês Louis Pasteur, demonstraram que alguns tipos de bactérias são responsáveis pela putrefação dos alimentos e por muitos tipos de doenças e epidemias. Ainda através de estudos, ficou comprovado que a contínua reprodução das bactérias podia ser impedida em muitos casos ou pelo menos limitada pela aplicação do frio, baixando suficientemente a temperatura ambiente em que os mesmos proliferam. Essas conclusões provocaram, no século XVIII, uma grande expansão da indústria do gelo, que até então se mostrava incipiente. Antes da descoberta, os alimentos eram deixados no seu estado natural, estragando-se rapidamente. Para conservá-los por maior tempo era necessário submetê-los a certos tratamentos como a salgação, a defumação ou o uso de condimentos. Esses tratamentos, na maioria dos casos, diminuía a qualidade do alimento e modificavam o seu sabor. Com a descoberta, abria-se a possibilidade de se conservar os alimentos frescos, com todas as suas qualidades, durante um período de tempo maior.



Figura 10 – Alimento conservado por sal

Fonte: Refisa

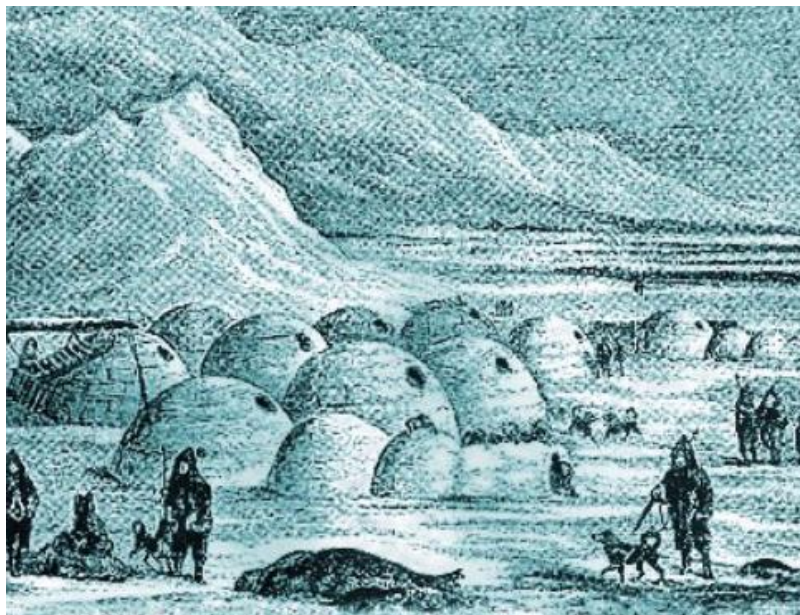


Figura 11 – Utilização de gelo por civilizações antigas para conservar alimentos

Fonte: UFRGS

Porém, a utilização de gelo natural causava um atraso no desenvolvimento da refrigeração, uma vez que o ser humano tinha fontes “inesgotáveis” de gelo tornando esse avanço pouco atrativo. Com isso, para manter alimentos refrigerados utilizava-se totalmente da natureza que só formava o gelo no inverno e nas regiões de clima muito frio. Sendo assim, ocasionava-se uma irregularidade no fornecimento de gelo e para países quentes ou com verão rigoroso, sujeitava-se ao transporte que na época era demorado e grande parte da carga era perdida por derretimento até porque não existiam métodos eficazes para transportar esse material de forma adequada. Até mesmo em locais frios onde o gelo se formava, a estocagem era difícil, fazendo-se possível apenas em curtos períodos de tempo.

“Por este motivo, engenheiros e pesquisadores voltaram-se para a busca de meios e processos que permitissem a obtenção artificial de gelo, liberando o homem da dependência da natureza. Em consequência desses estudos, em 1834 foi inventado, nos Estados Unidos, o primeiro sistema mecânico de fabricação de gelo artificial, que constituiu a base precursora dos atuais sistemas de compressão frigorífica. Em 1855 surgiu na Alemanha um outro tipo de mecanismo para a fabricação do gelo artificial, este, baseado no princípio de absorção, descoberto em 1824 pelo físico e químico inglês Michael Faraday.” (Martinelli Jr, 2003)

Por aproximadamente meio século surgiram métodos de fabricação de gelo artificial e também melhorias no funcionamento dos mesmos, essas melhorias consistiam

em maiores rendimentos e melhores condições de trabalho. Contudo, a produção de gelo artificial tinha baixada demanda por conta do achismo populacional contra o produto, acreditando-se que o mesmo traria problemas para a saúde humana, resultando num freio para a produção de gelo artificial uma vez que se precisa de um mercado consumidor para fabricar um produto.

Martinelli Jr (2003), tal crença era completamente absurda, porém com pouca aceitação do gelo de fabricação, a procura pelo produto era relativamente baixa. No entanto, a dependência do homem em relação a natureza para obtenção de gelo caiu por terra quando um dos maiores produtores de gelo natural da época, o Estados Unidos, sofreu com as mudanças climáticas que afetaram a formação do gelo natural naquele ano. Não havendo gelo natural, a população viu-se obrigada a utilizar o gelo artificial, quebrando o tabu existente sobre esse produto. O homem sempre precisa buscar tornar-se independente de meios naturais para a obtenção de produtos e esses acontecimentos ajudaram no desenvolvimento econômico e de qualidade nos métodos de refrigeração.

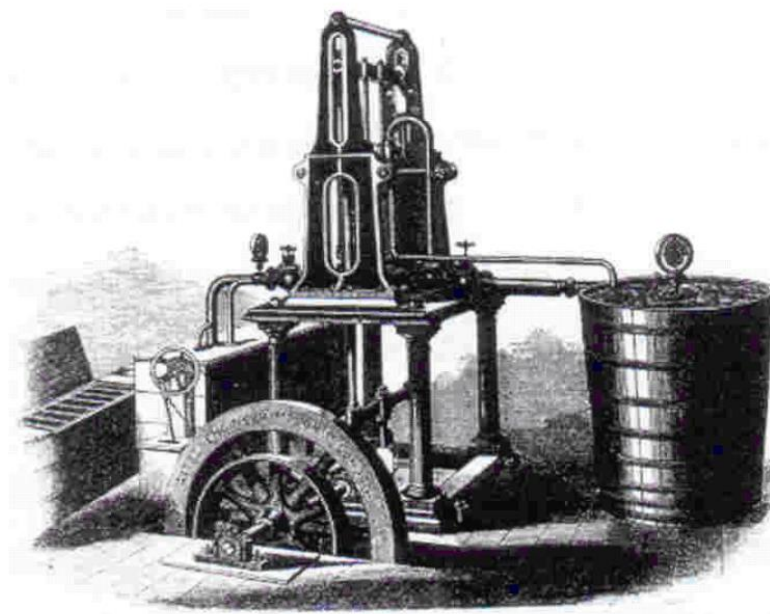


Figura 12 – Máquina rudimentar de fabricação de gelo

Fonte: Centro Ar

### **2.3.2. SISTEMA DE AR-CONDICIONADO**

### **2.3.3. HISTÓRIA DA REFRIGERAÇÃO RESIDENCIAL**

A descoberta do ciclo de refrigeração e o desenvolvimento da máquina frigorífica abriram o caminho para o uso prático do ar condicionado. O que pode ser considerado como o primeiro equipamento de ar condicionado foi patenteado em 1897, por Joseph

McCreaty (Estados Unidos). Seu sistema foi denominado lavador de ar (um sistema de resfriamento baseado no borrifamento de água). O Dr. Willis Haviland Carrier (Estados Unidos) realizou com sucesso o controle de temperatura e umidade ao instalar, em 1906, um equipamento de ar condicionado em uma oficina gráfica. Este equipamento era baseado no sistema de lavador de ar, que resfriou e saturou o ar até o ponto de orvalho.

Até o término Segunda Guerra Mundial, indústrias eram o foco de condicionamento de ar. Com o tempo, o conforto humano foi despertando interesse na indústria que iniciou o desenvolvimento de sistemas voltados para residências. Na atualidade, o setor de ar condicionado e refrigeração estão entre os principais equipamentos utilizados pelo ser humano. Essas funções vão desde congelamento de alimentos, controle de microrganismos em ambientes hospitalares, para armazenar frutas, legumes e verduras, para conforto térmico do indivíduo dentro de um automóvel, entre outras aplicações.

#### **2.3.4. REFRIGERANTES**

Refrigerantes são fluidos que absorvem calor de um ambiente a ser climatizado, o fluido refrigerante pode ser comparado ao sangue do corpo humano, uma vez que, sem ele não existe refrigeração. Através de transformações cíclicas como a condensação e a vaporização, os líquidos refrigerantes conseguem produzir o efeito de refrigeração.

Segundo Silva (2014), ao vaporizar os fluidos refrigerantes absorvem grande quantidade de energia de um ambiente e ao condensar liberam grande quantidade de calor. Ao consultar a literatura, podemos observar que existem diversos refrigerantes para diversas funções e eles podem estar tabelados de acordo com suas características.

Características essas que os refrigerantes possuem algumas propriedades físico-químicas que podem caracterizar um determinado fluido para determinada função ou máquina.

Segundo Martinelli Jr (2003), essas propriedades estão listadas abaixo:

- Condensar-se a pressões moderadas;
- Evaporar-se a pressões acima da atmosférica;
- Ter pequeno volume específico;
- Ter elevado calor latente de vaporização;
- Ser quimicamente estável;
- Não ser corrosivo;

- Não ser inflamável;
- Não ser tóxico;
- Deve permitir facilmente a localização de vazamentos;
- Não deve atacar o óleo lubrificante ou ter qualquer efeito indesejável sobre outros materiais da unidade;
- Não deve atacar ou deteriorar os alimentos, no caso de vazamentos;
- Não deve atacar a camada de ozônio, em caso de vazamentos.

Refrigerante é um fluido que absorve calor evaporando-se a baixa temperatura e pressão e cede calor condensando-se a uma alta temperatura e pressão. Para a refrigeração, um líquido pode vaporizar a qualquer temperatura desde que altere a pressão exercida no mesmo.

“O refrigerante deve ser fornecido a um evaporador ou serpentina no estado líquido porque só a evaporação pode absorver grande quantidade de calor. O refrigerante na forma de vapor deverá ser reduzido a líquido antes de ser utilizado de novo. Assim deve-se condensar o vapor do refrigerante, transferindo-se para qualquer outro meio (água ou ar) o calor latente fornecido pelo vapor durante a condensação. No caso a água ou ar devem estar a temperatura inferior à temperatura da condensação do refrigerante.

As temperaturas de condensação e vaporização são as mesmas e geralmente baixas, deve-se então aumentar a sua pressão de modo tal que sua temperatura de condensação seja superior a temperatura da água ou ar disponível. Para este fim, há a necessidade de um compressor.

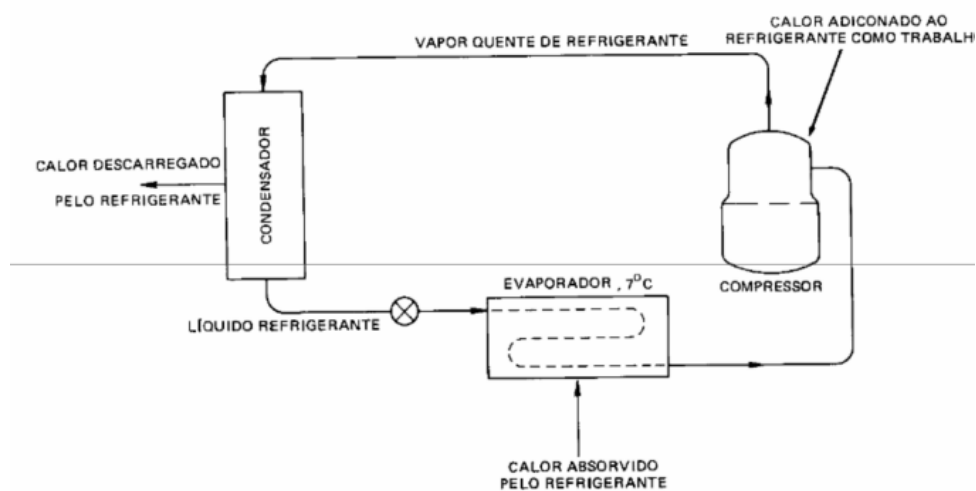


Figura 13 – Ciclo de refrigeração

Fonte: Refrigeração e Ar Condicionado – Prof. Milton Serpa Menezes

### 2.3.5. COMPRESSORES

O compressor toma o vapor do refrigerante a uma baixa pressão e temperatura, eleva-o a uma alta pressão e temperatura. Assim, pode-se afirmar que ele:

- 1) Reduz a pressão e a temperatura do refrigerante no evaporador, permitindo absorver calor das redondezas;
- 2) Aumenta a pressão e a temperatura do refrigerante no condensador o suficiente para permitir que dissipe calor para o ar ou água a temperatura existente;
- 3) Movimenta o fluido refrigerante através da tubulação e componentes do sistema.



Figura 14 – Compressor de Ar-Condicionado

Fonte: Catálogo Samsung

### 2.3.6. CONDENSADORES

Os condensadores são trocadores de calor onde ocorre a condensação do refrigerante. Todos os ganhos de calor de um sistema de refrigeração devem ser rejeitados no condensador. Sendo, portanto, sua função básica liquefazer o fluido refrigerante.

O calor total que será rejeitado pelo condensador consiste no calor ganho no processo de refrigeração mais o calor adicionado ao refrigerante pela operação do equipamento frigorífico. O calor gerado em cumprir o gás refrigerante, o calor de fricção do compressor e no caso de compressor hermético e semi-hermético o calor gerado pelos rolamentos do motor.

A seleção consiste em escolher um condensador com capacidade de rejeição de calor total do sistema. Desde que a rejeição varie conforme o compressor, recomenda-se que as curvas de capacidades do fabricante sejam utilizadas quando possível para a determinação da relação de rejeição de calor.



Figura 15 – Condensadora

Fonte: Catálogo Daikin

### **2.3.7. EVAPORADORES**

São trocadores de calor onde ocorre a evaporação do refrigerante, ou seja, onde o líquido refrigerante, ou seja, onde o líquido refrigerante evapora, absorvendo calor com esta mudança de estado. Na maioria dos evaporadores utilizados em refrigeração, os refrigerantes mudam de fase dentro dos tubos e refrigera o fluído que passa por fora dos tubos.



Figura 16 – Evaporadora do tipo Cassete de quatro vias

Fonte: Catálogo Daikin

### 2.3.8. VÁLVULA DE EXPANSÃO TERMOSTÁTICA

O controle desta válvula é realizado para superaquecimento do gás de aspiração que deixa o evaporador, regulando assim a vazão do refrigerante líquido em função da taxa de evaporação. A válvula de expansão termostática opera no sentido de manter a proximidade a mesma quantidade de líquido no evaporador uma vez que se a quantidade de líquido diminuiu, uma superfície maior do evaporador será exposta ao vapor superaquecendo-o em maior grau e, portanto, propiciando a abertura da válvula.

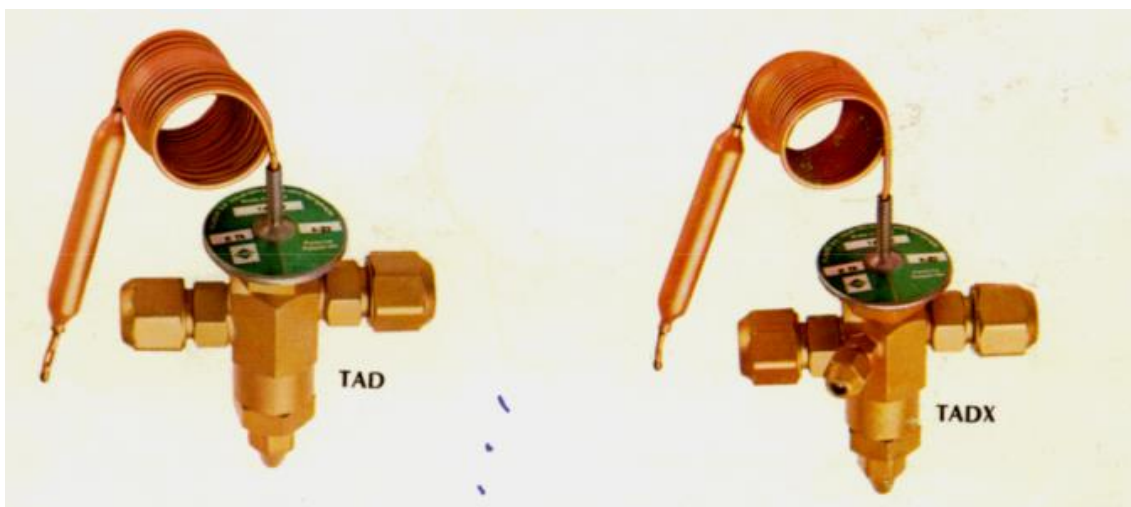


Figura 17 – Válvula de Expansão Termostática

Fonte: Refrigeração e Ar Condicionado – Prof. Milton Serpa Menezes



### 3. DESENVOLVIMENTO

Esse trabalho tem como objetivo projetar a refrigeração, exaustão e ventilação de uma cozinha e também refrigeração da área de atendimentos. Para esse isso, utilizou-se a planta do local e também cálculos utilizando tabelas de carga térmica, tabela para cálculo de vazão e dimensionamento de dutos, cálculo de vazão de coifas para exaustão de cozinhas de acordo com a NBR e cálculo de vazão e dutos para ventilação ambiente com intuito de criar uma cortina de ar para as coifas.

O Local conta com 4 ambientes, sendo eles cozinha, depósito, área comercial e banheiro. Dentre esses ambientes, precisa-se climatizar a área comercial onde circulam clientes, exaustão para banheiro com o objetivo de retirar odor e proporcionar circulação de ar através de pressão negativa, exaustão para o depósito com o objetivo de evitar acúmulo de partículas no ar geradas por produtos industrializados armazenados em ambiente fechado e por último a cozinha que teve suas coifas dimensionadas, sistema de ventilação e sistema de ar condicionado como será mostrado mais à frente. A figura e a tabela abaixo ilustram a planta baixa e equipamentos que foram considerados para calcular a carga térmica do ambiente.

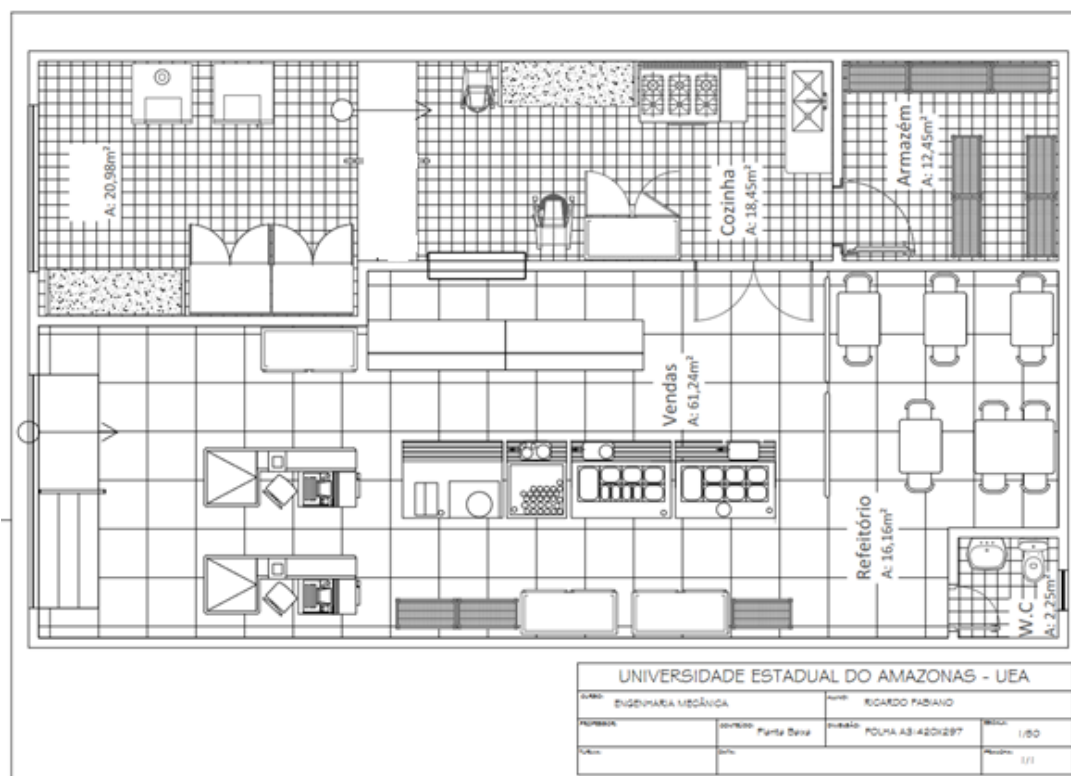


Figura 18 - Planta Baixa

Fonte: Própria

Para o cálculo de carga térmica, utilizou-se uma tabela própria para cargas térmicas de cozinhas. Nesse cálculo, considerou-se todos os equipamentos que podem gerar calor dentro da mesma, direção das paredes, fator geográfico, incidência solar no teto, portas e também a quantidade de trabalhadores que estarão presentes no trabalho diário.

### 3.1. BANHEIRO

Por se tratar de um banheiro de pequenas dimensões, optou-se por utilizar um modelo de insuflador/exaustor de ar da MultiVac que é muito comum no mercado de exaustores na atualidade. Esses exaustores têm aparência discreta e alto poder de vazão se comparado com suas dimensões e sua aplicação é comumente vista em banheiros de Shopping Center.

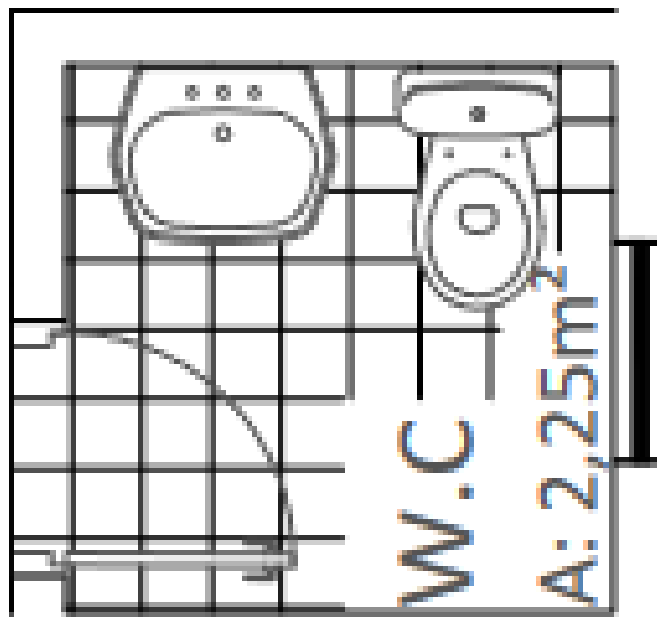


Figura 19 – Banheiro

Fonte Própria

Utilizou se um MultiVac - Turbo 100 – 220v, fabricante MultiVac, com dois níveis de regulagem que fazem a vazão ser de no mínimo 145 m<sup>3</sup>/h e máximo de 187 m<sup>3</sup>/h ligado a um tubo flexível de modelo MultiVac - Aludec 60 04” de 109 milímetros laminado de folha de alumínio e filme de poliéster com adesivo de poliuretano de alta performance e arame em alto carbono com revestimento em bronze como exigido pela NBR 16401. Além da exaustão, para não exalar odores advindos do banheiro, utiliza-se da pressão negativa em relação ao ambiente externo para conseguir conter esse problema. Não menos importante, utiliza-se uma grelha ao final do tubo flexível para evitar a entrada

de detritos na linha de exaustão. O acionamento do exaustor é elétrico ligado diretamente no interruptor de luz do banheiro, pode-se optar também para que o exaustor continue funcionando por algum tempo mesmo após o interruptor ser desligado para garantir a exaustão adequada do ambiente.

Condições de trabalho do tubo flexível:

- Temperatura máxima de trabalho: 140 °C;
- Velocidade de ar máxima: 25 m/s;
- Pressão máxima: 600 mmca;
- Pressão negativa máxima: -30 mmca.

As figuras a seguir representam os modelos de exaustores e dutos escolhidos para o ambiente, perda de carga do duto e também vazão e pressão máxima do exaustor MultiVac Turbo 100 – 220v.



Figura 20 – Ilustração de uma instalação de um Turbo MultiVac

Fonte: Catálogo MultiVac

### DIMENSÕES (mm)

MODELO	MEDIDAS			
	D	D1	L	H
TURBO 100	96	136	240	195
TURBO 125	123	136	240	195
TURBO 150	146	195	296	250
TURBO 200	197	209	296	261

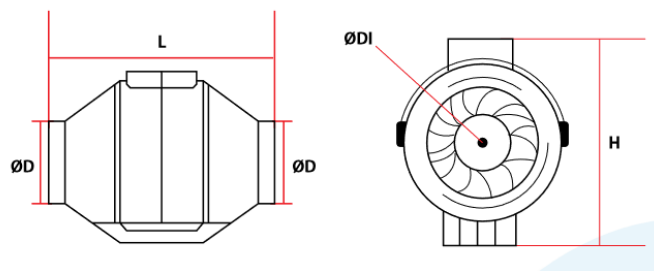


Figura 21 – Esquema de dimensões entre modelos

Fonte: Catálogo MultiVac

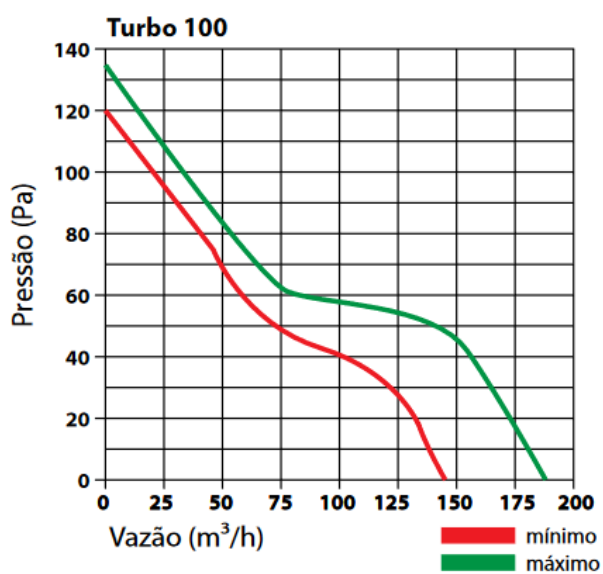
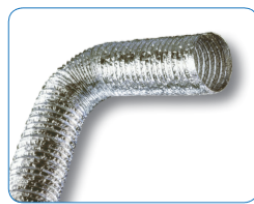


Figura 22 – Gráfico de Pressão x Vazão modelo MultiVac Turbo 100 – 220v

Fonte – Catálogo MultiVac



**PERDA DE CARGA**

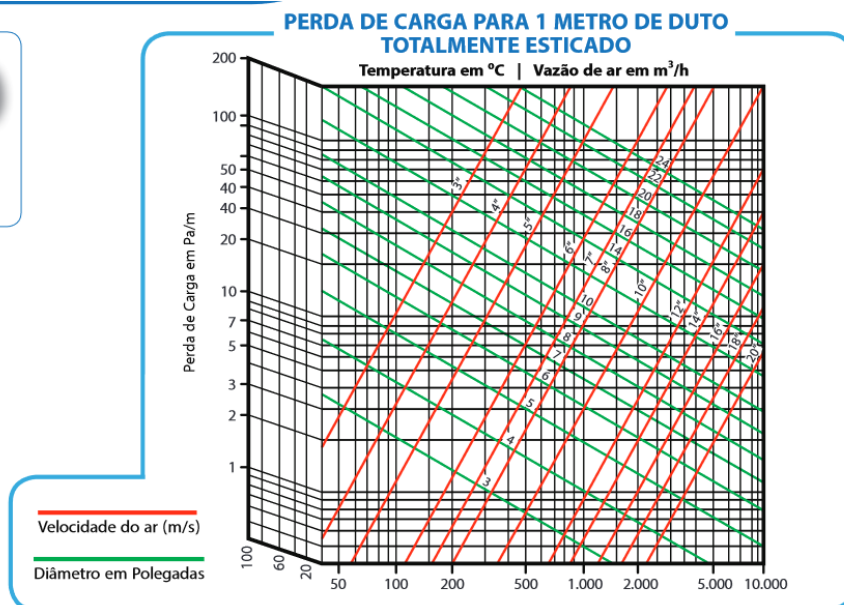


Figura 23 – Carta psicrométrica do modelo MultiVac - Aludec 60

Fonte – Catálogo MultiVac

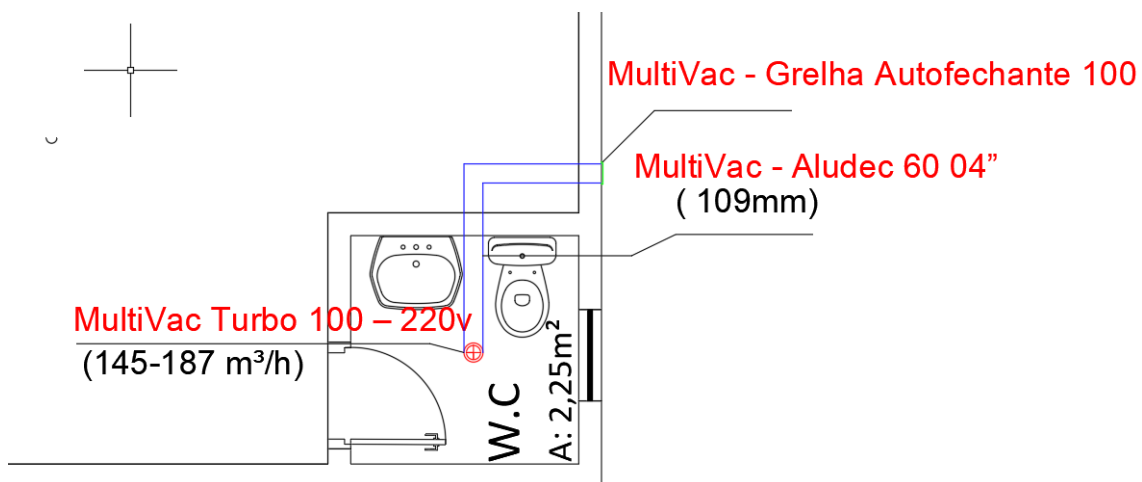


Figura 24 – Planta baixa do banheiro – Sistema de exaustão

Fonte: Própria

## DIMENSÕES (mm)

MODELO	MEDIDAS		
	A	B	C
GRELHA AUTOFECHANTE 100	153	153	100
GRELHA AUTOFECHANTE 125	185	185	125
GRELHA AUTOFECHANTE 150	180	180	150

Referência (exemplo): MultiVac - Grelha Autofechante 100

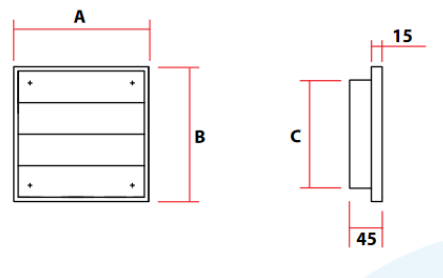


Figura 25 – Grelha de ventilação/exaustão MultiVac

Fonte: Catálogo MultiVac

### 3.2. ARMAZÉM DE PRODUTOS NÃO PERECÍVEIS

Para o armazém de produtos optou-se por um exaustor axial de parede, pois como o ambiente é fechado, precisa-se de um exaustor para eliminar o odor vindo de produtos armazenados, plásticos e embalagens. Para não deixar o ambiente apenas com exaustão, optou-se pelo uso de um ventilador mecânico para recircular o ar no ambiente, pois por se tratar de um ambiente fechado e com exaustão, precisa-se de uma maneira de trocar o ar desse ambiente sem perder carga térmica de ambientes próximos. Por se tratar de um local onde não possui colaboradores trabalhando diretamente no ambiente e somente utiliza-se para guardar e retirar produtos da linha de produção do estabelecimento, escolheu-se um exaustor de baixa capacidade que tem funcionamento não prolongado de no máximo 6 horas diárias como recomenda o fabricante. O modelo escolhido foi o MultiVac – Muro 150B - 220V que é um ventilador axial para renovação de ar em ambientes de baixa circulação ou exaustão. Indicado para instalação no teto ou em paredes, sua construção é feita com plástico ABS de alto impacto, equipado com motor de polo sombreado e buchas sinterizadas que garantem longa duração sem necessidade de intervenções. O ventilador mecânico para renovação de ar escolhido foi um turbo MultiVac Turbo 125 – 220v, com vazão mínima de 220 m<sup>3</sup>/h e máxima de 280 m<sup>3</sup>/h. Os dois aparelhos de ventilação e exaustão serão utilizados com acionamento pelo interruptor de luz, o exaustor ativa quando se aciona o interruptor, pois o ambiente geralmente fica com a porta aberta e conseqüentemente recebera ventilação de outros ambientes, com exaustão no momento em que o trabalhador está trabalhando naquele local. A ventilação será acionada no momento em que se desliga as luzes juntamente com o exaustor e ficará ligado por no máximo 30 minutos para poder renovar o ar daquele ambiente. Para duto de exaustão, optou-se pelo tubo flexível MultiVac – Aludec 60 06” de 161 mm de espessura e para ventilação será utilizado um tubo flexível MultiVac – Aludec 60 05” de

131 milímetros. Para proteção e isolamento do sistema, utilizou se grelhas MultiVac - Grelha fixa 150 de 150 milímetros de colarinho que será fixada por braçadeiras ao tubo flexível Aludec 60 06” de 161 mm e a grela MultiVac - Grelha fixa 125 de 125 milímetros de colarinho acoplada ao tubo flexível MultiVac – Aludec 60 05”. As figuras abaixo representam a planta baixa do local, o modelo de exaustor, gráfico de pressão e vazão e projeção do sistema na planta baixa.

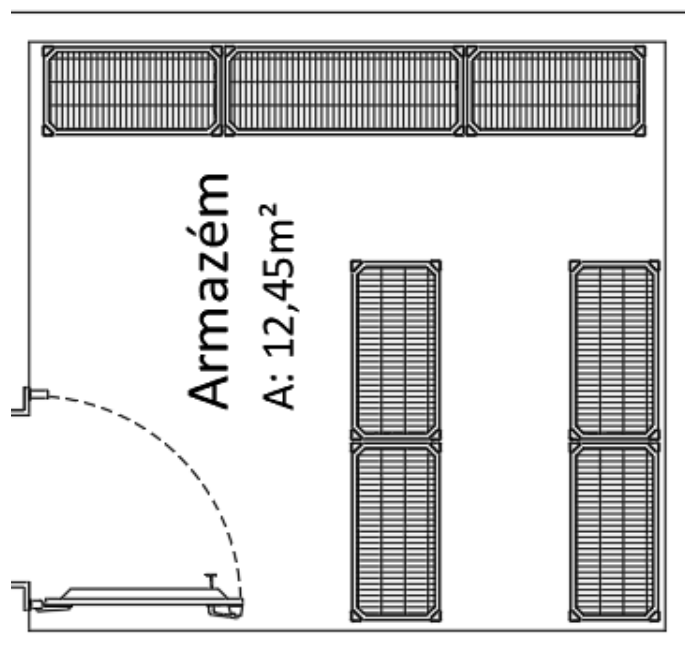


Figura 26 – Planta baixa Armazém de produtos não perecíveis.

Fonte: Própria

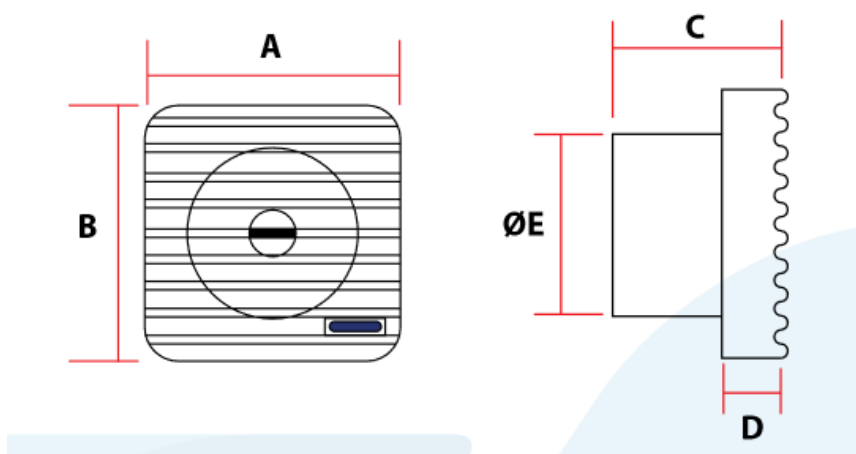


Figura 27 – Exaustor modelo MultiVac – Muro 150B - 220V.

Fonte: Catálogo do Fabricante

MODELO	Vazão Máx. (m³/h)	Pressão Máx. (mmca)	Nível de Ruído (dBA)	Potência (W)	Peso (kg)	Voltagem (V)	Frequência (Hz)	Tubo Ø mm
MURO 100	96	4,8	41	17	0,48	127 ou 220	60	100
MURO 150A	242	6,6	46	34	0,73	127 ou 220	60	150
MURO 150B	340	10,4	51	55	0,96	127 ou 220	60	150

Figura 28 – Modelos de exaustores Muro MultiVac.

Fonte: Catálogo MultiVac

**CURVA VAZÃO X PRESSÃO**

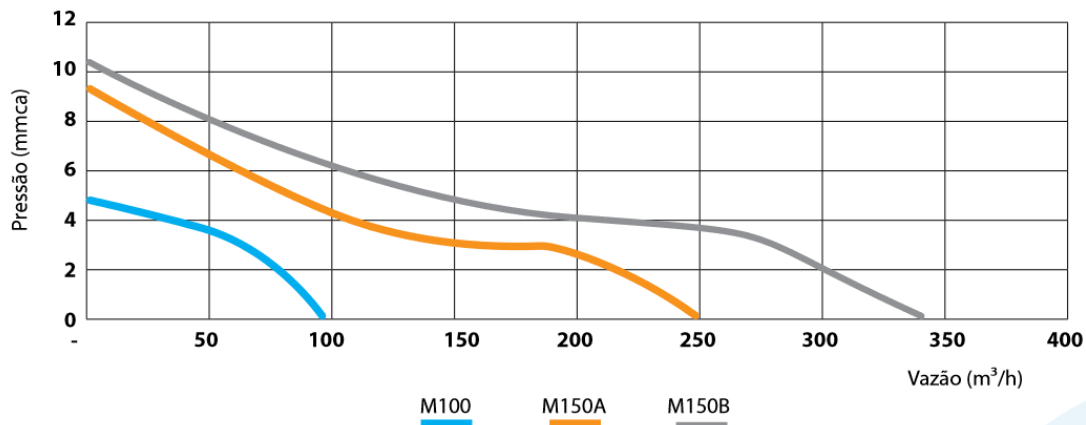


Figura 29 – Gráfico de pressão (mmca) x vazão (m³/h) para exaustor axial

Fonte: Catálogo do Fabricante

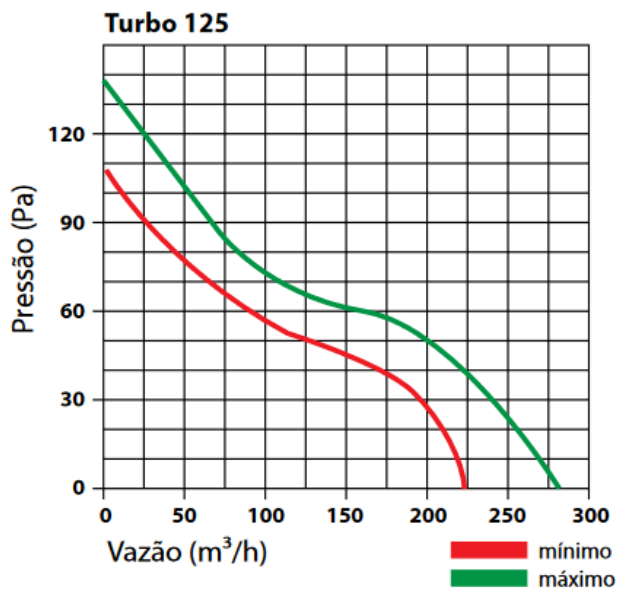


Figura 30 – Gráfico Pressão x Vazão MultiVac Turbo 125 – 220v

Fonte Catálogo MultiVac



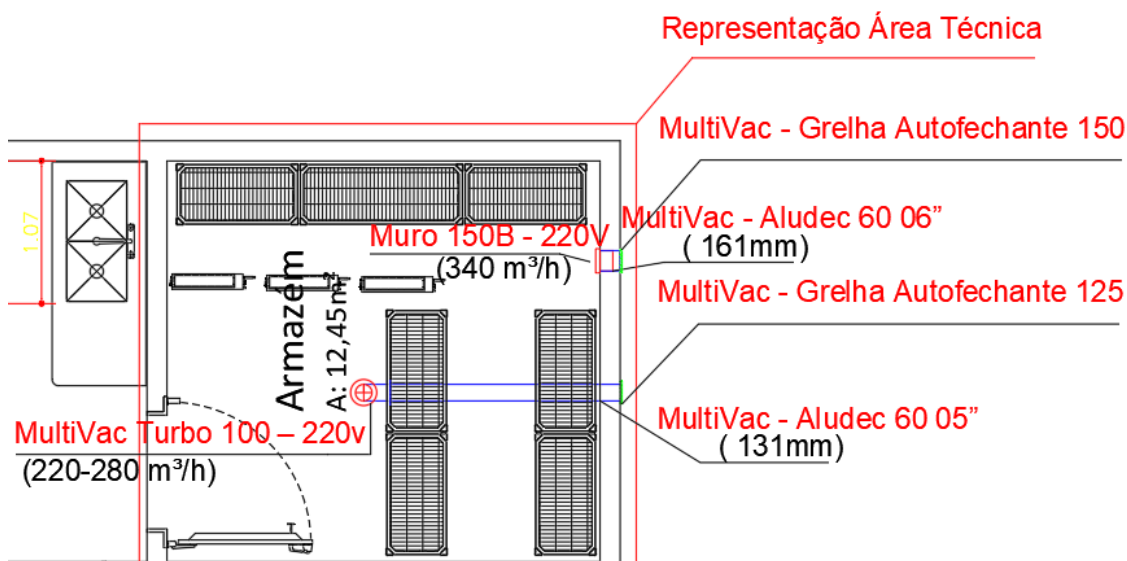


Figura 31 - Planta baixa do Armazém – Sistema de exaustão

Fonte: Própria

### 3.3. ÁREA DE VENDAS

Para a área de vendas, fez-se um levantamento dos principais itens que podem gerar calor, assim como o fluxo de pessoas e paredes e tetos com insolação. Os principais itens que estarão no ambiente estão listados na tabela a seguir:

Aparelhos:	Potência (W):	Altura (cm):	Largura:	Profundidade:	Quantidade:
Freezer	160	96	147,3	78	1
Espositor de Bebidas	427	186	64,5	64,5	2
Freezer 5 portas	655	209	300,6	66,6	1
Selador de Embalagens	260	X	X	X	1
Espositor de comidas	3000	129	186	68	2
Computador	300	129	186	68	2

Figura 32 – Lista de equipamentos área de atendimento

Fonte: Própria

Para levantar a carga térmica do ambiente, utilizou-se uma tabela cedida pela empresa *Lachi Engenharia* para cálculo de carga térmica, a tabela obedece a normativa NBR 5858 de cálculo simplificado de carga térmica e ainda utiliza importantes pontos que serão mencionados mais na frente que destoam das tabelas de carga térmica utilizadas para aprendizado.

Ao fazer o levantamento de equipamentos, utilizou-se do mapa para apontar pontos de insolação nas paredes e teto. Após isso, fez-se um levantamento do número de

peças e com esses dados pode-se considerar o calor sensível produzido por clientes que estão no estabelecimento. Considerando uma média de 30 clientes num determinado instante, pode-se obter a taxa de ocupação, o calor gerado por eles, o calor médio gerado por iluminação ambiente que geram uma carga adicional de grande importância para ambientes de grande fluxo de pessoas. A tabela é bastante didática nesse ponto, ela possui um layout bem lúdico e também se utiliza de coeficientes de segurança para evitar o subdimensionamento dos ambientes.

1	CLIENTE:	Panificadora									
2	AMBIENTE:	Área de vendas						ÁREA:	61,24 m <sup>2</sup>		
3	LOCAL:	Manaus						Pé Direito:	2,80 m		
4											
5	CONDIÇÕES DE PROJETO - VERÃO					CONDIÇÕES DE PROJETO - INVERNO					
6	Condição:	BS °C	BU °C	UR %	g / Kg	Condição:	BS °C	BU °C	UR %	g / Kg	
7	Externa:	35	29		23,5	Externa:	10		70%	5,8	
8	Interna:	25		65%	10,8	Interna:	24		50%	9,3	
9	Diferença:	10	ΔT		ΔQ= 12,7	Diferença:	14	ΔT		ΔQ= 3,5	
10	p / ΔT = 8°C , A = 0,3			p / ΔT = 10°C , A = 2,2			p / ΔT = 12°C , A = 4,3				
28	<b>INSOLAÇÃO E TRANSMISSÃO EM PAREDES E TELHADOS OU LAJE EXP.</b>										
29											
30	HORÁRIOS			9 horas	13 horas	16 horas	Coefic. Global	RESULTADOS			
31							" U "	9 horas	13 horas	16 horas	
32	TIPO	FACE	ÁREA ( m²)	DET. °C	DET. °C	DET. °C					
33	PAREDE	S					1,00				
34	PAREDE	SE					1,00				
35	PAREDE	E					1,00				
36	PAREDE	NE					1,00				
37	PAREDE	N	19,09	8,3	11,1	14,4	1,78	282	377	489	
38	PAREDE	NO					1,00				
39	PAREDE	O					1,00				
40	PAREDE	SO					1,00				
41	CORREÇÃO			A=	2,3		1,00				
42	ÁTICO área (m²)=			ΔT =	22,4		1,00				
43	Telhado / Laje exp.			61,24	3,9	12,2	19,4	1,00	239	747	1.188

Figura 33 – Tabela de carga térmica Insolação e Transmissão em paredes e telhados.

Fonte: Lachi Engenharia

75	<b>CALOR SENSÍVEL PRODUZIDO INTERNAMENTE</b>					
76						
77	Taxa de ocupação ( m² / pessoa ) =	2,0	T. pessoas =	30	CALOR =	55,5      1.665
78	Taxa de iluminação ( Watts / m² ) =	20,0	T. Watts =	1.225	x 0,86 x 1,25	1.317
79	Potência instalada em motores ( HP ) =				x 642	
80	Pot. inst. em aparelhos elétricos ( Watts ) =				x 0,86	
81	<b>SUBTOTAL INTERNO SENSÍVEL</b>					<b>2.982</b>
82	<b>CALOR SENSÍVEL TOTAL INTERNO</b>					
83	<b>HORÁRIOS</b>					
84				9 horas	13 horas	16 horas
85				<b>3.503</b>	<b>4.106</b>	<b>4.659</b>
86						
87	Coeficiente de segurança =	10%	<b>CALOR SENSÍVEL TOTAL</b>			<b>5.125 Kcal / h.</b>
88				<b>INTERNO CORRIGIDO</b>		

Figura 34 – Calor sensível produzido internamente

Fonte: Lachi Engenharia

Como pôde ser observado, a tabela também considera calor sensível e calor latente gerado internamente no ambiente, que nesse caso influenciam no valor final da carga térmica.

89	<b>CALOR LATENTE PRODUZIDO INTERNAMENTE</b>						Kcal / h
90							
91	Nº DE PESSOAS =	30	x	CALOR =	73	=	2.190
92	VAPOR		Kg	x		=	
93	OUTRAS FONTE DE CALOR LATENTE:						=
94	<b>CALOR LATENTE TOTAL INTERNO</b>						<b>2.190</b>
95							

Figura 35 – Calor latente produzido internamente

Fonte – Lachi Engenharia

Por último, utilizou-se na tabela para fazer o cálculo da taxa de renovação  $\text{m}^3/\text{h}$  por pessoa, vazão de ar externo, volume de ar do ambiente e a vazão total de ar externo para calcular novos valores de calor sensível e latente. Com isso, pode-se considerar o calor proveniente de ar externo de renovação que também gera uma grande perda de carga térmica quando não é considerado o mesmo no cálculo.

96	<b>CALOR PROVENIENTE DE AR EXTERNO DE RENOVAÇÃO</b>						
97							
98	Nº DE PESSOAS=	30	Taxa de renovação ( $\text{m}^3 / \text{h.pessoa}$ ) =	42	Vazão de ar externo	1.260	Vazão de exaustão
99	Volume de ar		Taxa de renovação de ar exteno	1,5		257	
100	do ambiente ( $\text{m}^3$ )=	171			( $\text{m}^3 / \text{h}$ )		
101	Vazão de ar reposição de Exaustão						
102	Vazão total de ar		x	$\Delta T$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) =	10	0,30 = Calor Sensível =	3.780
103	externo ( $\text{m}^3 / \text{h}$ )	1.260		$\Delta Q$ (g / Kg)=	12,7	0,72 = Calor Latente =	11.521

Figura 36 – Calor proveniente de ar externo de renovação

Fonte – Lachi Engenharia

Após o levantamento de todos esses dados, a tabela nos mostra os resultados obtidos para aquele ambiente. Dentre esses resultados, podemos ressaltar o calor sensível total, calor latente total, a carga térmica total e os valores para a Psicometria de verão,

que é muito importante principalmente aqui na região.

104	<b>CARGA TÉRMICA TOTAL =</b>		CALOR TOTAL DE AR EXTERNO =		15.301
105			CALOR SENSÍVEL TOTAL INTERNO CORRIGIDO =		5.125
106	+		CALOR LATENTE INTERNO TOTAL =		2.190
107	+				
108	<b>CARGA TÉRMICA TOTAL =</b>				<b>22.616 Kcal / h</b>
109					<b>7,5 TR</b>
110	<b>PSICOMETRIA DE VERÃO</b>				
			m	BS = 25°C	BS = 22°C
111	Calor Sensível Total Interno =	5.125	m = QTI		
112	Calor Total Interno =	7.315	QSTI	m = 1,43	
113	Temperatura de insuflamento =	13 °C	ΔT ( °C ) =	12,0	
114	Vazão de insuflamento =	$\frac{QSTI}{0,29 \times \Delta T}$	=	1.473	$\frac{m^3}{h}$
115					

Figura 37 – Resultados obtidos para a carga térmica da Área de atendimento

Fonte – Lachi Engenharia

Diante dos resultados, pode-se optar pela escolha dos aparelhos que farão a climatização do ambiente. Por se tratar de um ambiente com dimensões que influenciarão na vazão do aparelho de ar condicionado, principalmente por conta do comprimento de 15,5 metros, a escolha de aparelhos para refrigeração do local foi de dois Cassetes de quatro vias da fabricante Daikin, esse aparelho é instalado no teto e tem 4 bocas de ar para vazão, posicionados em locais estratégicos, pode-se climatizar todo o ambiente sem nenhuma preocupação com alcance de aparelhos com somente 1 via.



Unidades Internas	Série	30	36	42	48
<b>Tipo Cassete Round Flow (Fluxo Circular 360°)</b>					
Unidade Interna		FCQ30KVL	FCQ36KVL	FCQ42KVL	FCQ48KVL
Unidade Externa		RZR30LUVL	RZR36LUVL	RZR42LUVL	RZR48LUVL

Figura 38 – Unidades internas de modelos do tipo Cassete

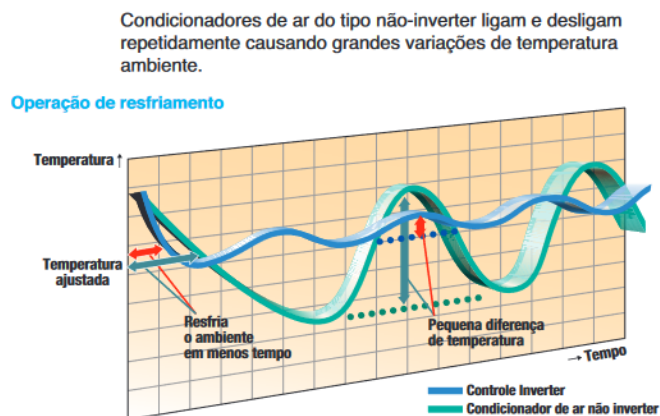
Fonte: Catálogo Daikin

A fabricante Daikin fabrica aparelhos de ar condicionado na Zona Franca de Manaus e por isso foi escolhida para esse projeto. Por estar localizada na mesma cidade do local a ser projetado, tem-se uma maior rapidez na entrega do produto, facilidade para manutenção e também em relação a garantia.

## Melhor conforto com a Tecnologia Inverter

A tecnologia inverter realiza o controle por meio da variação de frequência, que determina o desempenho do condicionador de ar.

Ao ligar, a capacidade máxima é utilizada para alcançar a temperatura configurada mais rapidamente. Então, a capacidade é ajustada de acordo com a variação de temperatura externa e com as variações sutis da carga térmica interna para realizar um controle de capacidade preciso resultando numa temperatura do ambiente mais estável.



Não há necessidade de partida suave (soft start), simplificando a instalação elétrica.

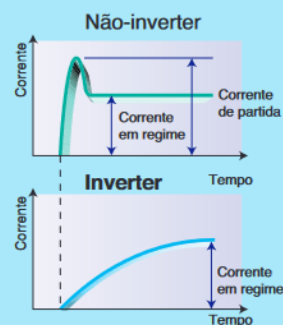


Figura 39 – Tecnologia inverter

Fonte: Catálogo Daikin

	Configuração padrão	Configuração para evitar sujeira no teto*
Direção do ar	Posição padrão para evitar correntes de ar	Recomendado para lojas com tetos de cor clara que queiram evitar focos de sujeira
Auto-swing	Auto-swing entre 15° e 60°	Auto-swing entre 25° e 60°
5 níveis de direcionamento do ar	Regulável em 5 níveis entre 15° e 60°	Regulável em 5 níveis entre 25° e 60°
Controle automático de direção de ar	A ar é direcionado de acordo com última posição memorizada	

Figura 40 – Possíveis ângulos para ajustar o fluxo de ar do aparelho Daikin Cassete 4 vias

Fonte: Catálogo Daikin

## ESPECIFICAÇÕES

### Tipo Cassete montado no teto

Modelo		30	36	42	48
Unidade interna		FCQ30KVL	FCQ36KVL	FCQ42KVL	FCQ48KVL
Unidade externa		RZR30LUVL	RZR36LUVL	RZR42LUVL	RZR48LUVL
Fonte de alimentação		1 fase, 220/230V, 60 Hz			
Capacidade de resfriamento* (Min. - Max.)		kW 9,1 (4,3-9,6)	10,5 (5,0-11,2)	12,3 (5,7-14,0)	14,1 (6,2-15,4)
Consumo de energia		Btu/h 31.000 (14.700-32.800)	36.000 (17.100-38.200)	42.000 (19.400-47.800)	48.000 (21.200-52.500)
COP		kW 2,49	3,04	3,83	5,36
		W/W 3,65	3,45	3,21	2,61
Unidade Interna	Cor	Branco			
	Vazão de ar (Máx./Min.)	m³/h 1920/1200	1980/1350		
	Nível de ruído (Alto/Baixo)*2	cfm 1130/706	1165/794		
	Dimensões (LxAxP)	dB(A) 43/32	44/34	44/36	
	Massa	cm 84 x 29 x 84	95 x 5 x 95		
	Unidade decorativo	kg 24	5,5		
	Unidade decorativo	kg 14 to 25	14 to 25		
Unidade externa	Cor	Branco Marfim			
	Compressor	Tipo Swing selado hermeticamente		Tipo Scroll selado hermeticamente	
	Potência do motor	kW 2,03	2,4	3,1	
	Carga de Refrigerante (R-410A)	kg 3,35 (Carga para 30 m)	3,7 (Carga para 30 m)		
	Nível de ruído*2	dB(A) 49	45	50	
	Modo Noturno Silencioso	dB(A) 44	46		
	Dimensões (LxAxP)	cm 94 x 99 x 94	90 x 117 x 32		
Massa	kg 78	97			
Faixa de operação	Restrição	°CDB 21 to 46			
Conexões da tubulação	Linha de líquido	cm (pol) ø9,5 (3/8")			
	Linha de gás	cm (pol) ø15,9 (5/8")			
	Dreno	Unidade Interna	mm I.D.ø25xO.D.ø32		
	Unidade Externa	mm ø26,0 (Hole)			
Comprimento máximo da tubulação entre unidades		m 50 (Comprimento equivalente 70)			
Desnível máximo da instalação		m 30			
Isolamento térmico		Tubo de líquido e gás			

Figura 41 – Especificações de modelo Cassete

Fonte: Catálogo Daikin

O modelo a ser utilizado será dois Cassetes de 48000 Btu/h, modelo de condensadora FCQ48KVL e unidade evaporadora RZR48LUVL. Estará listado a seguir as principais características do modelo:

- Fonte de alimentação (kW): 220 V, 60 Hz;
- Capacidade de resfriamento mínima e máxima (Btu/h): (6,2 – 15,4);
- COP (W/W): 2,61;
- Vazão de ar mínima e máxima (m³/h): 1350/1980 m³/h;
- Nível de ruído alto/baixo (dB): 44/36;
- Potência do motor do compressor (kW): 3,1 kW;
- Carga de refrigerante R-410<sup>a</sup> kg: 3,7 kg (Carga para 30 m);
- Comprimento máximo de tubulação: 50 m (Equivalente 70 m).

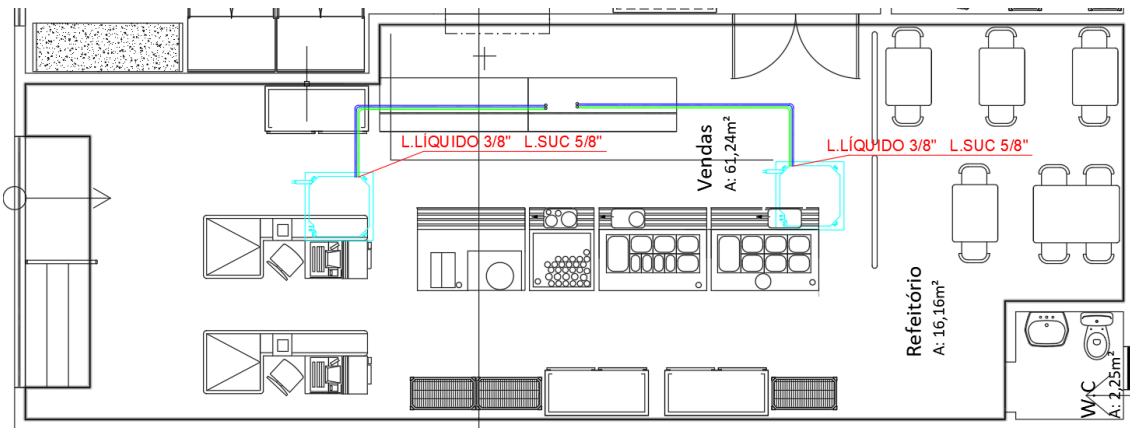


Figura 42 – Planta baixa Sistema de Ar-condicionado Cassete

Fonte: Própria

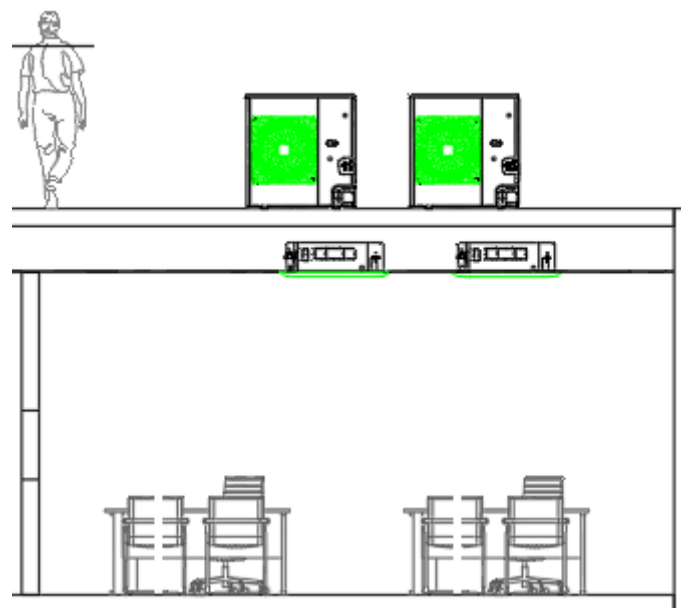


Figura 43 – Corte longitudinal para visualização do sistema de Ar-condicionado

Fonte: Própria

### 3.4. COZINHA

A cozinha é a principal parte do projeto, ela será dividida em 3 sistemas diferentes, exaustão através de coifas, ventilação mecânica aplicando a técnica de cortina de Ar. As coifas foram dimensionadas seguindo todos os protocolos adotados pela NBR 141518:2020, onde coifas que recebem partículas de gordura durante a cocção são consideradas coifas do tipo de sistemas moderados. Coifas de sistemas moderados são dispositivos projetados para coletar e remover calor de convecção, partículas de gordura, efluentes moderados ou severos, combustível sólido, vapor, condensado e fumaça.

Ainda segundo a norma 141518, os sistemas de exaustão de cozinhas profissionais devem ser independentes de qualquer outro tipo de sistema de ventilação. Toda cozinha profissional deve ter um sistema de exaustão exclusivo. Estes sistemas podem ser reunidos em uma unidade de tratamento do ar terminal visando à remoção de poluentes residuais e permitindo a descarga unificada, desde que seja assegurada a independência entre os sistemas a montante da unidade de tratamento de ar. Esta opção não isenta a utilização de tratamento primário em cada cozinha individual. Esta opção não é permitida para equipamentos de combustível sólido.

De acordo com a ABNT 141518 a coifa de parede precisa ter as seguintes dimensões extras em relação aos aparelhos a serem exauridos:

- Recuo frontal mínimo de 0,15 m;
- Sobreposição frontal mínima de 0,15 m;
- Sobreposição lateral mínima de 0,15 m.

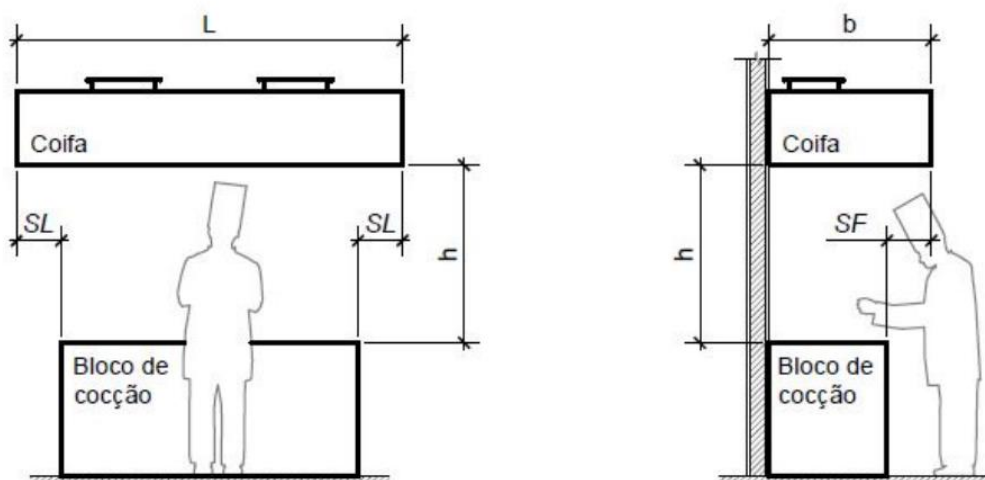


Figura 44 – Coifa de Parede

Fonte: ABNT 141518

Com essas informações, dimensionou-se as duas coifas para essa cozinha, a primeira consiste num sistema misto de fritadeira e forno elétrico sem exaustor próprio, gerando partículas apenas quando há a abertura de sua porta, quando falamos em fornos de padaria, a norma os considera como sistema leve, não obrigando a utilização de filtros. Mas se tratando de uma utilização mista, optou-se pelo uso de uma coifa lavadora



moderada para partículas de vapor e gordura. A figura a seguir ilustra as dimensões dos aparelhos.

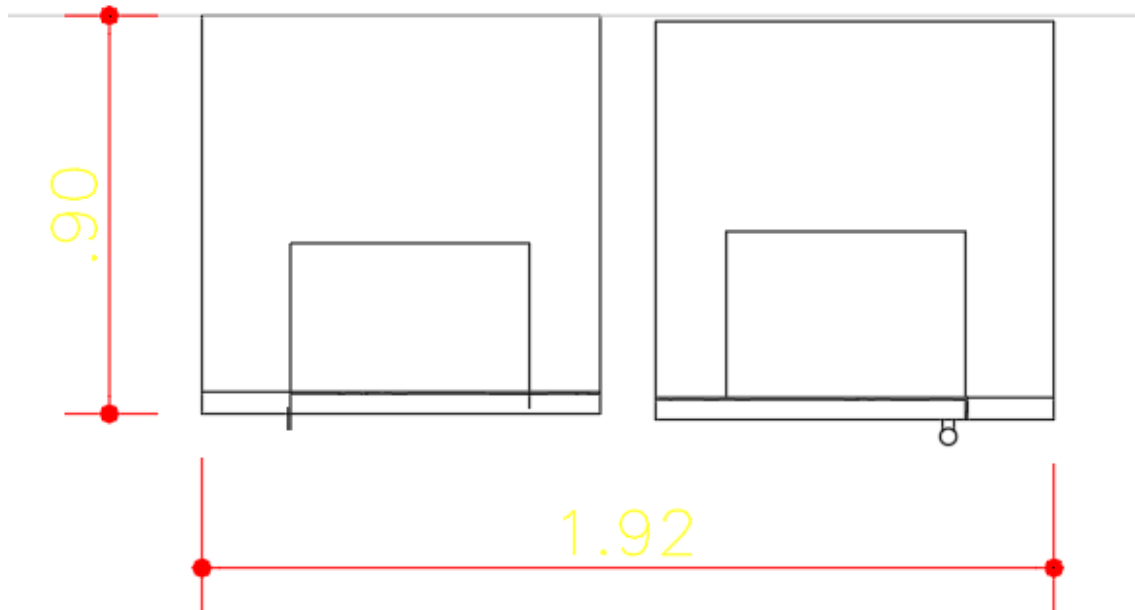


Figura 45 – Dimensões da coifa 1

Fonte: Própria

De acordo com a norma, utilizou-se as dimensões de 1,05 metro de largura para a coifa e 2,25 metros de comprimento. Com isso, através das fórmulas cedidas pela norma, pode dimensionar essa primeira coifa da seguinte maneira:

$$q_{v1} = v_1 \times A_1 = 3402 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$q_{v2} = v_2 \times A_2 = 3915 \text{ m}^3/\text{h}$$

Onde

$$A_1 = L \times b;$$

$$A_2 = P \times h;$$

$$P = 2b + L, \text{ para um lado longitudinal fechado};$$

$$v_1 = 0,40, \text{ expressa em metros por segundo (m/s);}$$

$$v_2 = 0,25, \text{ expressa em metros por segundo (m/s).}$$

A normativa diz que se utiliza como parâmetro o maior resultado e pensando em produtos no mercado, utilizou-se a vazão aproximada de 4000 m<sup>3</sup>/h. A coifa é do tipo lavadora, para que se tenha o tratamento das partículas expelidas na cocção que serão despejadas no ambiente externo.

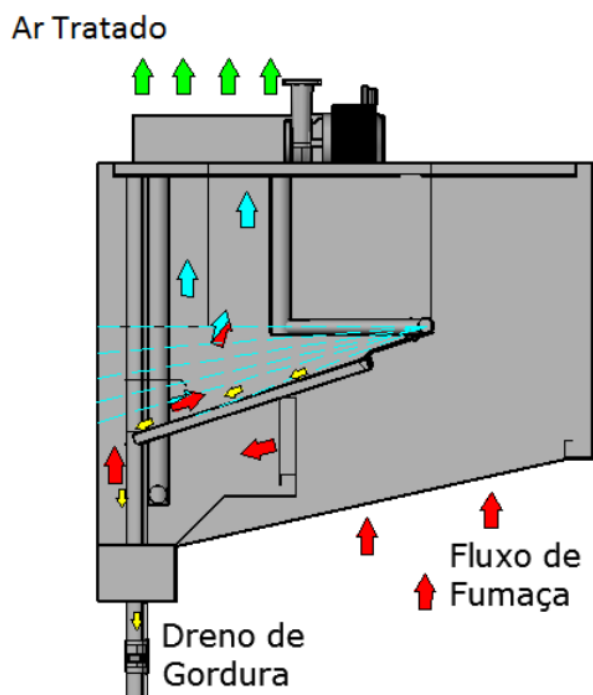


Figura 46 – Coifa lavadora

Fonte: Hayashi

A coifa tem dimensões de 1,05 de largura por 2,25 de comprimento, e paredes com ângulo de 45 graus. Como trata-se de um uso misto, optou-se por uma coifa com duas bocas de ar, sistema de combate a incêndio utilizando um damper corta fogo e foi dimensionado o comprimento dos dutos e das bocas de ar através da tabela que será mostrada a seguir.

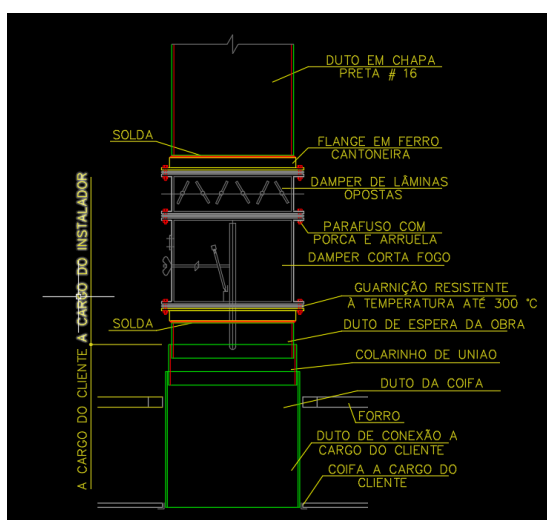


Figura 47 – Projeto Damper corta fogo

Fonte: Popria

A figura 47 ilustra o projeto de damper corta fogo para as coifas 1 e 2, como a construção desse mecanismo torna-se inviável, procurou-se na “prateleira” um sistema de damper corta fogo equivalente ao projetado.

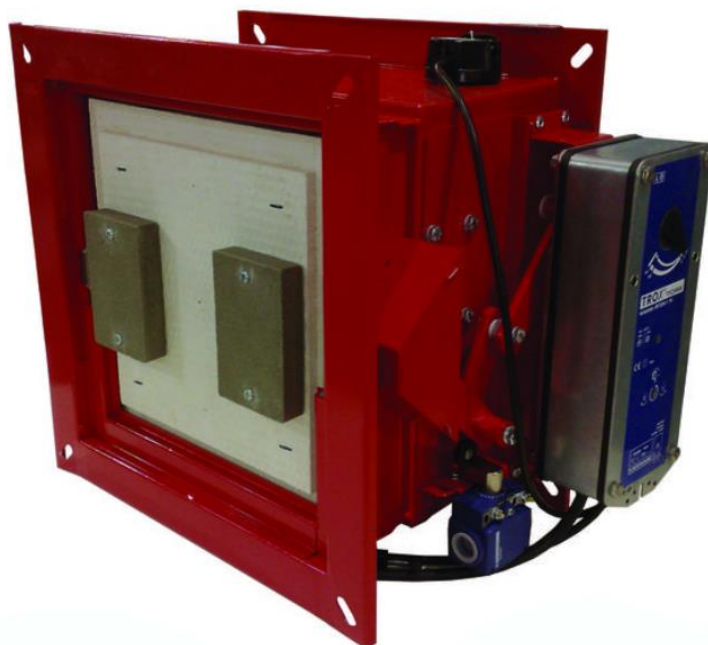


Figura 48 – Damper Corta Fogo

Fonte: Trox

ÍNDICE PARA IMPRIMIR			
PLANILHA	PG	PLANILHA	PG
TABELA DE SELEÇÃO REDE DE DUTOS	1	EQUIPAMENTOS OUTROS FORNEC.	5
TABELA DE CÁLCULO REDE DE DUTOS	2	TOTAL DA FRIGORÍFICA	6
RESUMO DE CUSTO DA REDE DE DUTOS	3	ELÉTRICA	6
BOCAS DE AR	3	HIDRÁULICA	7
SELEÇÃO FRIGORÍFICA	4	EQUIPA. OUTROS FORNEC./ TRANE	8
SELEÇÃO FRIGORÍFICA	4	RESUMO DO CUSTO	9
TABELA DE SELEÇÃO DA REDE DE DUTOS			
DUTOS INSUFLAMENTO/EXAUSTÃO		CAPACIDADE TOTAL DA INSTALAÇÃO	
Vazão total m <sup>3</sup> /h	4000	TR	Q
Número de bocas	2	TOTAL DA REDE	
Vazão p/ boca m <sup>3</sup> /h	2000	0	0

Figura 49 – Tabela de cálculo de dutos

Fonte: Lachi Engenharia

TABELA DE SELEÇÃO DA REDE DE DUTOS										
18	DUTOS INSUFLAMENTO/EXAUSTÃO					CAPACIDADE TOTAL DA INSTALAÇÃO				0
19	Vazão total m <sup>3</sup> /h	4000			TR	Q	TOTAL DA REDE			
20	Número de bocas	2								
21	Vazão p/ boca m <sup>3</sup> /h	2000				0	0			
22										
23	ALTURA E/OU LARGURA DOS DUTOS									
24	Vazão	Vel	Nº bocas	área M <sup>2</sup>	Dia.M <sup>2</sup>	Dia'	0,05	0,10	0,15	0,20
25	4000	11	2	0,101	0,359	14	2,02	1,01	0,67	0,51
26	0	9		0,000	0,000	0	0,00	0,00	0,00	0,00
27	0	8		0,000	0,000	0	0,00	0,00	0,00	0,00
28	0	8		0,000	0,000	0	0,00	0,00	0,00	0,00
29										
30	ALTURA E/OU LARGURA DOS DUTOS									
31	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70
32	0,40	0,34	0,29	0,25	0,22	0,20	0,18	0,17	0,16	0,14
33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
36										

Figura 50 – Interface tabela de dimensionamento de dutos

Fonte: Lachi Engenharia

A tabela ilustra o cálculo para dimensões de dutos, para achar o valor da largura e profundidade das duas bocas de ar, utilizou-se a vazão de 4000 m<sup>3</sup>/h para começar o cálculo, após isso houve a escolha do número de bocas, com o número de bocas a tabela nos fornece a vazão por boca. Com essas informações, a tabela dimensiona várias dimensões de duto, as dimensões escolhidas para esse projeto foram de 0,40 metros por 0,25 por se tratar de números que são divisores de 5 e também com dimensões que permitem que o técnico que irá fabricar o duto consiga manuseá-lo com mais facilidade e a chapa de aço escolhida é uma chapa de aço galvanizada #16.

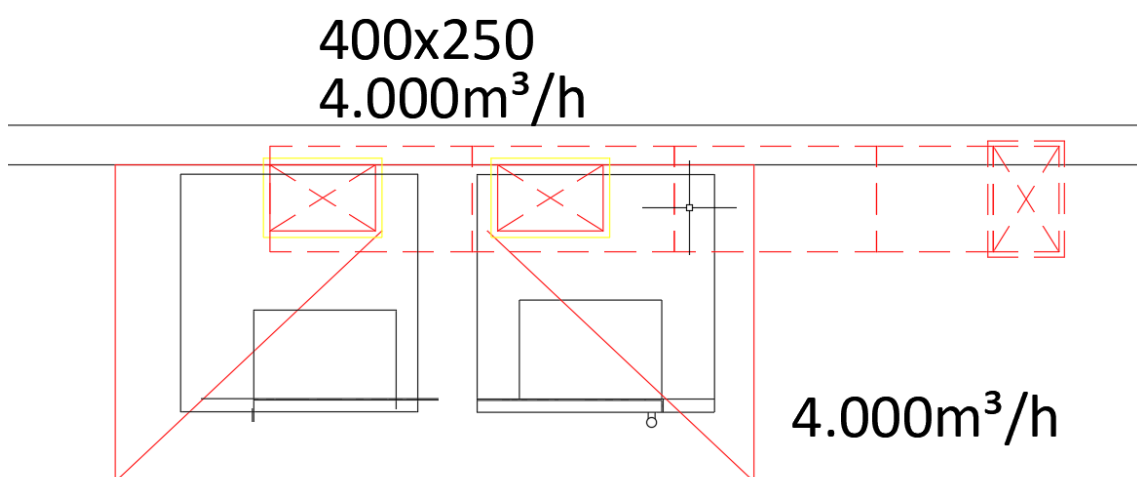


Figura 51 – Planta baixa da coifa de duas vias, duto subindo até a área técnica

Fonte: Própria

Para a escolha da máquina que fará essa exaustão, utilizou-se o Software Projelmec para dimensionar o ventilador específico para essa coifa que demanda 4000 m<sup>3</sup>/h de vazão. Utilizou-se a vazão requerida, dimensão dos dutos, número de bocas e comprimento total, o resultado encontrado está ilustrado abaixo:

Item	Ref	Qt	Modelo	Vazão m <sup>3</sup> /h	Press.Est. mmCA	Temp. °C	Altitude m	Densidade kg/m <sup>3</sup>
1		1		4000	25	40	92	1.116

ISS	CSS	PDI	ILS	CLS	
ISD	CSD	HVB	ILD	CLD	

CSS	315/I	355/I	400/I	450/I	500/I
Vazão m <sup>3</sup> /h	4000	4000	4000	4000	4000
Vd m/s	11.2	8.8	6.9	5.5	4.4
RPM 1/min	916	745	659	608	560
Rend %	53.2	63.3	67.0	64.0	58.5
PAbs.op CV	0.9	0.7	0.6	0.6	0.7
PAbs.std CV	1.0	0.7	0.7	0.7	0.7
Motor CV/P	1.5/4	1/4	0.75/4	0.75/4	1/4
LpA 1.5 m dBA <sup>1</sup>	68	64	61	60	60

Figura 52 – Dimensionamento do ventilador de exaustão

Fonte: Software Projelmec

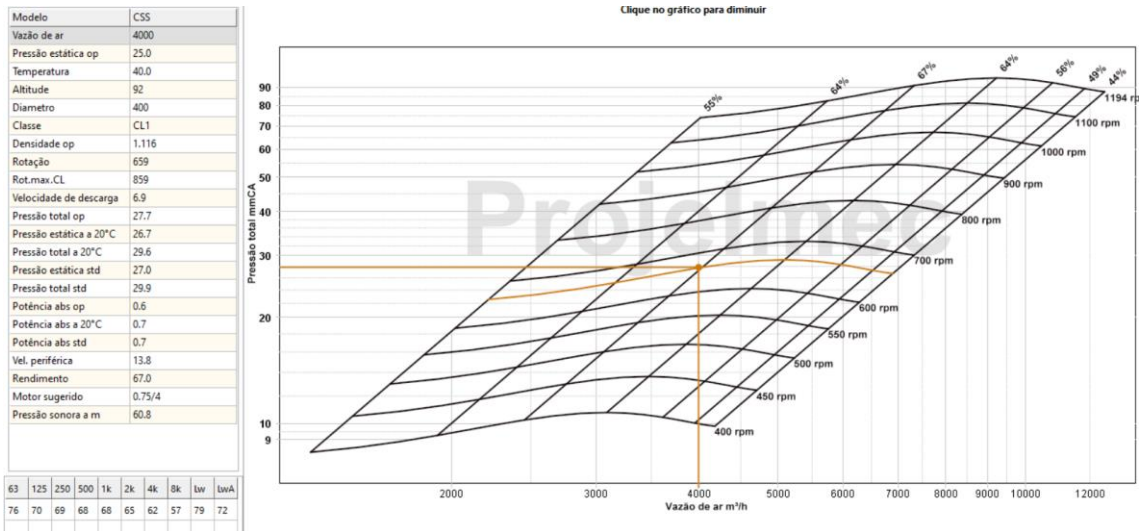
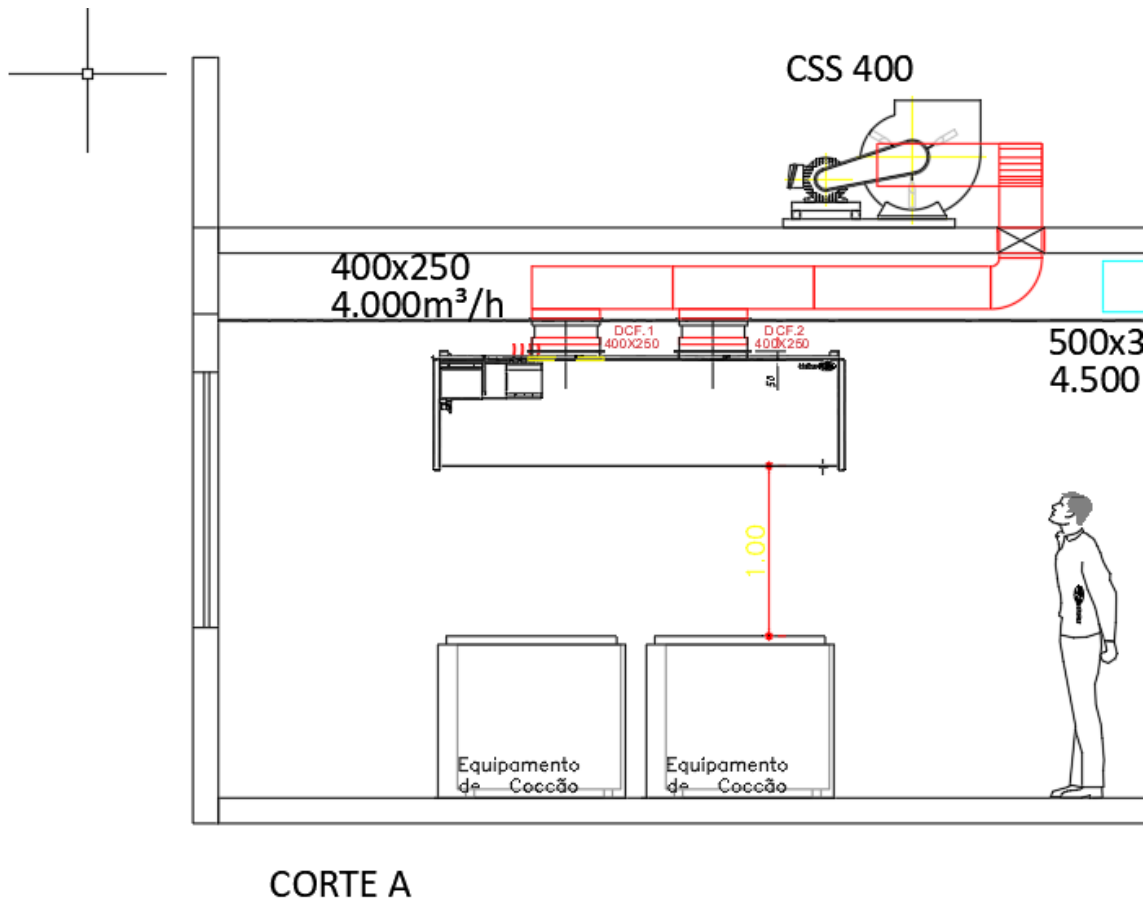


Figura 53 – Gráfico Vazão pela Pressão total

Fonte: Software Projmec



CORTE A

Figura 54 – Corte Longitudinal AutoCAD

Fonte: Própria

### 3.4.1. COIFA 2

Para a segunda coifa, utilizou-se as dimensões de aproximadamente 2 metros de comprimento por 1,10 de largura. Para essa coifa utilizou-se todos os passos da primeira coifa, porém essa coifa terá somente uma boca de ar. A coifa também é lavadora e utilizou-se o seguinte cálculo:

$$q_{v1} = v_1 \times A_1 = 3168 \text{ m}^3/h$$

$$q_{v2} = v_2 \times A_2 = 3780 \text{ m}^3/h$$

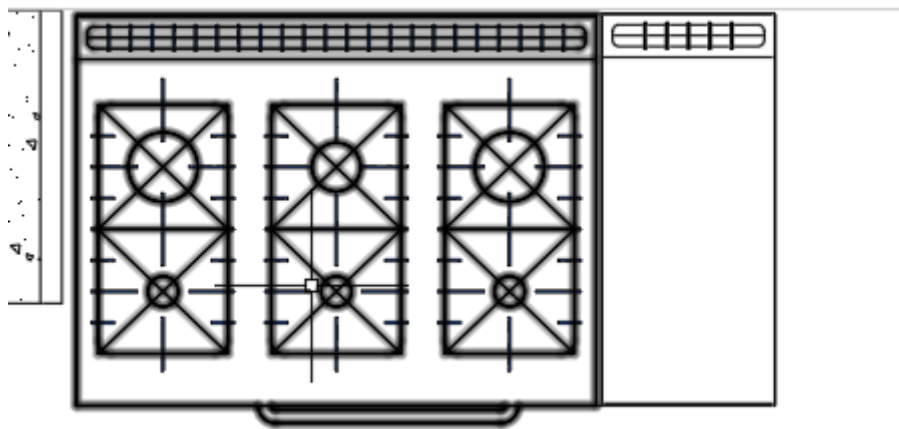


Figura 55 – Fogão industrial

Fonte: Própria

A coifa tem dimensões de 1,1 de largura por 2 de comprimento, e paredes com ângulo de 45 graus. Como trata-se de um uso moderado, optou-se por uma coifa com uma boca de ar, sistema de combate a incêndio utilizando um damper corta fogo e foi dimensionado o comprimento dos dutos e da boca de ar através da tabela que será mostrada a seguir.

TABELA DE SELEÇÃO DA REDE DE DUTOS											
18	DUTOS INSUFLAMENTO/EXAUSTÃO					CAPACIDADE TOTAL DA INSTALAÇÃO					0
19	Vazão total m <sup>3</sup> /h	4000				TR	Q	TOTAL DA REDE			
20	Número de bocas	1									
21	Vazão p/ boca m <sup>3</sup> /h	4000					0	0			
22											
23	ALTURA E/OU LARGURA DOS DUTOS										
24	Vazão	Vel	Nº bocas	área M <sup>2</sup>	Dia.M <sup>2</sup>	Dia'	0,05	0,10	0,15	0,20	
25	4000	11	1	0,101	0,359	14	2,02	1,01	0,67	0,51	
26	0	9		0,000	0,000	0	0,00	0,00	0,00	0,00	
27	0	8		0,000	0,000	0	0,00	0,00	0,00	0,00	
28	0	8		0,000	0,000	0	0,00	0,00	0,00	0,00	
29											
30	ALTURA E/OU LARGURA DOS DUTOS										
31	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	
32	0,40	0,34	0,29	0,25	0,22	0,20	0,18	0,17	0,16	0,14	
33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
36											

Figura 56 – Tabela de dimensionamento de dutos para a segunda coifa com uma boca

Fonte: Lachi Engenharia

Repetiu-se os mesmos procedimentos seguidos para primeira coifa, diferenciando-se no número de bocas de ar. Usou-se chapa galvanizada com dimensões do duto de 0,40 por 0,25 metros.

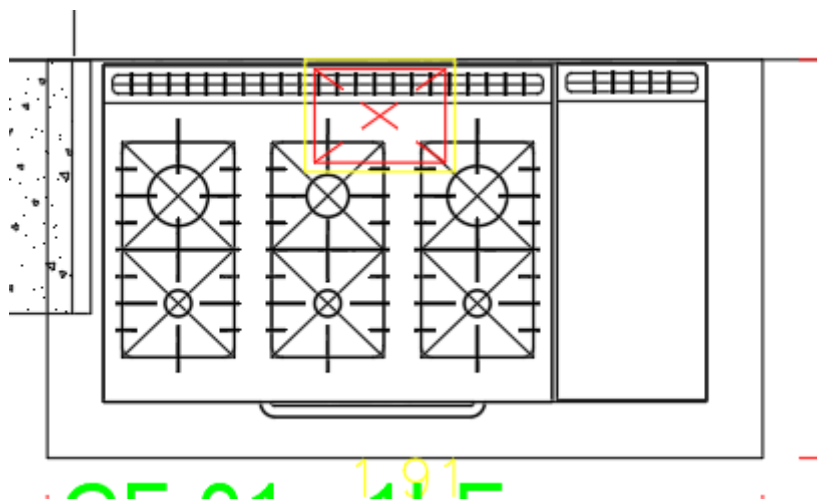


Figura 57 – Coifa 2

Fonte: Própria



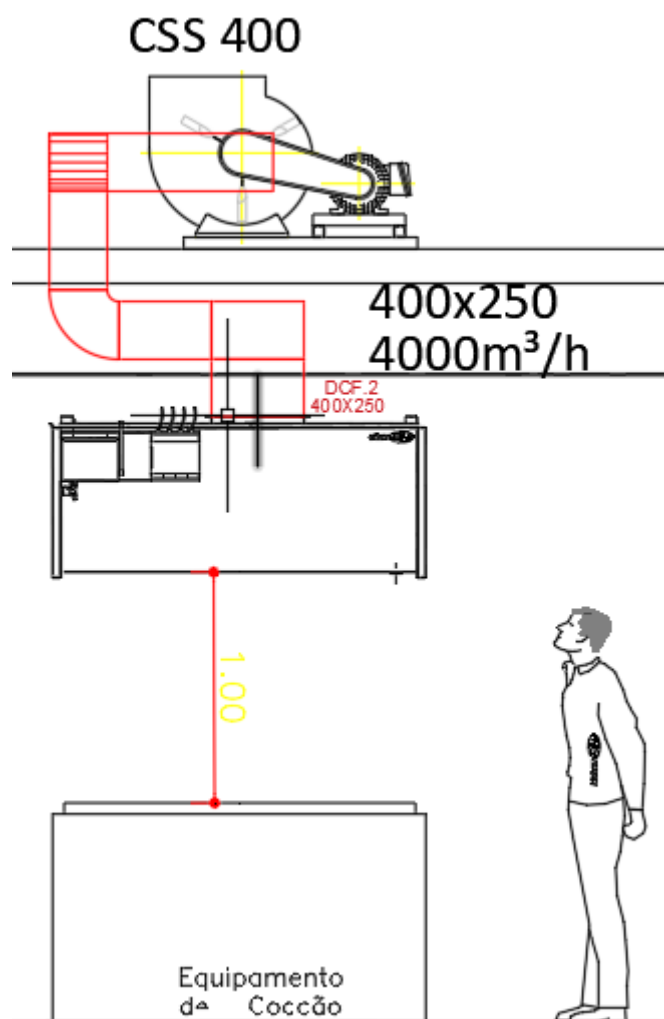


Figura 58 – Corte Longitudinal

Fonte: Própria

A máquina escolhida foi a mesma da primeira coifa modelo CSS 400, também se utilizou o sistema de damper corta fogo como ilustrado na primeira coifa para combate a incêndio.

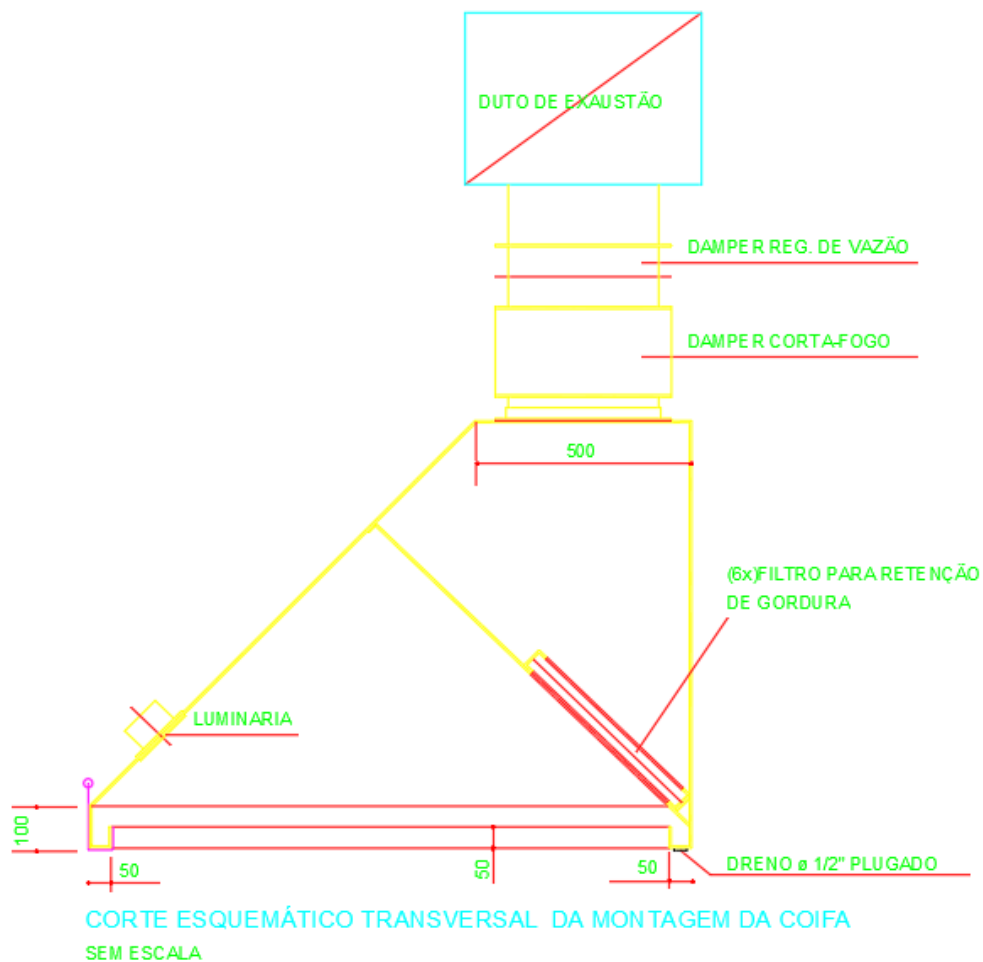


Figura 59 – Corte esquemático transversal da montagem da coifa

Fonte: Própria

### 3.4.2. INSUFLAMENTO DE AR

Para finalizar, projetou-se um sistema conhecido na indústria como cortina de ar, que consiste em insuflar ar para renovar o ar interno que será retirado pelas coifas através da exaustão, evitando que as coifas causem uma pressão negativa muito grande. Esse sistema foi dimensionado com 3 bocas de ar do tipo grelha, duto e um ventilador.

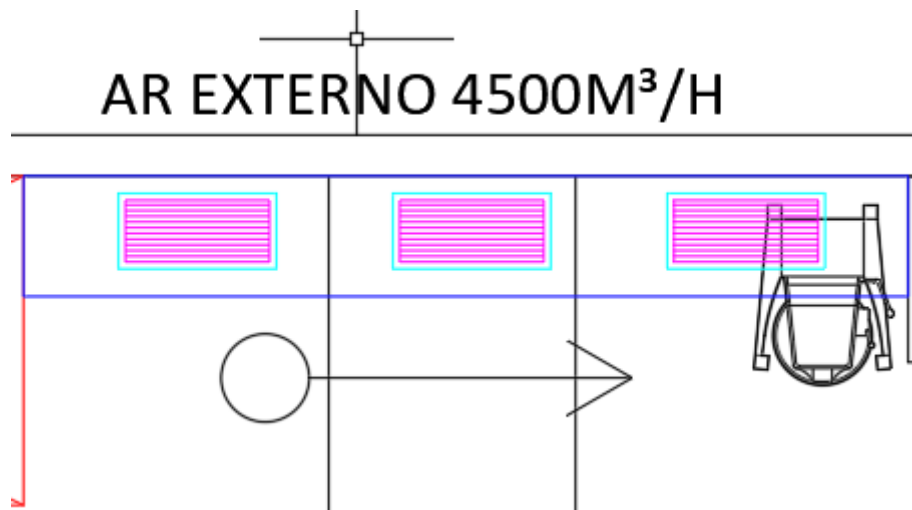


Figura 60 – Insuflamento de ar para técnica de cortina de ar

Fonte: Própria

Utilizou-se a tabela para dimensionar os dutos de insuflamento, para 3 bocas com vazão de 4500 m<sup>3</sup>/h, usou-se o método de adicionar a terceira boca para obter-se as dimensões iniciais do duto como ilustrado abaixo:

TABELA DE SELEÇÃO DA REDE DE DUTOS									
DUTOS INSUFLAMENTO/EXAUSTÃO					CAPACIDADE TOTAL DA INSTALAÇÃO			0	
Vazão total m <sup>3</sup> /h	4500				TR	Q	TOTAL DA REDE		
Número de bocas	3								
Vazão p/ boca m <sup>3</sup> /h	1500					0	0		
ALTURA E/OU LARGURA DOS DUTOS									
Vazão	Vel	Nº bocas	área M <sup>2</sup>	Dia.M <sup>2</sup>	Dia'	0,05	0,10	0,15	0,20
4500	9	3	0,139	0,421	16 2/4	2,78	1,39	0,93	0,69
0	9		0,000	0,000	0	0,00	0,00	0,00	0,00
0	8		0,000	0,000	0	0,00	0,00	0,00	0,00
0	8		0,000	0,000	0	0,00	0,00	0,00	0,00
ALTURA E/OU LARGURA DOS DUTOS									
0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70
0,56	0,46	0,40	0,35	0,31	0,28	0,25	0,23	0,21	0,20
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Figura 61 – Tabela de dimensionamento de dutos para insuflador de ar

Fonte: Lachi Engenharia

A escolha para o duto foi de 0,50 por 0,28 metros, para facilitar a produção, iremos utilizar a dimensão de 0,50 por 0,30 metros. A segunda etapa consiste em substituir a terceira boca na tabela pela segunda, teremos que continuar no mesmo trecho escolhido anteriormente. Por se tratar de um duto de pequenas dimensões, utilizaremos o diâmetro

constante para não o diminuir a níveis que não podem ser reproduzidos na prática. Após o calcular o comprimento e dimensões do duto, foi aplicado os resultados no software Projelmec para obter um ventilador adequado para essa projeção. A figura a seguir mostra como foi obtido os resultados.

Item	Ref	Qt	Modelo	Vazão m³/h	Press.Est. mmCA	Temp. °C	Altitude m	Densidade kg/m³	vd m/s
1		1		4500	25	30	92	1.153	

ISS	CSS	PDI	ILS	CLS	IFS	CFI
ISD	CSD	HVB	ILD	CLD	IFD	CFD

	CLD	250/I	280/I	315/I	355/I	400/I	450/I	500/I	560/I
Vazão m³/h	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
Vd m/s	10.7	8.5	6.7	5.3	4.2	3.3	2.7	2.1	
RPM 1/min	2809	2116	1649	1283	1058	903	800	709	
Rend %	55.4	66.0	73.0	77.9	79.0	77.5	74.8	71.6	
PAbs.op CV	1.0	0.7	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	
PAbs.std CV	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	
Motor CV/P	1.5/2	1/4	0.75/4	0.75/4	0.75/4	0.75/4	0.75/4	0.75/4	
LpA 1.5 m dBA¹	77	72	68	63	61	60	60	61	

Figura 62 – Dimensionamento do ventilador adequado para insuflamento

Fonte: Projelmec

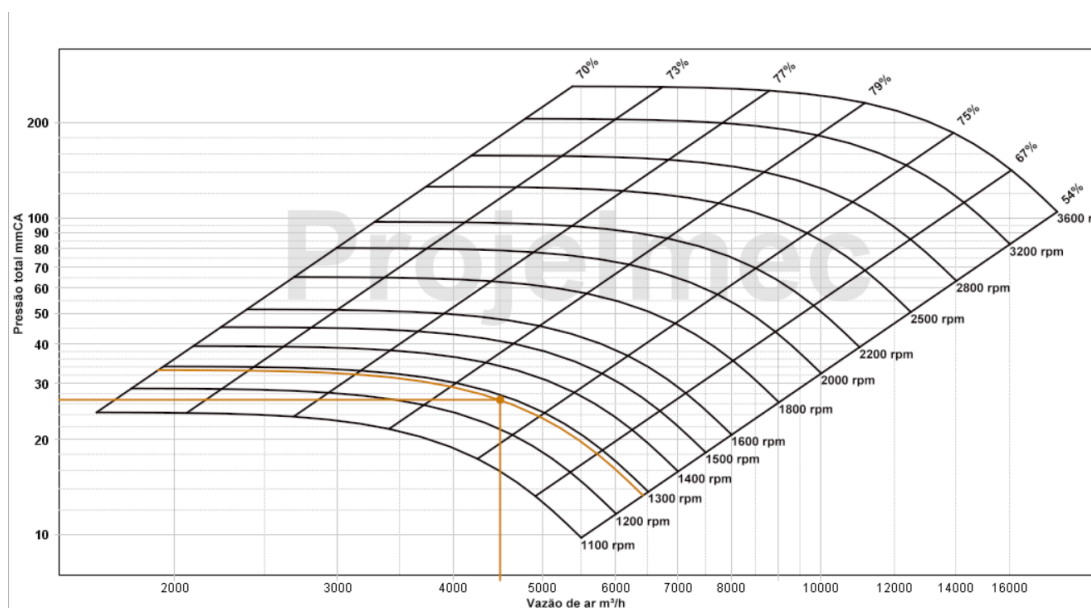


Figura 63 – Gráfico vazão de Ar x Pressão total mmCA

Fonte: Projelmec

Optou-se por um ventilador de média velocidade, para que não ocorra nenhum problema com ruídos causado pela flexão do duto. Como trata-se de uma cozinha, o modelo em específico não tem a necessidade de ser silencioso, pois o barulho ambiente possui um nível considerado.

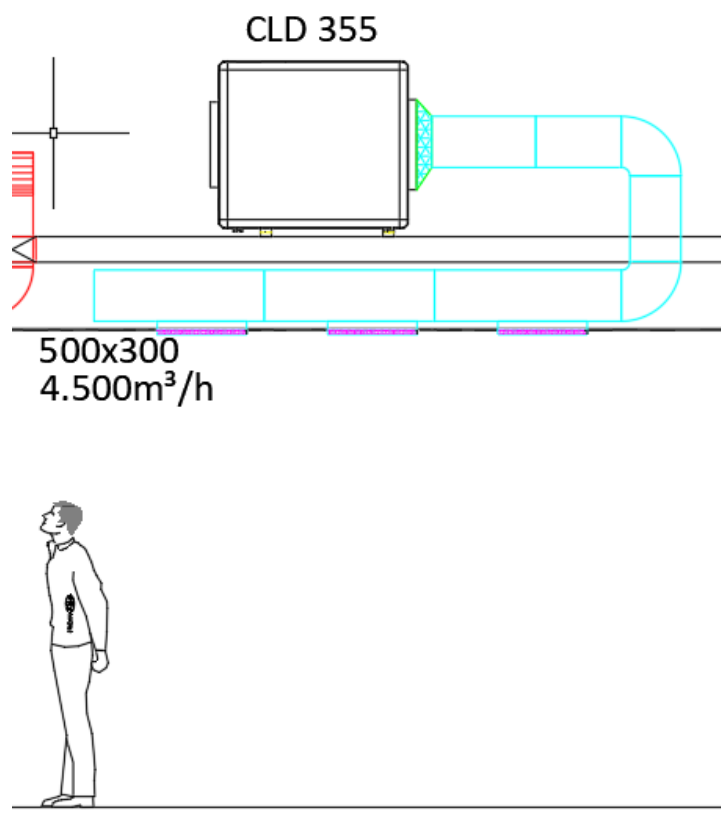


Figura 64 – Corte A longitudinal da vista do sistema de insuflamento

Fonte: Própria

#### 4. CONCLUSÃO

Neste trabalho, pode-se aplicar e fazer uma aproximação direta dos conhecimentos adquiridos na graduação para o mercado de trabalho, visando sempre pela qualidade nos projetos. Nesse projeto em específico, utilizou-se técnicas obtidas em estágio que são amplamente desenvolvidas na empresa para prestar serviços de climatização, exaustão e ventilação para um trabalho acadêmico com o objetivo de alinhar todo conhecimento possível entre o ambiente profissional e o aprendizado de sala de aula.

Aqui utilizou-se métodos de cálculo de carga térmica, dimensionamento de dutos e ventiladores exaustores para coifas, sistema de combate a incêndio, filtro de partículas para coifas de acordo com a normativa, insuflamento de ar para evitar uma pressão negativa de grandes proporções e gerar renovação de ar, dimensionamento do sistema de ar-condicionado, tubulações de cobre, suas posições perante a planta e cortes para melhor visualização do projeto.

Esse modelo de projeto possui todos os elementos possíveis que o mercado de trabalho cobra de um projetista, desde a análise minuciosa de todos os fatores internos e externos que deverão influenciar no cálculo de carga térmica, posições reais na planta de fácil compreensão para o técnico que vai executar o serviço. Sempre analisando os principais fatores que podem gerar problemas no projeto, desde a planta arquitetônica, até mesmo o comprimento de dutos, tubulações de linha de sucção e líquido que podem ocasionar erros no projeto final. Todas as dimensões estão em escala real e devem ser aplicadas exatamente como indica o projeto.

## REFERÊNCIAS

CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão de pessoas**: O novo papel dos recursos humanos nas organizações. 4. ed. [S. l.: s. n.], 2014.

GIL, Antônio Carlos. **Gestão de pessoas**: Enfoque nos papéis profissionais. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MACINTYRE, Archibald Joseph. **Ventilação Industrial e Controle da Poluição**. segunda edição. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1990.

STOECKER, Wilbert F; JONES, Jerold W. **Refrigeração e Ar Condicionado**. [S. l.: s. n.], 1985.

INCROPERA, Frank P *et al.* **Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa**. 6. ed. [S. l.: s. n.], 2008.

MARTINELLI JR, Luiz Carlos. **Refrigeração e Ar Condicionado**. [S. l.]: Unijuí, 2003.

DA SILVA, Jesué Graciliano; PEREIRA, Jorge Luiz; GARCIA, Marcos Antônio. **Refrigeração e climatização na prática**. [S. l.: s. n.], 2014.

DAIKIN, AM. **Daikin**: Catálogo Daikin. [S. l.: s. n.], 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14518: Sistema de ventilação para cozinhas industriais**. Rio de Janeiro, p. 63. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5858: Cálculo simplificado de carga térmica**. Rio de Janeiro, p. 15. 1983.

# APÊNDICE

## APÊNDICE A – CORTES

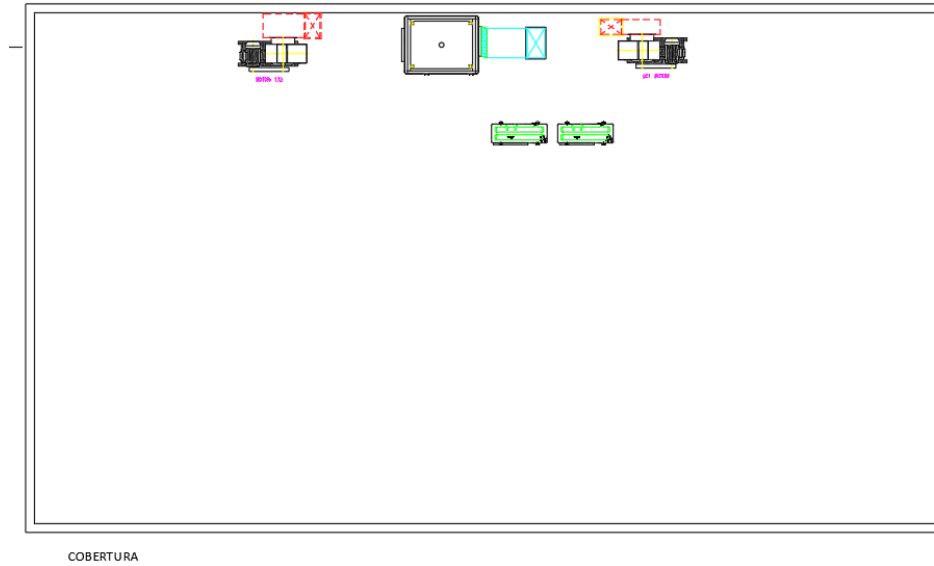


Figura 64 – Vista superior Área técnica

Fonte: Própria

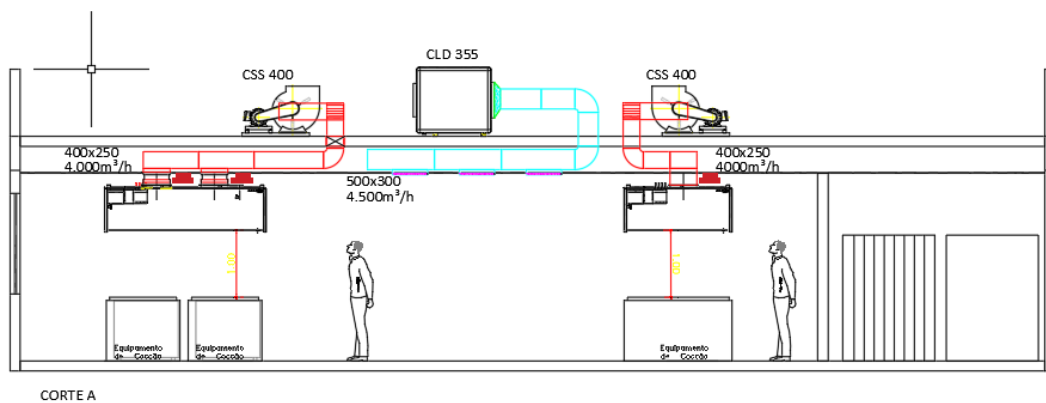
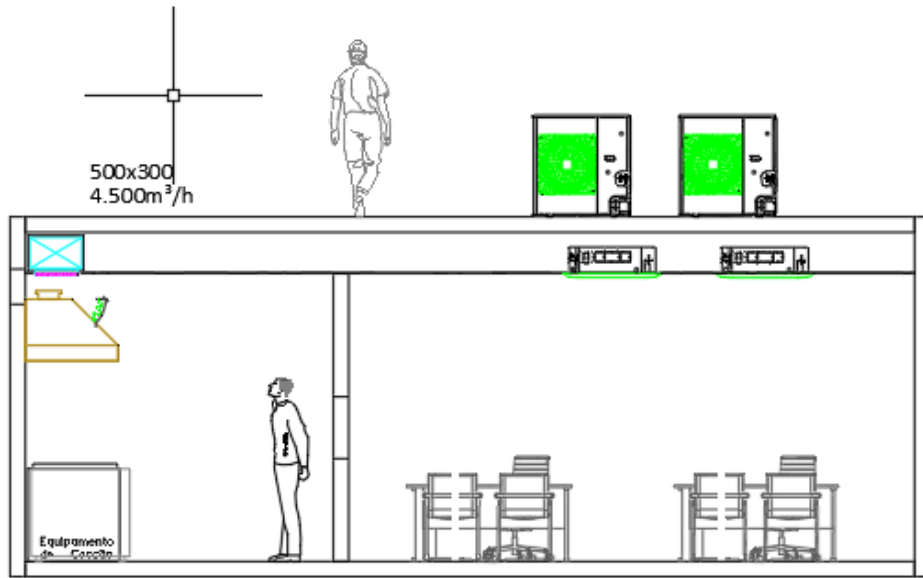


Figura 65 – Corte A

Fonte: Própria





CORTE B

Figura 66 – Corte B

Fonte: Própria

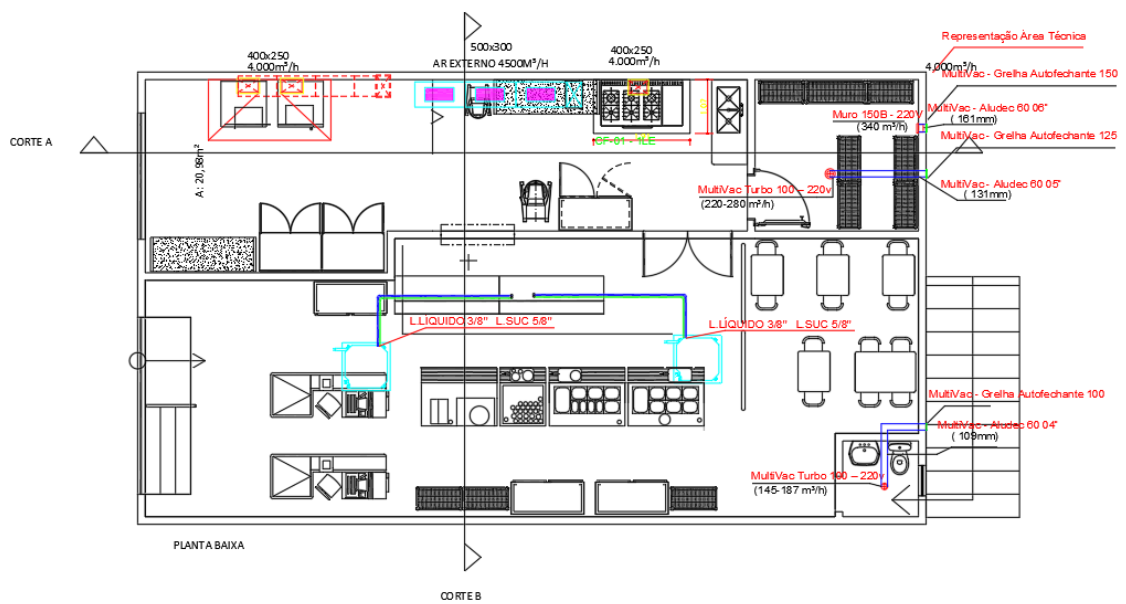


Figura 67 – Layout completo do projeto

Fonte: Própria