

**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO
SUCKOW DA FONSECA – CEFET/RJ**

**Projeto Básico do Sistema de Ar Condicionado
Central e Ventilação Mecânica do Novo
Restaurante Universitário do CEFET/RJ**

Douglas Eduardo Rosa

Prof. Orientador: Alexandre Silva de Lima

Rio de Janeiro

Novembro de 2018

**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO
SUCKOW DA FONSECA – CEFET/RJ**

**Projeto Básico do Sistema de Ar Condicionado
Central e Ventilação Mecânica do Novo
Restaurante Universitário do CEFET/RJ**

Douglas Eduardo Rosa

Projeto final apresentado em cumprimento às normas
do Departamento de Educação Superior do
CEFET/RJ, como parte dos requisitos para obtenção
do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Prof. Orientador: Alexandre Silva de Lima

**Rio de Janeiro
Novembro de 2018**

FICHA CATALOGRÁFICA

AGRADECIMENTOS

Sou inicialmente grato a Deus pela oportunidade de cursar a Engenharia Mecânica e por me ter fornecido a saúde necessária para encarar esse desafio.

Agradeço também ao meu professor e orientador Alexandre Silva por toda ajuda, paciência e compreensão neste processo.

À prefeitura do CEFET/RJ e Arq. Raísa Gaspar, agradeço pelo envio de todas informações necessárias para a elaboração deste trabalho.

Agradeço aos meus pais e irmão pelo apoio e pela compreensão ao longo de toda essa jornada. E também ao meu grande amor, Dra. Elisa Rodrigues, por compartilhar comigo as angústias e a ansiedade durante todo esse processo.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a toda comunidade do CEFET/RJ que contribuiu e muito ao longo desses anos, mestres, servidores, funcionários, porteiros e equipe da manutenção. Não poderia encerrar este agradecimento sem citar os meus companheiros de batalhas, que nesta jornada estiveram ao meu lado. Todos eles, cada qual com a sua contribuição, ajudaram a me transformar no profissional que agora se forma.

RESUMO

Este projeto básico visa dimensionar, selecionar e projetar o sistema de condicionamento de ar e ventilação mecânica a ser instalado no novo restaurante universitário do Centro Federal de Educação Tecnológica – Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ. Para a correta seleção serão analisados os tipos de equipamentos de condicionamento de ar disponíveis no Brasil. Além disso será apresentado o ciclo de refrigeração e os principais componentes utilizados neste tipo de sistema. Além disso, serão apresentados os principais softwares de elaboração de cálculo de carga térmica, além das premissas previstas em norma para dimensionamento do mesmo. Por fim será proposto um sistema de condicionamento de ar que atenderá as demandas térmicas de conforto de diversos ambientes do restaurante. Além disso, será proposto também um sistema de renovação de ar que tem como objetivo garantir a qualidade do ar interior do restaurante. Todo o projeto será elaborado seguindo as especificações propostas na NBR 16401 – Instalação de Ar Condicionado – Sistemas centrais e unitários. Os dimensionamentos feitos neste projeto foram conduzidos com auxílio dos softwares: Hourly Analysis Program para dimensionamento de carga térmica; Autocad para a modelagem em 2D do projeto básico.

Palavras-chave: Ar Condicionado, HVAC, condicionamento de ar.

ABSTRACT

This basic project aims at selecting and designing the air conditioning and mechanical ventilation system to be installed in the new university restaurant of the Centro Federal de Educação Tecnológica - Celso Suckow da Fonseca - CEFET / RJ. For the correct selection will be analyzed the types of air conditioning equipment available in Brazil. In addition, the refrigeration cycle and the main components used in this type of system will be presented. In addition, the main software for the calculation of thermal load will be presented, in addition to the assumptions provided in the standard for its design. Finally, an air conditioning system will be proposed that will meet the thermal demands of comfort of several environments of the restaurant. In addition, it will also be proposed an air renewal system that aims to ensure the indoor air quality of the restaurant. The entire project will be elaborated following the specifications proposed in NBR 16401 – Instalação de Ar Condicionado – Sistemas centrais e unitários. The sizing done in this project was conducted with the help of the software: Hourly Analysis Program for thermal load sizing; Autocad for the 2D modeling of the basic design.

Keywords: air-conditioner; HVAC; air conditioning.

SUMÁRIO

1. Considerações Iniciais	1
1.1 Apresentação do tema.....	1
1.2 Objetivo do trabalho	1
1.3 Justificativa do trabalho.....	2
1.4 Metodologia empregada	2
1.5 Conteúdo dos capítulos.....	3
2. Revisão Bibliográfica	5
2.1 O ciclo de refrigeração	5
2.2 Principais equipamentos de refrigeração.....	7
2.2.1 Expansão direta	7
2.2.2 Expansão indireta	12
2.3 Aspectos gerais de análise de cargas térmicas.....	16
2.4 Aspectos gerais das normas ABNT de sistemas de refrigeração.....	18
2.5 Aspectos gerais de cálculo da perda de carga em dutos	19
3. Discussão do tema e resultados	23
3.1 Apresentação do problema	23
3.2 Características principais da edificação.....	25
3.2.1 Características construtivas	25
3.2.2 Características de utilização	27
3.2.3 Características de renovação de ar.....	30
3.2.4 Resultado de carga térmica.....	33
3.3 Proposta do sistema de condicionamento de ar	33
3.4 Proposta do sistema de renovação de ar exterior.....	36
3.5 Análise de custo do projeto	43
4. Considerações Finais	45
4.1 Conclusões.....	45
4.2 Recomendações para trabalhos futuros	45

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Fluxograma de metodologia aplicado ao trabalho.....	3
FIGURA 2: Ciclo de Refrigeração	5
FIGURA 3: Esquemático Split	8
FIGURA 4: Evaporador tipo Aletado.....	9
FIGURA 5: Compressor Scroll	9
FIGURA 6: Diagrama simplificado de um sistema VRV	10
FIGURA 7: Desenho esquemático de sistema VRV	11
FIGURA 8: Chiller condensação a ar.....	12
FIGURA 9: Evaporador tipo casco e tubo.....	13
FIGURA 10: Compressor tipo parafuso	13
FIGURA 11: Torre de resfriamento	14
FIGURA 12: Chiller com compressor centrífugo	15
FIGURA 13: Esquemático sistema condensação a água.....	15
FIGURA 14: Layout inicial do Hourly Analysis Program.....	16
FIGURA 15: Layout de espaço do Hourly Analysis Program	17
FIGURA 16: Layout de sistema do Hourly Analysis Program	18
FIGURA 17: Ábaco de Moody.....	21
FIGURA 18: Fachada do prédio existente.....	25
FIGURA 19: Perfil de ocupação do restaurante	30
FIGURA 20: Perfil de utilização de eletroeletrônicos/iluminação.....	30
FIGURA 21: Rede de dutos em chapa de aço galvanizado.....	37
FIGURA 22: Tomada de ar exterior mod. VDF.....	39
FIGURA 23: Grelha de insuflamento mod.VAT	41
FIGURA 24: Caixa ventiladora	42

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Levantamento de áreas da edificação	25
TABELA 2: Propriedade dos materiais que compõe parede	26
TABELA 3: Tabela dos materiais que compõe a laje	26
TABELA 4: Tabela de ocupação	27
TABELA 5: Dissipação térmica por atividade	28
TABELA 6: Dissipação térmica por iluminação	29
TABELA 7: Dissipação térmica de equipamentos	29
TABELA 8: Vazão Eficaz mínima de ar exterior	31
TABELA 9: Eficiência de distribuição de ar	32
TABELA 10: Memória de cálculo de vazão de ar exterior	32
TABELA 11: Resumo do cálculo de carga térmica	32
TABELA 12: Unidades evaporadoras selecionadas	32
TABELA 13: Seleção das unidades evaporadoras	32
TABELA 14: Tabela de seleção da unidade condensadora	32
TABELA 15: Tabela de correção de capacidade	32
TABELA 16: Sistemas de renovação de ar	32
TABELA 17: Planilha de cálculo de dutos – VAE 01	40
TABELA 18: Planilha de cálculo de dutos – VAE 02	40
TABELA 19: Resumo perda de carga dos sistemas	42
TABELA 20: Estimativa de custo de implantação	44

LISTA DE SIMBOLOS E ABREVIACÖES

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

atm – atmosfera

A_z – área útil ocupada por pessoas

Btu/h – British thermal unit por hora

c – calor específico

c_j – conjunto

cm – centímetro

C_o – coeficiente de perda de carga

CO₂ – dióxido de carbono

CT – capacidade total

CV – cavalo vapor

D - diâmetro

dB(A) – decibel audível

e – espessura

e/D – rugosidade relativa

f - fator de atrito

F_a – fator de área

F_d – fator de diversificação

F_p – fator de pessoa

h – entalpia

HAP – Hourly Analysis Program

HP – horse power

hv – pressão velocidade do fluido

J – perda de carga unitária por metro

Kcal – quilocaloria

Kg – quilograma

kJ – quilojoules

kW - quilowatt

L/s - litros por segundo

L/s*m² – litros por segundo vezes o metro quadrado

L/s*pess. – litros por segundo vezes o número de pessoas

\dot{m} – fluxo de massa

m² – metro quadrado

m³/h – metros cúbicos por hora

mm – milímetros

mmH₂O – milímetro de coluna de água

NBR – Norma Brasileira

NE – nordeste

NW – noroeste

p – massa específica

Pa – Pascal

P_z – número máximo de pessoas na zona de ventilação

\dot{q} – taxa de transferência de calor

Q – taxa de transferência de calor

Qtd. – quantidade

R – resistência

Re – número de Reynold

SE – sudeste

SW – sudoeste

TAE – tomada de ar exterior

TR – tonelada de refrigeração

U – coeficiente de transferência de calor

Und – unidade

V – velocidade

VAE – ventilador de ar exterior

vb – verba

VRV – vazão de refrigerante variável

W - watt

\dot{W} – taxa de transferência de trabalho

$^{\circ}\text{C}$ – temperatura em graus Celsius

Δp – perda de carga nos acessórios

Capítulo 1

Considerações Iniciais

1.1 Apresentação do tema

O curso de Engenharia Mecânica é conhecido por sua diversidade de áreas correlatas. O profissional de engenharia tem a possibilidade de aplicar os conhecimentos obtidos durante graduação em diversos campos de atuação. Dentre eles, destacam-se as áreas naval, *off shore*, manutenção industrial, projetos mecânicos, fabricação, refrigeração, entre outras.

O setor da Refrigeração e Ar Condicionado tem sido importante destino dos profissionais de engenharia mecânica, principalmente no Rio de Janeiro, onde elevadas temperaturas tornam obrigatória a instalação de sistemas de climatização e renovação de ar nos mais variados ambientes desde áreas industriais até espaços comerciais voltados ao público como shopping centers e restaurantes.

Atualmente, está sendo construído o restaurante universitário do CEFET/RJ. Este utilizará a edificação que atualmente abriga a academia da instituição, a qual será completamente reformulada para recebê-lo. Para que inicie sua operação o mesmo deverá ter instalado, além do sistema de condicionamento de ar, sistema de renovação de ar para os ambientes condicionados. Neste trabalho serão realizados os dimensionamentos destes sistemas de condicionamento de ar e o sistema de renovação de ar que atenderão estes recintos. A metodologia e memória de cálculo utilizados para este dimensionamento serão apresentados ao longo do estudo.

1.2 Objetivo do trabalho

Esse trabalho visa propor um sistema de condicionamento de ar e ventilação mecânica para o restaurante universitário do CEFET-RJ, aplicando os conhecimentos obtidos ao longo do curso de Engenharia Mecânica e conceitos estabelecidos nas normas

regulamentadoras garantindo o conforto térmico do ambiente e bem-estar dos alunos, professores e funcionários quando visitarem o restaurante para realizar suas refeições diárias.

1.3 Justificativa do trabalho

O CEFET/RJ fica localizado na Zona Norte da cidade do Rio de Janeiro, uma das maiores metrópoles do país. O terreno da instituição abriga diversas salas de aulas, laboratórios, auditórios, salas administrativas, restaurantes dentre outros espaços. A capital carioca registra temperaturas muito elevadas durante grande parte do ano, tornando inviável a ocupação dos ambientes sem que haja a instalação de um sistema de condicionamento de ar.

Para que o sistema de condicionamento de ar instalado proporcione o conforto térmico desejado, é realizada a vedação de todos dispositivos que permitam a infiltração de ar externo no interior do recinto. Com isto, a renovação de ar do ambiente condicionado é prejudicada, podendo ocasionar doenças graves aos seus ocupantes. As normas regulamentadoras estabelecem critérios de qualidade do ar interior e taxas de renovação mínimas que são obrigatórias.

Muitos ambientes dotados de sistema de climatização no CEFET/RJ não possuem sistema de renovação de ar, o que expõe alunos, professores e funcionários a riscos desnecessários de saúde. Estes fatores foram motivadores para a realização do projeto básico dos sistemas de condicionamento e renovação de ar, tendo em vista que esta edificação terá a ocupação um grande número de pessoas simultaneamente.

1.4 Metodologia empregada

Conforme pode ser observado na Figura 1, inicialmente foi analisado o princípio básico do ciclo de refrigeração por compressão de vapor, em seguida foi necessária a revisão das principais normas regulamentadoras que abordam o desenvolvimento de projetos deste tipo de sistema. Foi realizada também uma revisão dos principais sistemas

de ar condicionado aplicados atualmente no Brasil, pois é fundamental este conhecimento para que seja proposto o sistema correto. O cálculo de carga térmica, etapa extremamente importante, guia a correta seleção dos condicionadores de ar. Após esta seleção, pode ser realizada a elaboração do sistema de renovação de ar.

Por último, todos os resultados obtidos até então são utilizados para o desenvolvimento do projeto básico que norteará a instalação do sistema proposto.

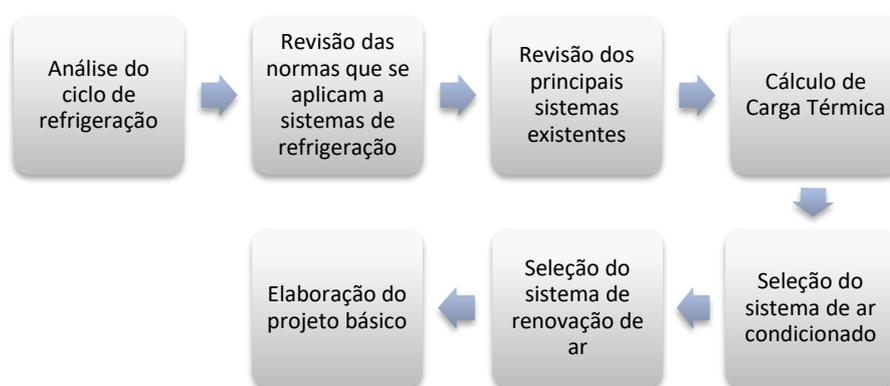


Figura 1: Fluxograma de metodologia aplicado ao trabalho

1.5 Conteúdo dos capítulos

A organização de apresentação deste trabalho foi elaborada para facilitar o entendimento e compreensão dos assuntos aqui abordados, de modo que a apresentação do mesmo siga a ordem cronológica de elaboração do projeto. No capítulo um do trabalho serão realizadas as considerações iniciais com apresentação do tema, objetivo, justificativa, metodologia e conteúdo.

No capítulo seguinte ocorrerá uma revisão bibliográfica acerca do tema deste trabalho, onde serão vistos os principais aspectos levados em consideração na elaboração de um projeto de refrigeração, o ciclo de refrigeração, os principais tipos de sistemas de refrigeração utilizados atualmente no Brasil, as premissas de carga térmica e uma análise nas normas regulamentadoras.

Já no capítulo três são analisadas as principais características construtivas e de utilização da edificação, além da seleção e dimensionamento do sistema de condicionamento de ar que atenderá à edificação. Também serão selecionados e dimensionados neste capítulo os sistemas de renovação de ar que atenderão aos ambientes condicionados, além de uma análise de custo de implantação do sistema.

No capítulo quatro conclui-se o trabalho, com apresentação dos resultados obtidos além de sugestões para futuros trabalhos.

Capítulo 2

Revisão Bibliográfica

2.1 O ciclo de refrigeração

O sistema de refrigeração é aplicado quando se tem por objetivo manter uma região com temperatura inferior às regiões adjacentes a ela. O ciclo de refrigeração de Carnot é proveniente da reversão do ciclo de potência e vapor de Carnot. O ciclo consiste na circulação de fluido refrigerante por diversos componentes, conforme representado pela figura 2. (ÇENGEL, 2012)

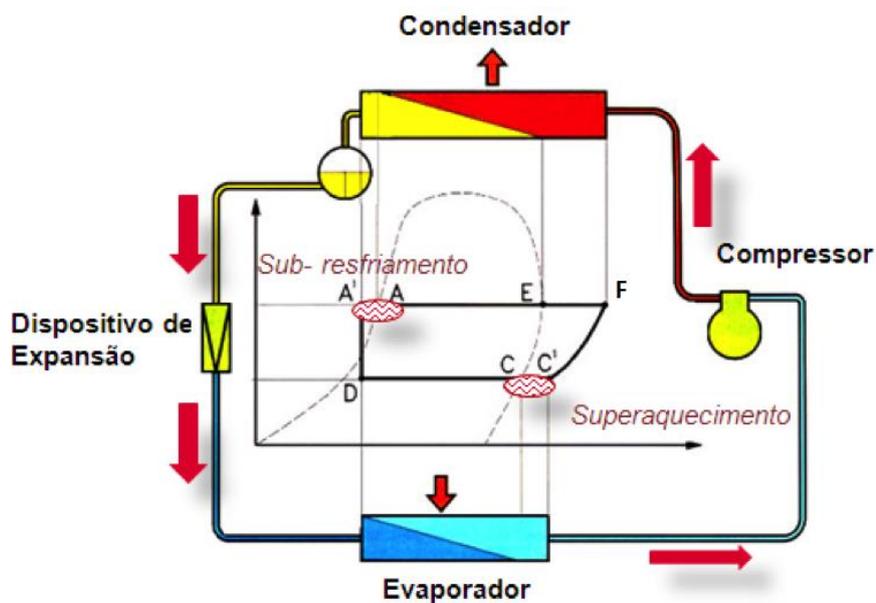


Figura 2: Ciclo de Refrigeração
Fonte: AMBIENTE GELADO (2018)

O início do processo acontece no evaporador. Ele recebe a mistura de duas fases (líquido + vapor), o líquido é completamente evaporado, e por isso este componente recebe o nome de evaporador. O superaquecimento, representado na figura, é fundamental neste tipo de sistema, já que a presença de líquido nos compressores pode

causar danos irreversíveis e interrupção total do seu funcionamento. O evaporador, o qual também pode ser definido como um trocador de calor, possui a função de transferir o calor do fluido a ser refrigerado para o fluido refrigerante. Na maior parte dos sistemas comerciais de pequeno porte, eles são equipados com ventiladores, que aumentam significativamente sua eficiência e troca térmica.

Como descrito na equação 2.1 adotando um volume de controle que engloba somente o evaporador, podemos escrever a taxa de transferência de calor. (ÇENGEL, 2012; INCROPERA, 2008)

$$Q_{entra} = \dot{m} (h_{C'} - h_D) \quad (2.1)$$

Onde \dot{m} é a vazão mássica do refrigerante.

Q_{entra} é a taxa de transferência de calor do evaporador

h_D é a entalpia na entrada do evaporador

$h_{C'}$ é a entalpia na saída do evaporador

Usualmente o Q_{entra} é também denominado como capacidade frigorífica do sistema. Esta grandeza pode ser expressa em TR (tonelada de refrigeração), Btu/h (British thermal unit por hora), kcal (quilocaloria) ou W(watt).

Após o evaporador, o refrigerante, em estado de vapor, é comprimido pelo compressor a elevadas pressões e temperaturas. O objetivo desta compressão é promover ao refrigerante uma temperatura significativamente superior à temperatura do fluido a ser aquecido no condensador. Ignorando a energia fornecida pelo acionamento do compressor ao fluido, pode-se escrever na equação 2.2 o trabalho fornecido ao sistema pelo compressor. (ÇENGEL, 2012; INCROPERA, 2008)

$$W_{compressor} = \dot{m} (h_F - h_{C'}) \quad (2.2)$$

Onde \dot{m} é a vazão mássica do refrigerante.

$W_{compressor}$ é o trabalho do compressor

h_F é a entalpia na saída do compressor

$h_{C'}$ é a entalpia na entrada do compressor

No condensador, o refrigerante perde calor para o fluido externo e condensa. Considerando como volume de controle somente o condensador, podemos escreve-lo como equação 2.3. (ÇENGEL, 2012).

$$Q_{sai} = \dot{m} (h_{A'} - h_F) \quad (2.3)$$

Onde \dot{m} é a vazão mássica do refrigerante.

Q_{sai} é a taxa de transferência de calor no condensador

h_F é a entalpia na entrada do condensador

$h_{C'}$ é a entalpia na saída do condensador

Por último, o fluido passa pelo dispositivo de expansão. Este componente, tem a função de provocar uma redução abrupta na pressão. Consequentemente a temperatura também é reduzida nesse dispositivo.

Conforme apresentado na equação 2.4, neste processo não há variação de entalpia, logo pode ser escrito como: (ÇENGEL, 2012).

$$h_{A'} = h_D \quad (2.4)$$

Onde $h_{A'}$ é a entalpia na entrada do dispositivo de expansão

h_D é a entalpia na saída do dispositivo de expansão

2.2 Principais equipamentos de refrigeração

Os sistemas de Ar Condicionado Central podem ser divididos em dois grandes grupos. Os mais simples e normalmente aplicados em sistemas de pequeno e médio porte, são denominados como expansão direta, onde o fluido refrigerante expande-se e é responsável por trocar calor com os meios internos. Também são encontrados sistemas com expansão indireta, onde acontece transferência de calor em mais de um meio antes da transferência de calor com o ambiente a ser condicionado. (CREDER, 2004)

2.2.1 Expansão direta

- *Split System*

O sistema de ar condicionado do tipo *Split System* é o mais instalado no mundo. Graças a sua boa eficiência, baixo custo e grande versatilidade, este tipo de equipamento é amplamente utilizado em sistemas residenciais, comerciais de pequeno e de médio porte. É dividido em unidade interna, onde encontra-se o evaporador, e unidade externa, onde encontram-se condensador, compressor e dispositivo de expansão. Este tipo de equipamento não se resume somente aquele instalado na parede das residências, conforme ilustrado na Figura 3. Atualmente os fabricantes disponibilizam também “split dutado” de até 20TR, que também são popularmente conhecidos como “splitões”, os quais aplicados em edificações comerciais de médio porte, como agências bancárias e lojas de médio porte. (CREDER, 2004)

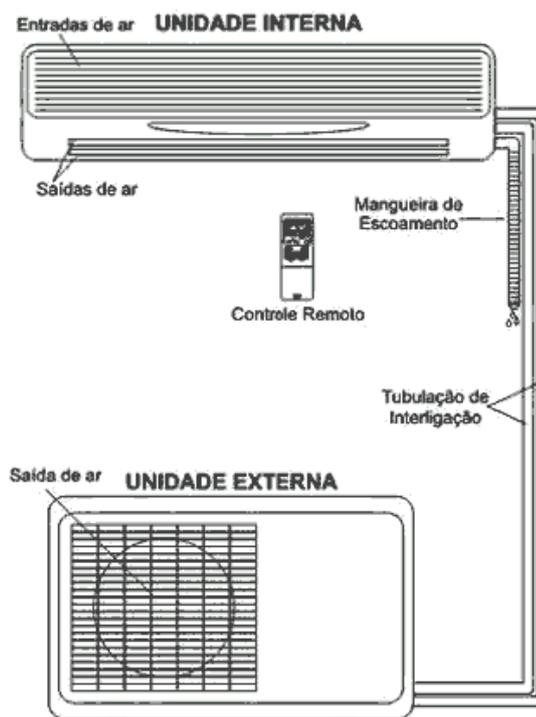


Figura 3: Esquemático Split

Fonte: CONSTRUINDODECOR (2018)

Neste tipo de sistema, são utilizados trocadores de calor do tipo aletado. Este tipo de trocador de calor é utilizado quando o fluido a ser resfriado for ar. O aletado aumenta

significativamente a área de contato, aumentando a capacidade de troca térmica do evaporador, conforme apresentado na Figura 4.



Figura 4: Evaporador tipo aletado
Fonte: SERRAFF (2018)

Atualmente os sistemas tipo split system são equipados com compressores rotativos sendo mais utilizado em sistemas domésticos e em equipamentos de pequeno e médio porte. Possui duas partes em formato de espiral onde uma parte é fixa e a outra, móvel, gira contra ela como explicitado na Figura 5. Este tipo de compressor possui boa eficiência e baixíssimo nível de ruído. (CREDER, 2004; ASHRAE, 2011)



Figura 5: Compressor Scroll
Fonte: SAMSUNG (2018)

- *Self Contained*

O sistema do tipo *self contained* é bastante semelhante ao sistema do tipo *Split system*. A principal diferença entre eles é a localização do compressor. Enquanto no sistema tipo *Split* o compressor fica alojado no condensador, neste tipo de equipamento

o compressor fica localizado na unidade evaporadora. Este equipamento apresenta elevado nível de ruído em sua unidade evaporadora, tornando sua aplicação extremamente reduzida.

Os sistemas do tipo self contained podem possuir sua condensação a ar ou a água. No evaporador, por ser um sistema de expansão direta é aplicado um condensador aletado. Já os compressores utilizados neste tipo de equipamento são quase sempre do tipo scroll. Sua aplicação mais comum é em agências bancárias onde sistemas projetados na concepção inicial agência são mantidos até a atualidade evitando drásticas intervenções para substituição do sistema. De tempos em tempos é feito a substituição dos componentes do sistema buscando o prolongamento da vida útil do equipamento.

- *Multi Split - VRV*

O sistema do tipo *Multi Split* com VRV (Vazão de Refrigerante Variável) é o sistema de ar condicionado central mais instalado no Brasil atualmente. Devido a sua grande versatilidade e alta eficiência energética. São instalados sistemas deste tipo desde residências de alto padrão até grandes edificações corporativas e hotéis. Atualmente grande parte dos novos hotéis tem recebido sistemas deste tipo. O sistema é composto por uma unidade externa interligado a diversas unidades internas conforme apresentado na Figura 6. Graças a sofisticados sistemas de automação, esta tecnologia permite conectar diversas unidades internas a uma única unidade externa através de dois tubos de cobre, isolados termicamente, onde o fluido refrigerante circula. (CREDER, 2004)

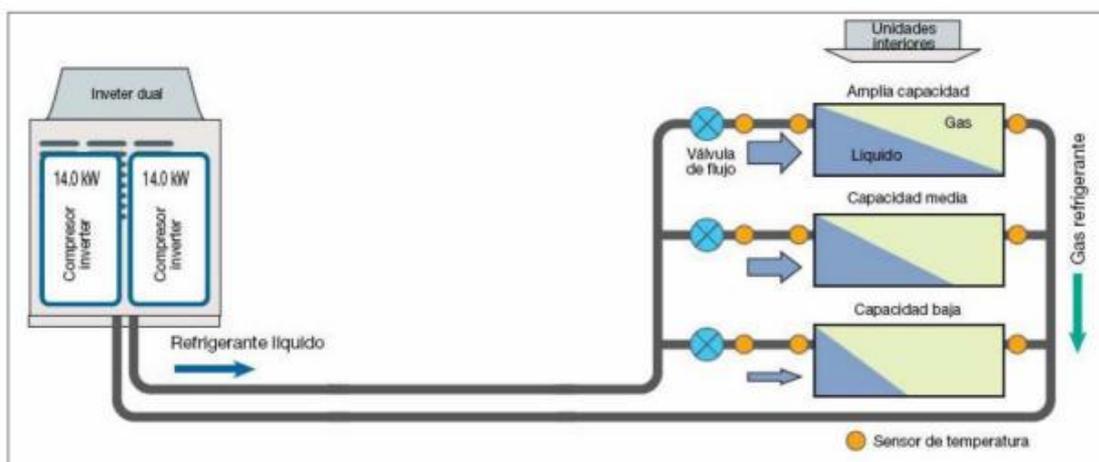


Figura 6: Diagrama simplificado de um sistema VRV
Fonte: DAIKIN (2018)

Sua adaptação a sistemas com demanda variável é perfeita, já que possui inversor de frequência em seu compressor e em seu ventilador do condensador. Através das válvulas de expansão eletrônica, é possível controlar o fluido que passa em cada unidade evaporadora, possibilitando que cada ambiente opere com uma temperatura diferente. A Figura 7 mostra um diagrama simplificado de um sistema VRV que consiste em uma unidade condensadora externa e três unidades evaporadoras conectadas por dois tubos. Ele opera a diferentes taxas de fluxo de refrigerante para atender a diferentes demandas térmicas. Muitos restaurantes, assim como o abordado no tema deste trabalho, operam com sistemas deste tipo. Por possuir grande gama de possibilidades de unidades evaporadoras, além de grande flexibilidade evitando interferência com instalações existentes. (CREDER, 2004; ASHRAE, 2011)



Figura 7: Desenho esquemático de sistema VRV
Fonte: DAIKIN (2018)

2.2.2 Expansão indireta

- Água Gelada com Condensação a Ar

O sistema de água gelada é amplamente utilizado em edificações de grande porte, como hospitais, *shopping centers*, hotéis e supermercados. Para seu pleno funcionamento o sistema necessita de um sistema de bombeamento, responsável por promover a circulação da água gelada, além dos condicionadores de ar (*fancoil*), conjunto composto por ventilador e serpentina que tem o papel de promover troca térmica do ambiente a ser resfriado com a água. O *chiller* neste tipo de sistema, é um conjunto de compressor, válvula de expansão evaporador tipo casco e tubo e condensador aletado, responsável por dissipar calor para o ambiente, conforme apresentado na Figura 8. (CREDER, 2004)



Figura 8: *Chiller* condensação a ar
Fonte: CARRIER (2018)

Os chillers utilizados nos sistemas de expansão indireta são na maior parte dos casos trocadores de calor do tipo Casco e Tubo em seu evaporador, conforme ilustrado na

Figura 9. São utilizados devido a característica quando o fluido a ser resfriado é a água. Existem diversas configurações e modelos deste tipo de trocador, sendo sua aplicação normalmente definida pelo fabricante do equipamento. (CREDER, 2004; ASHRAE, 2011)



Figura 9: Evaporador tipo casco e tubo
Fonte: APEMA (2018)

Além dos condensadores casco e tubo, os chillers que equipam os sistemas com expansão indireta podem ser equipados com compressores scroll ou também com compressores parafusos, como pode ser visualizado na Figura 10. Este último é composto por dois eixos em formato de fusos que quando interligados giram em sentidos opostos. O fluido refrigerante é comprimido entre os parafusos e é direcionado para o condensador. (CREDER, 2004)

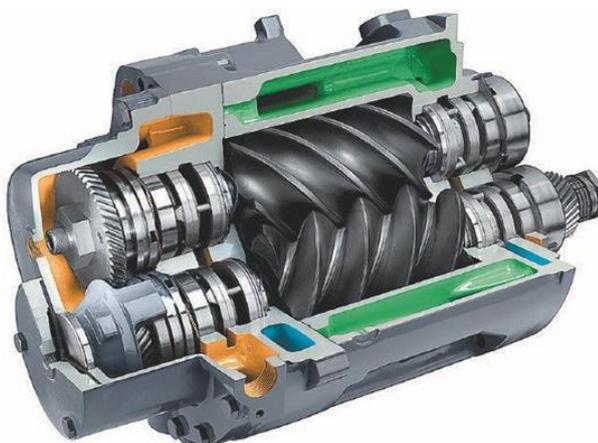


Figura 10: Compressor tipo parafuso
Fonte: REFRINGER (2018)

- Água Gelada com Condensação a Água

Neste tipo de sistema é adicionado outro circuito intermediário, o circuito de condensação. O circuito de condensação tem a função conduzir o calor retirado do condensador até a torre de resfriamento. Conforme apresentado na Figura 11, a torre de resfriamento é a responsável por dissipar o calor retirado do condensador para o ar. (CREDER, 2004; ASHRAE, 2011)

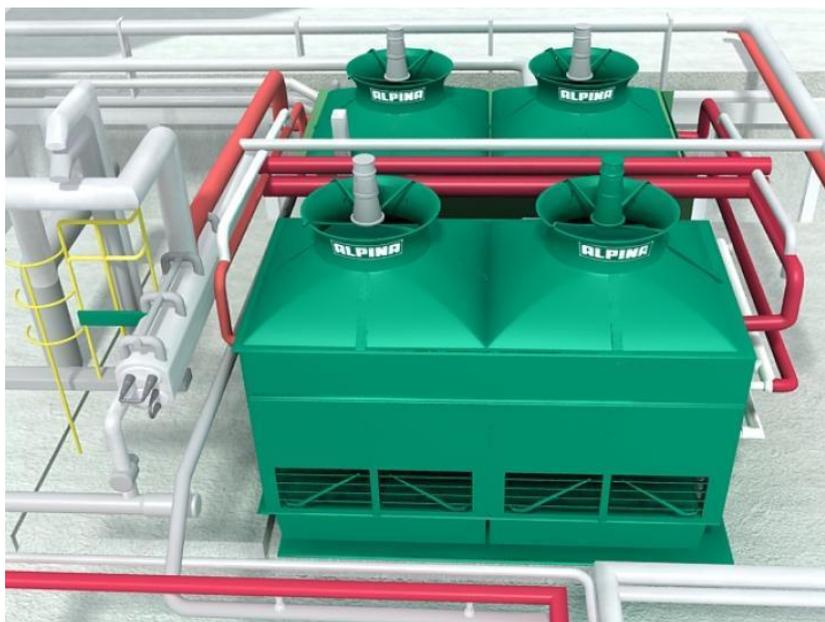


Figura 11: Torre de resfriamento
Fonte: ALPINA (2018)

A torre de arrefecimento funciona basicamente promovendo a troca térmica entre o fluido de condensação e o ar. Este fluido é normalmente a água, e é lançada no topo da torre por bicos de aspersão buscando uma maior troca térmica entre os dois fluidos. No sentido contrário, o ar é succionado pelo ventilador axial localizado na parte superior da torre de arrefecimento, gerando a troca térmica entre os fluidos.

Os chillers que são aplicados neste tipo de sistema possuem trocadores de calor tipo casco e tubo em seu evaporador e condensador, tendo em vista que são utilizados fluidos intermediários. Neste modelo de sistema são aplicados também compressores do tipo centrífugo, apresentado na Figura12

O compressor centrífugo, funciona com um conjunto impelidor e eixo. Num primeiro momento, o impelidor succiona o fluido e aumenta sua velocidade. Num segundo momento, a seção do espiral é aumentada, reduzindo a velocidade e

consequentemente aumentando sua pressão. Este tipo de compressor, possui alto custo e também só é aplicado em equipamentos de grande porte. Sua maior característica é a grande confiabilidade e durabilidade. Atualmente, alguns fabricantes implementaram em suas linhas de produtos compressores centrífugos com mancais magnéticos, zerando o atrito do eixo com o mancal e dispensando a presença de óleo no sistema. (CREDER, 2004)

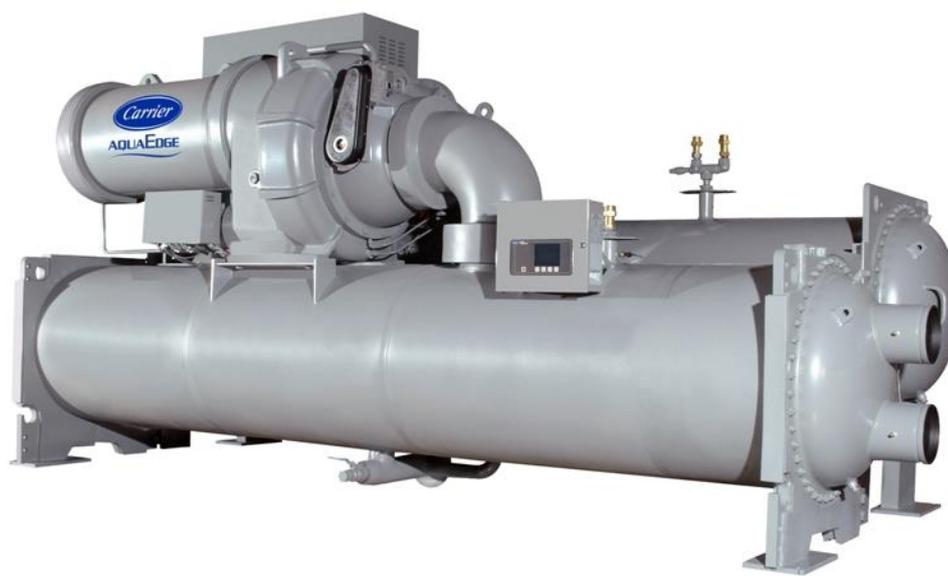


Figura 12: Chiller com Compressor Centrífugo
Fonte: CARRIER (2018)

Sendo assim, o sistema de água gelada com condensação a água pode ser representado pelo diagrama a seguir na Figura 13.

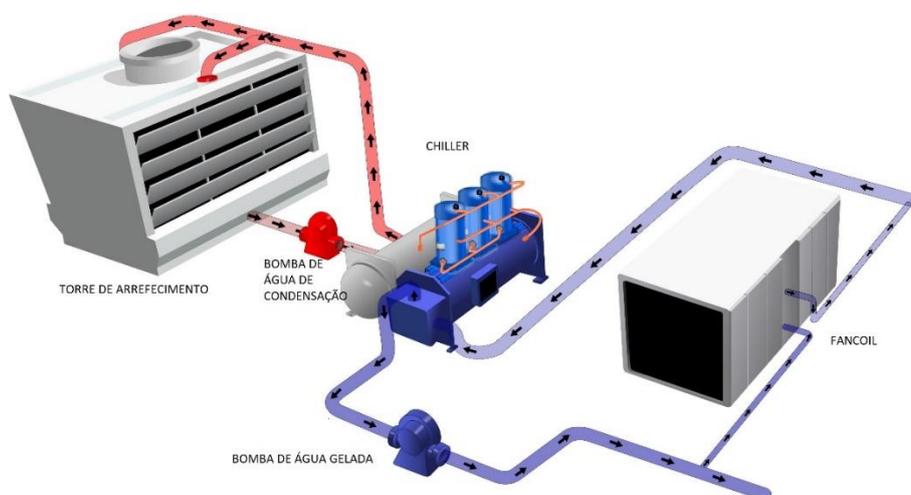


Figura 13: Esquemático sistema condensação a água
Fonte: TROCALOR (2018)

2.3 Aspectos gerais de análise de cargas térmicas

O dimensionamento de carga térmica é uma etapa fundamental para o correto dimensionamento do sistema de climatização. Nesta etapa, são levantadas todas as premissas de utilização, as características da construção, a ocupação, as atividades das pessoas no recinto, dentre outras informações relevantes. O equipamento condicionador de ar deve ser dimensionado para atender a esta condição crítica de carga térmica e assim garantir que as condições climáticas internas serão sempre atendidas.

Por este motivo, é recomendado pela NBR ABNT16401-1 a utilização de software computacional para a realização deste tipo de simulação. Os fabricantes de equipamentos disponibilizam para qualquer usuário diversos tipos de software de carga térmica. Entre os mais difundidos, destacam-se o *Trace 3D Plus* do fabricante *Trane*, no qual é possível simular a carga térmica de forma tridimensional. Um software também bastante utilizado por profissionais especializados é o *Hourly Analysis Program 4.90* do fabricante *Carrier*. Este software possibilita além do cálculo de carga térmica, análises mais específicas de eficiência energética. Outro software disponível é o *LATS LOAD*, do fabricante *LG Electronics*, sendo este pouco difundido na comunidade de engenheiros de ar condicionado. Neste trabalho será utilizado para o cálculo de carga térmica o software *Hourly Analysis Program 4.90*. O software em questão utilizada como metodologia de cálculo a análise horaria de carga térmica. É realizada a simulação da carga térmica para todos os meses do ano e em todas horas do dia, para que se possa obter a pior condição térmica de cada ambiente. Este possui layout de simples entendimento, como pode ser observado na Figura14.

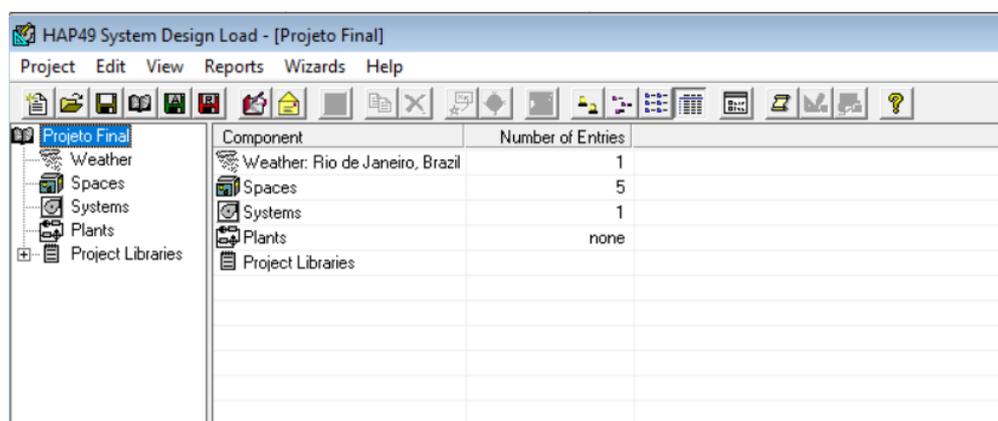


Figura 14: Layout inicial do Hourly Analysis Program

Na tela principal do software são criados os espaços, denominação dada pelo software aos ambientes que se deseja condicionar. Nestes, são inseridas as informações de todas as fontes de calor que se aplicam ao recinto, além de informações referentes a renovação de ar, conforme observa-se na Figura 15. (CARRIER, 2018)

Space Properties - [1º Pavimento- Refeitório]

General | Internals | Walls, Windows, Doors | Roofs, Skylights | Infiltration | Floors | Partitions

Name: 1º Pavimento- Refeitório

Floor Area: 67,4 m²

Avg Ceiling Height: 2,8 m

Building Weight: 341,8 kg/m²

Light Med. Heavy

OA Ventilation Requirements

Space Usage: <User-Defined>

OA Requirement 1: 1575,0 L/s

OA Requirement 2: 0,00 L/(s·m²)

Space usage defaults: ASHRAE Std 62.1-2007
Defaults can be changed via View/Preferences.

OK Cancel Help

Figura 15: Layout de espaço do Hourly Analysis Program
Fonte: Carrier (2018)

Após criação de todos os espaços a serem condicionados, deve ser realizado a definição do tipo de sistema que atenderá aquele conjunto de ambientes. São adicionadas diversas informações a respeito do sistema a ser instalado. Também são solicitadas informações acerca do sistema de renovação de ar, conforme Figura 16. (CARRIER, 2018)

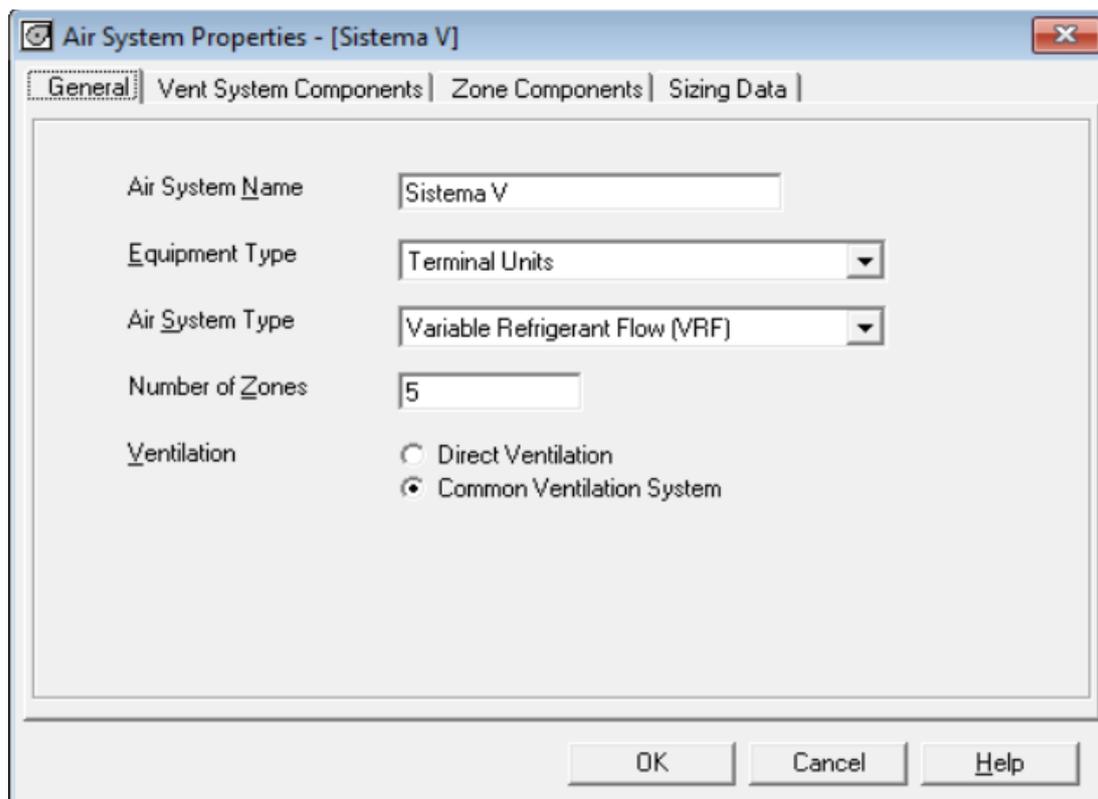


Figura 16: Layout do Sistema do Hourly Analysis Program
 Fonte: Carrier (2018)

2.4 Aspectos gerais das normas ABNT de sistemas de refrigeração

A Associação Brasileira de Normas Técnicas publicou no ano de 2008 a última versão da norma brasileira que aborda instalações centrais de sistema de ar condicionado. Esta norma cancelou a versão anterior, publicada em 1980. Além disso, é subdividida em três partes.

- ABNT NBR 16401-1 – Instalações Centrais de Ar Condicionado – Sistemas Centrais e Unitários – Parte 1 – Projetos de Instalações
- ABNT NBR 16401-2 – Instalações Centrais de Ar Condicionado – Sistemas Centrais e Unitários – Parte 2 – Parâmetros de Conforto Térmico Conforto
- ABNT NBR 16401-3 – Instalações Centrais de Ar Condicionado – Sistemas Centrais e Unitários – Parte 3 – Qualidade do Ar Interior

A parte 1 da ABNT 16401 aborda todas as premissas necessárias elaboração do projeto de instalações do sistema. São direcionados os dados para o correto cálculo de carga térmica. São apresentados dados climáticos, condições internas de conforto, as metodologias de cálculo, os tipos de dissipação e suas respectivas taxas de dissipação, além de abordar a seleção de bombas, ventiladores, elementos de difusão e distribuição de ar, metodologias de cálculos de dutos entre outros temas acerca do tema.

Já na parte 2, são abordados assuntos exclusivamente relacionados a parâmetros de conforto térmico. Nesta parte, são feitas instruções acerca da velocidade do ar insuflado, conforto térmico em função das vestimentas entre outras abordagens. Por último, na parte 3 são tratados assuntos referentes a qualidade do ar interior. São definidos metodologias de cálculo da vazão de ar exterior necessária para a renovação de ar, níveis de filtragens exigidos e qualidade do ar interior. (ABNT 16401, 2008)

2.5 Aspectos gerais de cálculo da perda de carga em dutos

As perdas de cargas pela condução de fluidos em redes de dutos podem ser classificadas em três tipos de perdas. A perda por fricção, também conhecida como perda distribuída ou perda por resistência, é a perda devido ao arrasto do fluido na superfície devido a tensão de cisalhamento que o fluido exerce sobre a superfície do conduto. Esta é constante e pode ser escrita conforme a equação 2.5. O dimensionamento é realizado inicialmente para condutos circulares e na sequência são transformadas para dimensões retangulares e ovais. Esta equação foi obtida através de diversos experimentos onde realizou-se a comparação da perda de carga de dutos circulares com dutos retangulares. Huebscher em 1948 relacionou o diâmetro equivalente com as seções retangular através da equação 2.5. (MACINTYRE, 1990; FOX, 2001)

$$De = 1,30 \cdot \frac{(altura \times largura)^{0,625}}{(altura+largura)^{0,25}} \quad (2.5)$$

Definido o diâmetro equivalente, é possível apresentar a equação 2.6, onde foi apresentado a perda de carga distribuída.

$$J = \left(f \cdot \frac{1}{D} \cdot \frac{V^2}{2} \right) \cdot p \quad (2.6)$$

Onde: J é a perda de carga unitária por metro (Pa/m);

D é o diâmetro equivalente (m);

V é a velocidade de escoamento do fluido (m/s);

f é o fator de atrito;

ρ é a massa específica (kg/m³);

O coeficiente de perda de carga é a grandeza mais relevante neste dimensionamento. A metodologia de cálculo mais utilizada se baseia do número de Reynolds e no “Ábaco de Moody”, elaborado por Lewis Moody na década de 40. Este diagrama está representado na Figura 17. (MACINTYRE, 1990; FOX, 2001)

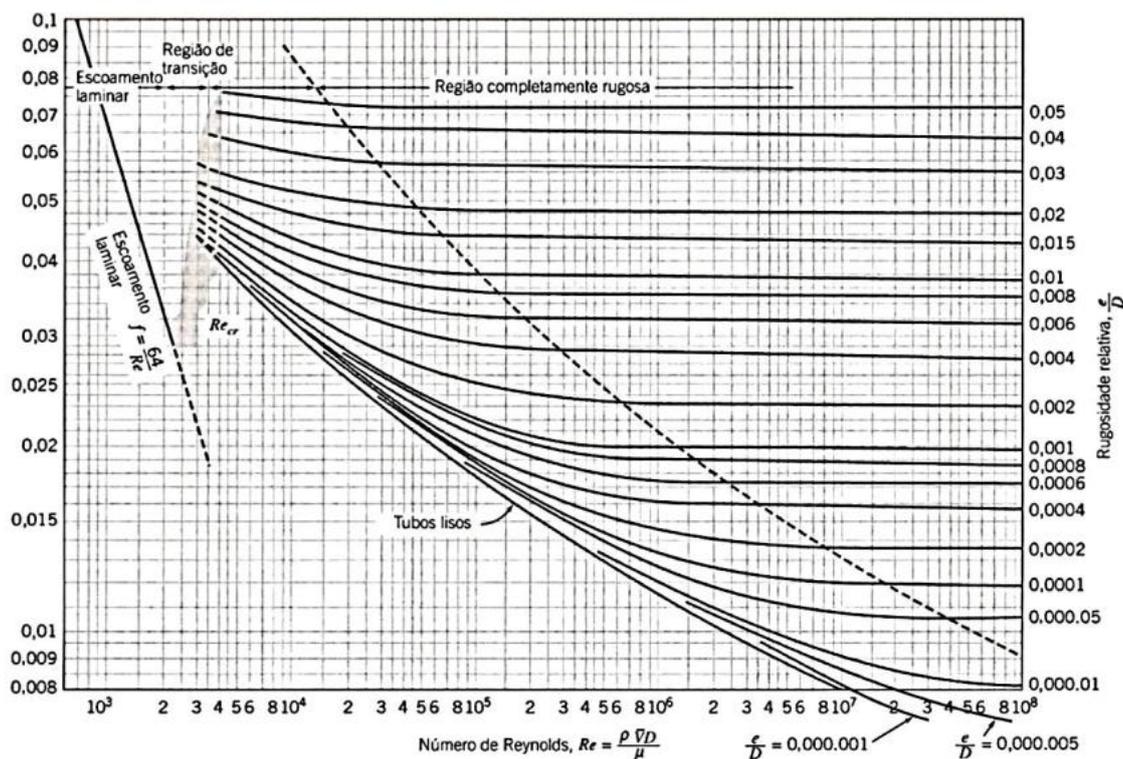


Figura 17: Ábaco de Moody

Fonte: Fox (2001)

Este ábaco foi desenvolvido com base na fórmula de Colebrook-White e relaciona o fator de atrito f ao número de Reynold Re e a rugosidade relativa (e/D), conforme expresso na equação 2.7, pode-se calcular o fator de atrito e conseqüentemente realizar o dimensionamento da perda de carga distribuída. (MACINTYRE, 1990; FOX, 2001)

$$f = 0,0055 \left[1 + \left(20000 \cdot \frac{e}{D} \cdot \frac{10^6}{Re} \right)^{0,333} \right] \quad (2.7)$$

Outra importante parcela da perda de carga é a perda por acidentes, também denominada como perda localizada. Esta perda de carga se refere ao débito de pressão gerados ao fluido em função das curvas, derivações, registros e filtros. Como os acidentes possuem comprimentos de pequena dimensão, a perda de carga não pode ser calculada, como explicitado nas equações 1.9 e 1.10. Esta parcela da perda de carga pode ser calculada, conforme apresentado na equação 2.8. (MACINTYRE, 1990; FOX, 2001)

$$\Delta p = C_o \cdot hv \quad (2.8)$$

Onde: Δp é a perda de carga nos acessórios (mmH₂O);

C_o é o coeficiente de perda de carga;

hv é a pressão velocidade do fluido (mmH₂O);

Os valores de C_o , em algumas literaturas também conhecido como k , é determinado experimentalmente para cada situação. Diversas literaturas trazem tabelas com inúmeras opções de acidentes e seus respectivos coeficientes de perda de carga. (MACINTYRE, 1990; FOX, 2001)

Já a pressão dinâmica hv pode ser calculada, ainda segundo, pela equação 2.9 com o quadrado da velocidade média do fluido V (m/s) obtém-se a pressão velocidade.

$$hv = \frac{v^2}{16,34} \quad (2.9)$$

Por último, deve ser considerada também a perda de carga referente a acessórios como filtros de ar, difusores e grelhas. Estas são informadas no catálogo de seleção do fabricante e devem ser incluídas na perda de carga total do sistema. ((MACINTYRE, 1990; FOX, 2001)

A NBR ABNT 16401-1, traz em seu texto alguns métodos de dimensionamento de rede de dutos. O mais usual e recomendado pela norma é o método da fricção constante. Este método se resume em fixar um valor para a perda de carga por metro J e assim dimensionar o diâmetro. Neste capítulo da norma também são sugeridos valores de J para este dimensionamento. Este será o método utilizado para dimensionar a rede de dutos que atenderá o sistema de renovação de ar do restaurante universitário do CEFET/RJ. (DOS SANTOS, 2006)

Também são apresentados outros dois métodos de dimensionamento, no entanto a norma desaconselha a utilização dos mesmos. O método da recuperação estática tem seu fundamento baseado na recuperação de parte perda de pressão no trecho anterior, para tanto, ele reduz a velocidade do trecho subsequente transformando a pressão dinâmica em pressão estática. Este método reduz significativamente a perda de pressão do sistema, no entanto seu resultado apresenta dutos significativamente maiores daqueles obtidos nos outros métodos, aumentando o custo de implantação e a interferência com outras instalações. É apresentado também o método T de otimização, onde é feito um cálculo iterativo do custo de implantação com custo de operação. O objetivo é obter a melhor relação custo-benefício. (DOS SANTOS, 2006)

Capítulo 3

Discussão do tema e resultados

3.1 Apresentação do problema

O problema encontrado e motivo deste trabalho são os sistemas de ar condicionado e renovação de ar do restaurante universitário do CEFET/RJ. A edificação que abrigará o novo restaurante universitário foi construída há aproximadamente 7 anos e abrigou desde então a academia da instituição, como pode ser observado na Figura 18. É composta por dois pavimentos e telhado. Ela sofrerá adequações externas mínimas na transformação para restaurante. Na parte externa será construída uma escada de emergência, além de uma estrutura de monta carga, responsável por realizar transporte de carga de um andar para o outro. A edificação possui uma câmara frigorífica para armazenamento de alimentos, no entanto este trabalho não abordará este tipo de instalação, projetando sistema de condicionamento de ar apenas para os ambientes habitados. Os ambientes de preparo de alimentos também não serão dotados de sistemas de condicionamento de ar.



Figura 18: Fachadas do prédio existente

A instalação de sistemas de condicionamento e renovação de ar são imprescindíveis para o funcionamento do mesmo. Será instalado no 1º Pavimento o refeitório onde estarão localizadas as mesas do restaurante. No térreo estarão localizados a cozinha, o buffet, o hall/caixa e as salas administrativas. O ambiente de caixa possui duplo pé direito conectando o 1º pavimento ao térreo. No Anexo 1 poderão ser observadas as plantas de arquitetura além das orientações geográficas das fachadas da construção.

Foi considerado sistema de condicionamento de ar para os seguintes ambientes:

- Térreo - Refeitório
- Térreo - Caixa/Hall
- Térreo - Nutricionista
- Térreo – Chefia
- 1º Pavimento – Refeitório

Os dados climáticos são o ponto de partida para a resolução do problema. Através deles é possível calcular de forma correta a demanda térmica do recinto. A ABNT 16401-1 apresenta informações de diversas estações climáticas localizadas em algumas capitais brasileiras. Para este trabalho, adotou-se a estação climática do Aeroporto do Galeão.

- Localização: Rio de Janeiro/RJ

- Dados Climáticos:

Local da estação climática:	Aeroporto do Galeão
Temperatura de bulbo seco no verão:	38,1 °C
Temperatura de bulbo úmido coincidente:	25,6 °C
Latitude:	22,82S
Longitude:	43,17W
Altitude:	3 m

- Condições Psicrométricas Internas Consideradas:

Temperatura de bulbo seco: 24,0 °C.

Umidade Relativa (não controlada): 50%.

3.2 Características principais da edificação

Após minuciosa análise das plantas e cortes de arquiteturas da construção e visita técnica na obra, foi realizado o dimensionamento das áreas dos recintos a serem condicionados, a orientação geográfica e a área das fachadas expostas à incidência solar além da área de vidro destas fachadas, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Levantamento de áreas da edificação

Ambiente	Pé Direito (m)	Área (m ²)	Orientação Exposição	Área fachada exposta(m ²)	Área vidro exposta(m ²)
Térreo - Refeitório	2,80	67,37	NW	19,60	7,0
			SE	19,60	7,0
Térreo - Caixa/Hall	6,80	63,63	NW	27,20	4,0
			SE	27,20	4,0
			NE	65,28	51,2
Térreo - Nutricionista	2,80	7,08	SE	5,18	2,0
Térreo – Chefia	2,80	7,12	SE	5,18	2,0
1º Pavimento – Refeitório	2,80	221,47	TETO	221,47	-
			NW	58,80	21,0
			SE	32,76	12,0
			SW	27,58	10,0

3.2.1 Características construtivas

Além disso, foi possível realizar análise visual da construção, possibilitando o dimensionamento dos coeficientes de transferência de calor da parede, laje e vidro. O software oferece ferramenta para este cálculo. Foi considerada parede de 25cm, composta por tijolo comum de 20,3 cm, além de duas camadas de argamassa, uma interna e outra externa. Foi desconsiderado a resistência térmica proveniente da cerâmica de acabamento, tanto interna quanto externa. No entanto, foi considerado a resistência térmica por fator de filme de ar, tanto interno quanto externo, conforme pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2: Propriedade dos materiais que compõe parede

Componente	e (mm)	c (kJ/kg/K)	R (m ² .K/w)
Fator Filme interno	0,0	0,0	0,12064
Argamassa	25,4	0,84	0,03519
Tijolo Comum	203,0	0,84	0,27954
Argamassa	25,4	0,84	0,03519
Fator filme externo	0,0	0,0	0,05864
Total			0,53

Onde e é a espessura da camada, c é o calor específico e R a resistência térmica do material. Segundo (Incropera et al. (2008)), é possível calcular o coeficiente de transferência de calor da parede através da equação 3.1.

$$U = \frac{1}{R_{total}} \quad (3.1)$$

$$U = \frac{1}{0,53}$$

Logo, $U_{parede} = 1,89 \text{ W/m}^2$. Esta mesma metodologia de cálculo foi aplicada à laje, apresentado na Tabela 3. Nesta foi considerado telha metálica de 0,8mm, espaço de entre a telha e a laje, laje de concreto leve de 203mm, outro espaço de ar e finalmente placa de gesso de 10mm, além dos fatores de filme.

Tabela 3: Tabela dos materiais que compõe a laje

Componente	e (mm)	c (kJ/kg/K)	R (m ² .K/w)
Fator Filme externo	0,0	0,0	0,12064
Telha metálica	0,853	0,5	0,00002
Camada de ar	0,0	0,0	0,16026
Concreto	203,2	0,84	0,35578
Camada de ar	0,0	0,0	0,16026
Placa de gesso	9,6	1,21	0,08214
Fator Filme Interno	0,0	0,0	0,05864
Total			0,94

$$U = \frac{1}{0,94} \quad (3.2)$$

Novamente aplicando os dados obtidos anteriormente na equação 3.2, tem-se $U_{laje} = 1,06 \text{ W/m}^2$.

Foi selecionado vidro de 5mm, não provido de nenhum acessório como cortina e persianas. Este apresenta coeficiente de transferência de calor $U_{vidro} = 6,235 \text{ W/m}^2$.

3.2.2 Características de utilização

Outro fator relevante no dimensionamento de carga térmica é a característica de utilização da edificação e a ABNT 16401 normatiza muitos destes parâmetros. Na Tabela 4 são apresentadas informações obtidas quanto a ocupação. A quantidade de pessoas que estão no recinto é de suma importância para o cálculo de carga térmica, já que o ser humano troca constantemente calor com o meio e este calor deve ser considerado no dimensionamento. São apresentados valores padrão de pessoas a cada 100 m² e estas foram consideradas para dimensionar a quantidade de pessoas no recinto.

Tabela 4: Tabela de ocupação (Adaptado da norma ABNT 16401-3)

Ambiente	Taxa de ocupação (pessoas/100m ²)	Área (m ²)	Quantidade de pessoas
Térreo - Refeitório	70	67,37	48
Térreo - Caixa/Hall	70	63,63	45
Térreo - Nutricionista	14	7,08	1
Térreo – Chefia	14	7,12	1
1º Pavimento – Refeitório	100	221,47	222

Outra informação relevante na dissipação térmica de pessoas no ambiente é a atividade que estas realizam. O ser humano dissipa calor com proporcionalidade

direta com o consumo energético do corpo no momento. A ABNT NBR 16401-1 também apresenta taxas de dissipação de calor sensível e latente para diversas atividades e recintos, apresentados na Tabela 5. Além disso, considera a dissipação de calor do prato de comida, fator bastante relevante no projeto em questão.

Tabela 5: Dissipação térmica por atividade (Adaptado da norma ABNT 16401-1)

Ambiente	Tipo	Atividade	Calor Sensível (W)	Calor Latente (W)	Calor Total (W)
Térreo - Refeitório	Restaurante	Sentado (com prato de comida)	80	80	160
Térreo - Caixa/Hall	Restaurante	Caminhando	75	70	145
Térreo - Nutricionista	Escritório	Trabalho leve	70	45	115
Térreo - Chefia	Escritório	Trabalho leve	70	45	115
1º Pav. - Refeitório	Restaurante	Sentado (com prato de comida)	80	80	160

A iluminação também é uma contribuição importante para a carga térmica do ambiente, por isso a ABNT 16401-1 apresenta a potência dissipada (W/m^2) para diversos tipos de recinto. Ela informa potência dissipada para lâmpadas fluorescentes e incandescentes. Foi considerado para este dimensionamento lâmpadas fluorescentes.

Tabela 6: Dissipação térmica por iluminação (Adaptado da norma ABNT 16401-1)

Ambiente	Tipo	Potência dissipada (W/m ²)
Térreo - Refeitório	Restaurante	13
Térreo - Caixa/Hall	Restaurante	13
Térreo - Nutricionista	Escritório	16
Térreo – Chefia	Escritório	16
1º Pavimento – Refeitório	Restaurante	13

A dissipação térmica por equipamentos elétricos também está prevista na ABNT 16401-1, conforme apresentado na Tabela 7. Foram considerados equipamentos conforme *layout* de arquitetura.

Tabela 7: Dissipação térmica de equipamentos (Adaptado da norma ABNT 16401-1)

Ambiente	Tipo	Equipamentos Considerados	Potência dissipada total (W)
Térreo - Nutricionista	Escritório	Computador, monitor e impressora	240
Térreo – Chefia	Escritório	Computador, monitor e impressora	240
Térreo - Caixa/Hall	Restaurante	Caixa Registradora	48
Térreo - Refeitório	Restaurante	Um bebedouro e dois buffets	850
1º Pavimento – Refeitório	Restaurante	Três bebedouros	1050

Outra informação relevante para o dimensionamento de carga térmica é o perfil de utilização. A NBR 16401 não aborda este tema. No entanto foi considerado um perfil de utilização típico de restaurante, com início às 11 horas e encerramento das atividades as 22 horas. Foram considerados perfis diferentes de utilização para os diferentes tipos de dissipação térmica. O perfil de ocupação, representado na figura 19, sofre grande variação ao longo do dia. Já o perfil de utilização de equipamentos elétricos e iluminação, exposto na figura 20, permanece constante ao longa da operação do restaurante.

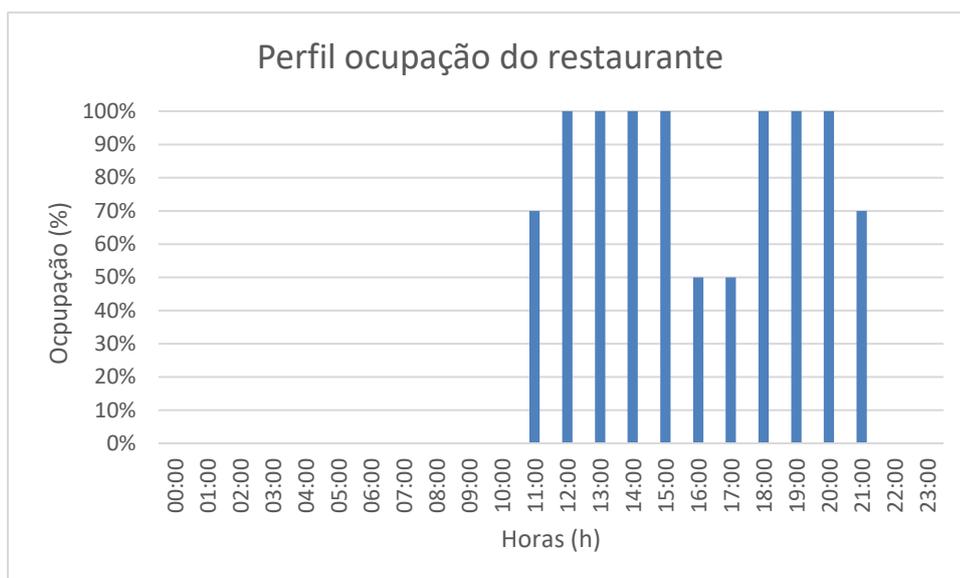


Figura 19: Perfil de ocupação do restaurante

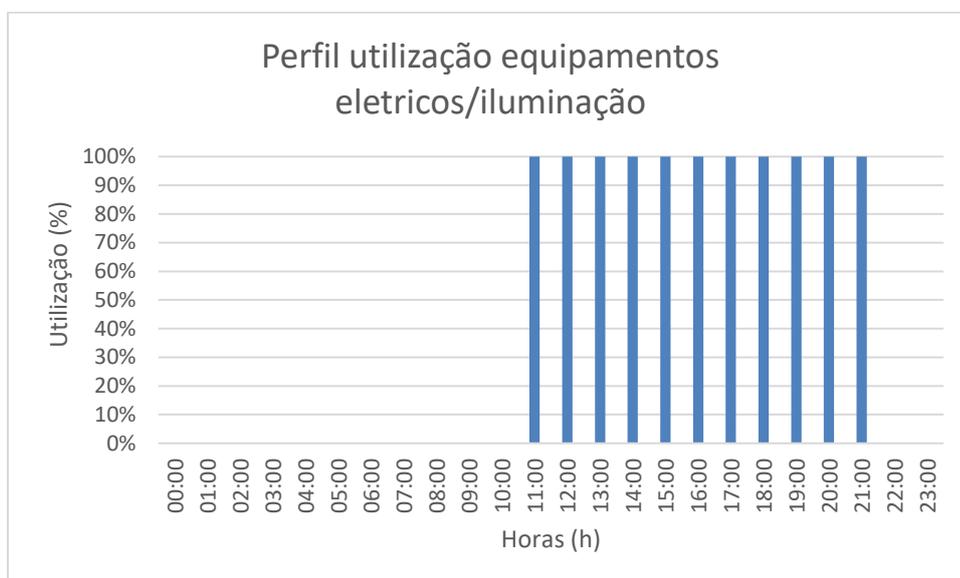


Figura 20: Perfil de utilização de eletroeletrônicos/iluminação

3.2.3 Características de renovação de ar

A renovação de ar no recinto é imprescindível para garantir a qualidade do ar e níveis aceitáveis de CO₂. Por isso, foi normatizada a metodologia de dimensionamento. Inicialmente, pela ABNT 16401-3, calcula-se a vazão eficaz conforme descrito na equação 3.3.

$$V_{ef} = P_z \cdot F_p + A_z \cdot F_a \quad (3.3)$$

Onde: V_{ef} é a vazão eficaz de ar exterior (L/s);

F_p é a vazão por pessoa (L/s * pessoa);

F_a é a vazão por área ocupada (L/s * m²);

P_z é o numero máximo de pessoas na zona de ventilação;

A_z é a área útil ocupada por pessoas (m²);

Os dados referentes ao F_p e F_a são fundamentais para este dimensionamento e podem encontrados na Tabela 8.

Tabela 8: Vazão Eficaz mínima de ar exterior (Adaptado de ABNT 16401-3, 2008)

LOCAL	D pesssoas/1 00 m2	Nível 1		Nível 2		Nível 3	
		Fp L/ s*pes s.	Fa L/s* m ²	Fp L/ s*pes s.	Fa L/s* m ²	Fp L/ s*pes s.	Fa L/s* m ²
Restaurantes, bares, diversão							
Restaurantes - salão de refeições	70	3,8	0,9	4,8	1,1	5,7	1,4
Bar, salão de coquetel	100	3,8	0,9	4,8	1,1	5,7	1,4
Cafeteria, lanchonete, refeitório	100	3,8	0,9	4,8	1,1	5,7	1,4
Salão de Jogos	120	3,8	0,9	4,8	1,1	5,7	1,4
Discoteca, danceteria	100	10	0,3	12,5	0,4	15	0,5
Jogos eletrônicos	20	3,8	0,9	4,8	1,1	5,7	1,4

Após o cálculo da vazão eficaz (V_{ef}) é recomendado a correção desta vazão em função da eficiência do método de distribuição de ar. Para isso, a ABNT 16401-3 descreve esta correção pela equação 3.4.

$$V_z = \frac{V_{ef}}{E_z} \quad (3.4)$$

Onde: V_z é a vazão de ar exterior a ser suprida (L/s);

V_{ef} é a vazão eficaz de ar exterior (L/s * pessoa);

E_z é a eficiência de distribuição;

Também são fornecidos na ABNT 16401-3 diversos fatores de correção para cada tipo de distribuição de ar conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 9: Eficiência de distribuição de ar (Adaptado da ABNT 16401-3, 2008)

Configurações da distribuição de ar	E_z
Insuflação de ar frio pelo forro.	1,0
Insuflação de ar quente pelo forro e retorno pelo piso.	1,0
Insuflação de ar quente pelo forro, 8° C ou mais acima da temperatura do espaço e retorno pelo forro.	0,8
Insuflação de ar quente pelo forro a menos de 8° C acima da temperatura do espaço pelo forro, desde que o jato de ar insuflado alcance uma distância de 1,4m do piso à velocidade de 0,8m/s.	1,0
Insuflação de ar frio pelo piso e retorno pelo forro, desde que o jato de ar insuflado alcance uma distância de 1,4m ou mais do piso à velocidade de 0,8m/s.	1,0
Insuflação de ar frio pelo piso, com fluxo de deslocamento a baixa velocidade e estratificação térmica, e retorno pelo forro.	1,2
Insuflação de ar quente pelo piso e retorno pelo piso	1,0
Insuflação de ar quente pelo piso e retorno pelo forro	0,7
Ar de reposição suprido do lado oposto à exaustão ou ao retorno	0,8
Ar de reposição suprido à proximidade da exaustão ou do retorno	0,5

Como no sistema de ar exterior proposta a insuflação será frio e pelo forro, não será realizado a correção na vazão, sendo a vazão eficaz a vazão a ser suprida. Foi utilizado o software Excel, fornecido pela Microsoft, para a elaboração da planilha de cálculo de vazão de ar. Na Tabela 10 foi dimensionado a vazão a ser suprida para cada recinto condicionado, sendo este misturado ao retorno do ambiente, portanto deverá ser considerado no cálculo de carga térmica.

Tabela 10: Memória de cálculo da vazão de ar exterior

Ambiente	Tipo	Pz (pessoas)	Fp (L/s*pessoa)	Az (m ²)	Fa (L/s*m ²)	Vef (L/s)
Térreo - Refeitório	Refeitório	48	5,7	67,37	1,4	367,918
Térreo - Caixa/Hall	Refeitório	45	5,7	63,63	1,4	345,582
Térreo - Nutricionista	Escritório	1	3,8	7,08	0,5	7,34
Térreo – Chefia	Escritório	1	3,8	7,12	0,5	7,36
1° Pavimento – Refeitório	Refeitório	222	5,7	221,47	1,4	1575,46

3.2.4 Resultado de carga térmica

Após adicionar todas as informações acima descritas, o software realizou o dimensionamento da carga térmica e elaborou alguns relatórios que podem ser analisados no Apêndice A deste trabalho. O resumo de carga térmica obtida através do software *Hourly Analysis Program 4.9* pode ser observado na Tabela 11.

Tabela 11: Resumo do cálculo de carga térmica

Ambiente	Carga Térmica Total (kW)	Carga Térmica Sensível (kW)	Carga Térmica Latente (kW)	Vazão de ar demandada (L/s)	Horário de Pico (mes-hora)
Térreo - Refeitório	27,7	16,4	9,0	759	Jan-15
Térreo - Caixa/Hall	42,4	29,6	9,6	1776	Fev-14
Térreo - Nutricionista	1,9	1,4	0,5	87	Dec-13
Térreo – Chefia	1,9	1,4	0,5	87	Dec-13
1º Pavimento – Refeitório	97,3	61,4	35,9	2579	Jan-15

3.3 Proposta do sistema de condicionamento de ar

Após a definição da demanda térmica do ambiente, deve-se realizar a seleção dos equipamentos que atenderão a este sistema. Dentre os tipos de sistemas citados no capítulo 3 deste trabalho, o sistema do tipo VRV foi o escolhido. A decisão foi tomada em função da limitação de área para instalação das casas de máquinas. Além disso, a edificação apresentará diversas outras instalações (gás natural, exaustão de gordura, incêndio, elétrica), por isso também se optou por unidades evaporadoras aparentes, a fim de evitar grande interferência de instalações no entreforro. Na Tabela 12 foram apresentados os tipos de unidades evaporadoras escolhidas para cada ambiente.

Tabela 12: Unidades evaporadoras selecionadas

Ambiente	Tipo de Evaporador VRF
Térreo - Refeitório	Teto Aparente
Térreo - Caixa/Hall 1º Pav Refeitorio	Cassete 4 vias
Térreo – Nutricionista Chefia	Parede

Os condensadores serão alocados no telhado do prédio. De lá as linhas de cobre conduzirão o fluido refrigerante até as unidades evaporadoras. Os derivadores, também conhecidos como “branch” serão os responsáveis por ramificar a tubulação de cobre da linha principal para atender as unidades evaporadoras. A seleção deste tipo de equipamento e o respectivo dimensionamento da tubulação e derivadores é feita através do software do fabricante. Neste caso utilizou-se os equipamentos da *LG Electronics*. No entanto, existem diversos outros fabricantes deste tipo de equipamento no mercado.

Os ambientes de maior área de piso serão atendidos por mais de uma unidade evaporadora. Esta medida visa promover uma melhor eficiência na distribuição de ar. Nas salas de nutrição e chefia foram considerados equipamentos de parede de 7.000 btu/h. Já no refeitório no térreo, foram considerados 2 (dois) equipamentos de teto aparentes de 48.000 btu/h. O refeitório do 1º Pavimento recebeu 10 (dez) unidades evaporadoras tipo cassete 4 vias de 36.000 btu/h, distribuídas uniformemente ao longo do pavimento para garantir a correta distribuição de ar. O ambiente de entrada e saída do restaurante, possui pé direito duplo e por isso as 3 (três) unidades evaporadoras de 54.000btu/h do tipo cassete serão instaladas no teto do 1º pavimento. As informações de capacidade das unidades internas foram obtidas no catálogo de engenharia do equipamento e podem ser observadas no Anexo 1 deste trabalho.

Tabela 13: Seleção das unidades evaporadoras

Ambiente	Equipamento Selecionado	Modelo Referência	Qtd.	Cap. Total do Equipamento (kW)	Carga Térmica Total (kW)
Térreo Refeitório	Teto Aparente 48.000 btu/h	ARNU48GVLA2	2	28,2	27,7
Térreo Caixa/Hall	Cassete 4 vias 54.000 btu/h	ARNU54GTMA4	3	47,4	42,4
Térreo Nutricionista	Parede 7.000 btu/h	ARNU07GSBA4	1	2,2	1,9
Térreo Chefia	Parede 7.000 btu/h	ARNU07GSBA4	1	2,2	1,9
1º Pavimento Refeitório	Cassete 4 vias 36.000 btu/h	ARNU36GTNA4	10	106,0	97,3

Tendo os evaporadores corretamente selecionados, é possível realizar a seleção da unidade condensadora. Os sistemas VRF permitem a utilização de fator de

diversificação de até 130%. Este fator de diversificação pode ser calculado conforme apresentado na equação

$$Fd = \frac{CTEvap}{CTCond} \quad (3.5)$$

Onde: Fd é o fator de diversificação,

$CTEvap$ é a capacidade total de evaporadores

$CTCond$ é a capacidade total de condensador.

Este fator deve ser aplicado em sistemas onde a probabilidade de todos ambientes atingirem seu pico de utilização é mínima. Um exemplo deste tipo de aplicação são os hotéis, nos quais a probabilidade de todos os quartos, halls e restaurantes estarem em pico de utilização é mínimo, por isso aplica-se o fator de diversificação reduzindo a capacidade do condensador. No restaurante universitário do CEFET/RJ, não será aplicado este fator, pois a ocupação e utilização de todos os ambientes condicionados será simultânea no horário de funcionamento do mesmo.

Adotando um fator de diversificação igual a 1, temos que a capacidade da unidade condensadora deverá ser igual ou maior que o somatório da capacidade de todas unidades evaporadoras. Como observado na Tabela 14, a capacidade total do sistema é de 186,0 kW. A unidade condensadora que atenderá a este sistema deverá possuir capacidade frigorígena igual ou superior.

Tabela 14: Tabela de seleção da unidade condensadora

Ambiente	Modelo Referência	Qtd.	Cap. unitária do Equipamento (kW)	Cap. Total do Equipamento (kW)
Térreo Refeitório	ARNU48GVLA2	2	14,1	28,2
Térreo Caixa/Hall	ARNU54GTMA4	3	15,8	47,4
Térreo Nutricionista	ARNU07GSBA4	1	2,2	2,2
Térreo Chefia	ARNU07GSBA4	1	2,2	2,2
1º Pavimento Refeitório	ARNU36GTNA4	10	10,6	106,0
Total				186,0

A Tabela 15 foi adaptada do catálogo de engenharia do produto. Para combinação de 100% foi considerado temperatura interna de 23°C e temperatura externa de 39°C. Após consulta ao catálogo de engenharia do fabricante, foi selecionado a unidade condensadora modelo ARUN840BTE5, que pela tabela de correção, possui capacidade frigorígena de 189,0 kW. Nesta correção, foram consideradas temperaturas externas e internas conforme estabelecido, simulando uma pior condição de operação. É sabido que o sistema fará sua operação em condição amena durante boa parte do ano, no entanto o sistema precisa ser dimensionado para a pior condição de operação.

Tabela 15: Tabela de correção de capacidade
Fonte: Adaptado de LG Electronics (2018)

Combinação	Temperatura Externa (°C)	Temperatura interna (°C)					
		20	23	26	27	28	30
		Capacidade total (kW)					
100 %	33	158,9	189,0	220,1	235,2	250,3	259,0
	35	158,9	189,0	220,1	235,2	246,4	254,1
	39	158,9	189,0	220,1	235,2	242,5	249,5
	41	156,1	185,9	216,6	225,7	238,4	245,4
	43	150,9	179,6	209,3	216,3	230,6	235,9

Com a definição de todos os equipamentos, foi possível desenvolver um esboço de localização dos equipamentos. Esta concepção será de suma importância para o dimensionamento da rede frigorígena que foi elaborada buscando sempre as menores distâncias e desníveis possíveis. Esta medida busca reduzir a perda de carga do sistema e com isso aumentar a eficiência energética do mesmo. Desta forma, foi possível realizar o dimensionamento da rede frigorígena do sistema através do software do fabricante, conforme apresentado no diagrama de distribuição localizado Apêndice B.

3.4 Proposta do sistema de renovação de ar exterior

O sistema de renovação de ar é fundamental para garantir a qualidade do ar no interior do recinto. Para isso, é necessário o desenvolvimento de dispositivo de condução

de ar. Este dispositivo é denominado rede de dutos. Sua fabricação pode ser realizada em diversos tipos de materiais. No entanto para a aplicação de suprimento de ar exterior, o material mais utilizado é o aço galvanizado. Este material consegue aliar bom custo benefício além de boa resistência mecânica. Além disso, eles podem se apresentar nas formas mais variadas. São aplicados neste tipo de sistema dutos circulares, retangulares e até ovais. Os dutos retangulares são os mais utilizados, pelo baixo custo quando comparado a outros formatos. Pode ser observado na Figura 21 uma instalação típica de dutos retangulares fabricados em chapa de aço galvanizado.



Figura 21: Rede de dutos em chapa de aço galvanizado
Fonte: POWERMATIC (2018)

É recomendado neste tipo de dimensionamento a configuração buscando redes de dutos com o menor comprimento possível, os quais resultarão em um menor custo de implantação e um sistema com menor perda de carga. A NBR ABNT 16401-1 aborda e faz recomendações quanto ao dimensionamento deste tipo de sistema. A metodologia de dimensionamento das redes de dutos que atenderão a esta recomendação será descrita a seguir.

Para atender a demanda de renovação de ar do Restaurante Universitário do CEFET/RJ serão projetados sistemas independentes de renovação de ar para os pavimentos térreo e 1º pavimento. Esta concepção tem por objetivo evitar o trânsito de dutos entre os pavimentos, reduzindo a área útil da edificação. Os sistemas estarão localizados no entreferro dos andares e serão dotados de venezianas de tomada de ar exterior, caixas ventiladoras, redes de dutos e grelhas de insuflamento. As vazões de ar a

serem insufladas nos ambientes já foram dimensionadas no capítulo 3.2.3 deste trabalho. Na Tabela 16 são mostradas as vazões de ar por sistema, já que estes dados serão de suma importância para a correta seleção dos equipamentos e para o dimensionamento das redes de dutos.

Tabela 16: Sistemas de renovação de ar

Sistema de Renovação	Ambiente	Vazão Ar exterior (L/s)	Vazão Ar exterior (m ³ /h)	Vazão do sistema (m ³ /h)
VAE 01	Térreo - Refeitório	367,918	1324,505	1378
	Térreo - Nutricionista	7,34	26,424	
	Térreo – Chefia	7,36	26,496	
VAE 02	Térreo - Caixa/Hall	345,582	1244,095	6916
	1º Pavimento – Refeitório	1575,46	5671,649	

Foram convertidas as vazões de ar exterior de L/s para m³/h visto que os principais fabricantes de grelhas e difusores utilizam esta unidade para seu processo de seleção. Além disso foi considerada a renovação de ar exterior do ambiente Caixa/Hall no sistema d primeiro pavimento, apesar deste estar localizado no térreo. Isto se deve ao fato do ambiente possuir duplo pé direito. Foram nomeados como VAE-01 e VAE-02 os sistemas que atenderão ao térreo e 1º pavimento respectivamente.

Assim, selecionou-se kits de tomada de ar exterior composto por veneziana, filtro e registro, conforme apresentado na Figura 22. O fabricante TROX disponibiliza em sua

tomada de ar exterior modelo VDF diversas classes de filtragem. Será especificado filtragem G4 + M5 conforme exigido pela NBR ABNT 16401-3.



Figura 22: Tomada de ar exterior mod.: VDF

Fonte: TROX (2013)

Foi adotada uma velocidade máxima de 2,5 m/s para seleção das venezianas dos sistemas propostos. A tabela de seleção do fabricante se encontra no Anexo 3 deste trabalho. Para o sistema VAE-01 foi selecionado uma veneziana de 397 x 497mm, resultando em uma perda de carga de 23,9 mmH₂O. Já para o sistema VAE-02 foi selecionado uma veneziana de 1197 x 797 mm com igual perda de carga. Os valores totais de perda de carga apresentados já incluem as perdas da veneziana, registro e filtros.

Com base em toda metodologia de cálculo e dimensionamento da rede de dutos já apresentada neste trabalho, foi elaborado, através do software Excel produzido pela Microsoft, a planilha de cálculo da rede de dutos. A rede de dutos do sistema VAE-01 foi subdividida em 3 trechos e o dimensionamento da rede de dutos que atenderá ao mesmo pode ser observada na Tabela 17, obtendo as dimensões apresentadas e uma perda de carga total de 1,1482 mmH₂O.

Tabela 17: Planilha de cálculo dutos - VAE 01

Perda %		0,1 (Pa/m)	PLANILHA CÁLCULO DUTOS - FRICÇÃO CONSTANTE										
Material Rugosidade		Galv	Comprimento (m)	Largura Considerada (cm)	Altura (cm)	Diâm. Equiv. Considerado (cm)	Perda de Carga no Trecho (mmH2O)	Velocidade (m/s)	Pressão Dinâmica	Diâm. Equiv. Calculado (cm)	Razão Alt./Larg.	Razão Diam./Larg.	Largura Calculada (cm)
		1,00											
Trecho		Vazão Trecho (m³/h)											
Fim	Início												
2	1	1.378	6,0	35	25	32,22	0,51	4,37	1,17	31,2	0,77	0,95	32,56
3	2	1.351	2,0	35	25	30,47	0,21	4,69	1,34	31,0	0,47	0,74	41,81
4	3	1.324	4,0	35	25	30,47	0,41	4,59	1,29	30,8	0,48	0,74	41,11

A mesma planilha foi utilizada para dimensionar a rede de dutos que atenderá ao VAE-02. Este possuirá 4 trechos que percorrerão o pavimento distribuindo por igual a renovação de ar exterior, conforme observa-se na Tabela 18, gerando as dimensões apresentadas e perda de carga de 1,9889 mmH2O.

Tabela 18: Planilha de cálculo dutos - VAE 02

Perda %		0,1 (Pa/m)	PLANILHA CÁLCULO DUTOS - FRICÇÃO CONSTANTE										
Material Rugosidade		Galv	Comprimento (m)	Largura Considerada (cm)	Altura (cm)	Diâm. Equiv. Considerado (cm)	Perda de Carga no Trecho (mmH2O)	Velocidade (m/s)	Pressão Dinâmica	Diâm. Equiv. Calculado (cm)	Razão Alt./Larg.	Razão Diam./Larg.	Largura Calculada (cm)
		1,00											
Trecho		Vazão Trecho											
Fim	Início												
2	1	6.915	5,0	100	30	57,37	0,49	6,40	2,50	57,2	0,29	0,57	99,93
3	2	5.187	5,0	80	30	52,03	0,46	6,00	2,20	51,3	0,38	0,65	78,28
4	3	3.459	5,0	55	30	43,91	0,50	5,82	2,07	44,1	0,53	0,79	55,77
5	4	1.731	5,0	50	20	33,70	0,52	4,80	1,41	34,0	0,38	0,66	51,48

Assim como nas tomadas de ar exterior, foram selecionadas grelhas de insuflamento fabricadas em alumínio anodizado do fabricante TROX. Neste caso, optou-se pelo modelo VAT que pode ser observada na figura 23.

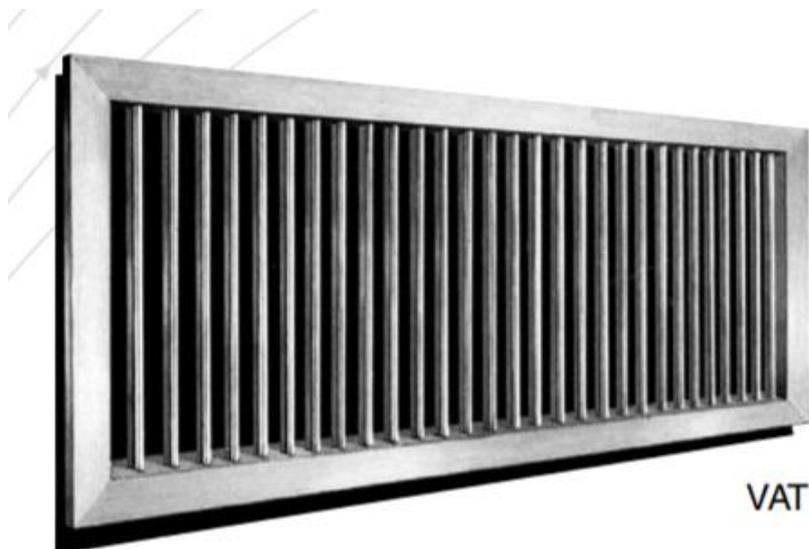


Figura 23: Grelha de insuflamento mod.: VAT

Fonte: TROX (2013)

Foi realizada a seleção de grelhas para os sistemas VAE 01 e 02. No sistema VAE 01 foram selecionadas grelhas de insuflamento de menor tamanho para as salas de chefia e nutrição. Nestas salas, a grelha selecionada possui 225 x 225 mm e gera uma perda de carga de 1,2mmH₂O e um ruído de 19 dB(A). Além disso, também foi selecionada a grelha de insuflamento que atenderá ao refeitório do térreo. Para esta, foi adotada a vazão de 1324 m³/h por grelha e com isso selecionou-se uma grelha VAT de 425 x 325 gerando nesta condição uma perda de carga de 1,8 mmH₂O e ruído de 33 db(A).

No sistema VAE 02 foram propostas 4 (quatro) grelhas de insuflamento e foi adotada a vazão de 1728 m³/h por grelha. Assim dimensionou-se uma grelha VAT 425 x 425 mm. Para esta condição, gera perda de carga de 1,5 mmH₂O e nível de ruído de 31 dB(A). A tabela de seleção utilizada para a seleção destes dispositivos, encontra-se no anexo deste trabalho.

Finalmente, após dimensionar todas as redes de dutos e acessórios, é possível realizar a seleção da caixa ventiladora, último componente deste sistema. Esta será instalada também no entreferro e interligará a tomada de ar exterior com a rede de dutos.

São fabricadas com perfis em chapa de aço galvanizado, podem ser instaladas sob coxins ou ser fixadas ao teto através de tirantes conforme ilustrado na Figura 24.

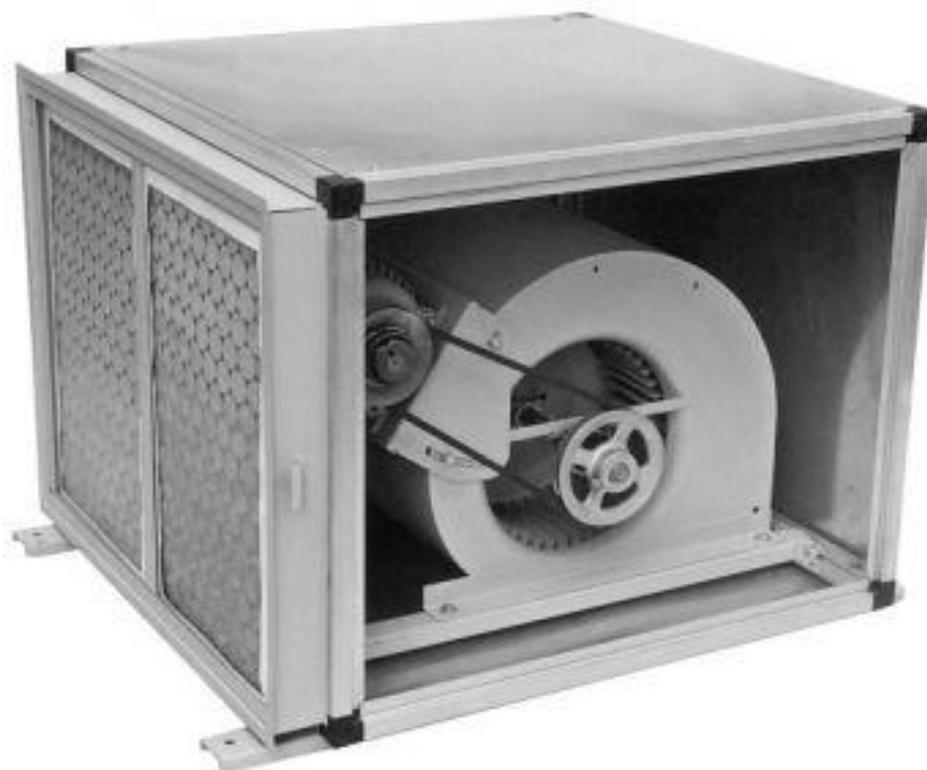


Figura 24: Caixa ventiladora

Fonte: BERLINER LUFT (2018)

Para a correta seleção deste dispositivo junto a tabela do fabricante é necessário conhecimento da vazão e da pressão estática que o sistema demanda. A vazão dos sistemas VAE 01 e VAE 02 é conhecida e foi apresentada na tabela 13 deste trabalho. Já os valores de perda de carga também já foram obtidos e podem ser observados na Tabela 19.

Tabela 19: Resumo perda de carga dos sistemas

Sistema de Renovação	Perda de Carga TAE (mmH ₂ O)	Perda de Carga Duto (mmH ₂ O)	Perda de Carga Grelha insuflamento (mmH ₂ O)	Perda de carga do sistema (mmH ₂ O)
VAE 01	23,9	1,1360	1,8	26,836
VAE 02	23,9	2,0640	1,5	27,464

Sendo assim, é possível realizar a seleção da caixa ventiladora que atenderá os sistemas VAE-01 e VAE-02. Utilizando o catálogo do fabricante Berliner Luft, apresentado no Anexo 3, foi selecionado a caixa ventiladora modelo BBS utilizando velocidade de descarga de 8 m/s. Para o sistema VAE-01 foi selecionado a caixa ventiladora BBS 180, que gera uma vazão de 1500 m³/h, com pressão estática de 30 mmH₂O e tem potência elétrica de 0,37 kW.

Para o sistema VAE-02 foi selecionado uma caixa ventiladora de maior capacidade, devido a sua maior vazão. Selecionou-se o modelo BBS 400, que gera uma vazão de 7400 m³/h, com pressão estática de 30 mmH₂O e tem potência elétrica 1,5 kW.

3.5 Análise de custo do projeto

Outra análise de extrema relevância na implantação do projeto sugerido neste trabalho é a avaliação do custo de implantação. Foram listados todos os itens necessários para a instalação e perfeito funcionamento do sistema conforme apresentado na Tabela 20. Como resultado da estimativa, obteve-se um investimento total de R\$ 416.813,53. Neste investimento estão incluídos R\$263.223,29 de verba para aquisição dos equipamentos. Deste montante, R\$89.000,00 fazem parte do custo de mão de obra e R\$64.590,24 são referentes a aquisição de material.

O investimento estimado de implantação do sistema de condicionamento de ar e sistema de renovação de ar é fundamental para o conforto técnico dos funcionários e estudantes que ocuparão o restaurante universitário. A tabela 21 foi elaborada utilizando preço de mercado de equipamentos e mão de obra. Desta forma, é possível utilizar este documento para previsão orçamentária e abertura de concorrência pública para execução da instalação do sistema.

Tabela 20: Estimativa de custo de implantação

PLANILHA ESTIMATIVA DE CUSTOS					
ITEM	MATERIAL	QTD.	UNID.	UNITÁRIO	P. TOTAL
1	Mão de Obra Técnica				89.000,00
1.1	Instalação Sistema VRV	50,00	dia	1.000,00	50.000,00
1.2	Instalação Elétrica	30,00	dia	300,00	9.000,00
1.3	Instalação Sistema Renovação de Ar	30,00	dia	1.000,00	30.000,00
2	Rede Frigorígena				42.890,24
2.1	Tubo de Cobre rígido - Ø 1/4" - parede 1/32"	9,98	kg	47,58	474,94
2.2	Tubo de Cobre rígido - Ø 3/8" - parede 1/32"	48,53	kg	47,58	2.309,32
2.3	Tubo de Cobre rígido - Ø 1/2" - parede 1/32"	82,85	kg	47,58	3.942,43
2.4	Tubo de Cobre rígido - Ø 5/8" - parede 1/16"	134,80	kg	48,56	6.546,34
2.5	Tubo de Cobre rígido - Ø 3/4" - parede 1/16"	63,33	kg	48,56	3.075,60
2.6	Tubo de Cobre rígido - Ø 7/8" - parede 1/16"	15,12	kg	48,57	734,42
2.7	Tubo de Cobre rígido - Ø 1.1/8" - parede 1/16"	302,45	kg	48,57	14.690,24
2.8	Tubo de Cobre rígido - Ø 1.1/4" - parede 1/16"	53,88	kg	48,57	2.616,95
2.9	Acessórios e insumos	1,00	vb	8.500,00	8.500,00
3	Rede de dutos				12.600,00
3.1	Chapa de Aço Galvanizada	800,00	kg	12,00	9.600,00
3.2	Acessórios para rede de dutos	1,00	vb	3.000,00	3.000,00
4	Elétrica e Comando				9.100,00
4.1	Quadro Elétrico - Sistema VRV	1,00	und	5.000,00	5.000,00
4.2	Quadro Elétrico - Sistema Renovação de ar	1,00	und	2.600,00	2.600,00
4.3	Acessórios diversos de elétrica	1,00	vb	1.500,00	1.500,00
5	Equipamentos				263.223,29
5.1	Sistema VRF - Equipamento LG - 84 HP	1,00	cj	252.000,00	252.000,00
5.2	Gabinete ventilação 1500 m³/h - 30mmCA -	1,00	und	3.200,00	3.200,00
5.3	Gabinete ventilação 7400 m³/h - 30mmCA -	1,00	und	5.647,00	5.647,00
5.4	Tomada de Ar Exterior mod. VDF - 397 x 497	1,00	und	365,70	365,70
5.5	Tomada de Ar Exterior mod. VDF - 1197 x 797	1,00	und	654,78	654,78
5.6	Grelha de insuflamento mod. VAT - 225 x 225 mm	2,00	und	154,22	308,44
5.7	Grelha de insuflamento mod. VAT - 425 x 325	1,00	und	187,45	187,45
5.8	Grelha de insuflamento mod. VAT - 425 x 425	4,00	und	214,98	859,92
Subtotal - Mão de Obra Técnica					89.000,00
Subtotal - Materiais					64.590,24
Subtotal Equipamentos					263.223,29
ESTIMATIVA DE CUSTO TOTAL					416.813,53

Capítulo 4

Considerações Finais

4.1 Conclusões

Após ampla análise dos sistemas mais utilizados neste tipo de aplicação, análise da demanda térmica do ambiente, optou-se pelo sistema do tipo VRV. Este apresenta amplas vantagens quando comparado aos demais. A instalação não possui grande área para instalação de sistema com expansão indireta. O sistema do tipo Split se mostrou inviável devido a grande quantidade de unidades condensadoras que deveriam ser instaladas. A indisponibilidade de área para instalação de casa de máquinas interna inviabilizou a instalação de sistemas do tipo Split e Self Contained. A grande gama de modelos de unidades evaporadoras disponíveis também forma de suma importância para o sucesso do sistema, tendo em vista que foram aplicadas evaporadoras do tipo cassete, teto aparente e parede.

Já o sistema de renovação de ar atendeu as expectativas de ocupar espaço reduzido no entreforço da instalação, além de promover a importante renovação de ar do recinto. Foi realizado o dimensionamento do sistema VRV e elaboração do sistema de renovação de ar, buscou-se realizar um correto dimensionamento especificando equipamentos com boa relação custo-benefício, com mínimas intervenções civis e estruturais.

Concluiu-se que o sistema proposto tem grande flexibilidade inclusive quanto a possíveis interferências que possam existir com outras instalações. Além disso, atende as demandas da edificação e a norma ABNT 16401 e as boas práticas de engenharia. No Apêndice B são apresentados os desenhos do projeto básico, incluindo plantas baixas e fluxograma frigorígeno e elétrico.

4.2 Recomendações para trabalhos futuros

Como sugestão para futuros trabalhos poderiam ser abordados temas como o sistema de exaustão de gordura para as cozinhas. Além do sistema de refrigeração para

armazenamento frigorífico, não abordados neste trabalho. Além disso, poderiam ser feitas análises do sistema proposto neste trabalho com outros tipos de sistemas aplicados a este tipo de edificação.

Poderiam ser abordados também um sistema de expansão indireta com condensação a água responsável por fornecer ar condicionado para toda a planta. Por fim um estudo de eficiência energética visando alterar características construtivas e arquitetônicas da construção buscando uma certificação energética.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma NBR 16401-1:2008: Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários – Parte 1: Projeto das Instalações. Rio de Janeiro, 2008.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma NBR 16401-2:2008: Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários – Parte 2: Parâmetros de Conforto Térmico. Rio de Janeiro, 2008.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma NBR 16401-3:2008: Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários – Parte 3: Qualidade do ar interior. Rio de Janeiro, 2008.

ALPINA. Torre de resfriamento série AP. Disponível em: <<http://www.alpinaequipamentos.com.br/produtos-alpina-equipamentos/>> Acessado em 03/08/2018.

AMBIENTE GELADO. Comportamento de fluidos refrigerantes em sistemas de refrigeração. Disponível em: <<http://www.ambientegelado.com.br/>> Acessado em 05/09/2018.

APEMA. Cascos e Tubos Linha CA Duplo Circuito. Disponível em: <<http://www.apema.com.br/produtos-detalhes/casco-e-tubos/>> Acessado em 02/09/2018.

ASHRAE - American Society of Heating and Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, Inc., Handbook – HVAC Applications. SI Edition, Atlanta, USA, 2011.

BERLINER LUFT. Catálogo Técnico Ventiladores e Exaustores. Disponível em: <<http://www.berlinerluft.com.br/?on=produtos&in=ventiladores-e-exaustores/>> Acessado em 28/09/2018.

CARRIER. Aquaforce 30XS – Instalação, Manutenção e operação. Disponível em: <<https://www.carriero brasil.com.br/modelo/downloads/meu-negocio/91/aquaforce-30xs/>> Acessado em 05/09/2018.

CEFET/RJ. Setor de engenharia e projetos de arquitetura. Plantas. Rio de Janeiro, 2018. Base de dados em Autocad.

ÇENGEL, Yunus A.; BOLES, Michael A. Termodinâmica. São Paulo: Mc Graw Hill, 2012.

CONSTRUINDODECOR. Como instalar o ar condicionado. Disponível em: <<http://construindodecor.com.br/como-instalar-o-ar-condicionado//>> Acessado em 05/09/2018.

CREDER, Hélio. Instalações de Ar Condicionado. LTC - Livros Técnicos e Científicos, 6º Edição, Rio de Janeiro, 2004.

DAIKIN. Sistema VRV Inova. Disponível em: <<https://www.daikin.com.br/produto/vrv-inova/>> Acessado em 05/09/2018.

DOS SANTOS, Guilherme Silveira. Estudo de redes de distribuição de ar para garantia da qualidade do ar interno. USP, São Paulo, 2006.

FOX, Robert W.; MCDONALD, Alan T. Introdução a Mecânica dos Fluidos. 5ª edição. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2001.

INCROPERA, Frank P; DEWITT, David P; BERGMAN, Theodore L; LAVINE, Adrienne S. Fundamentos de transferência de calor e de massa. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

LG ELECTRONICS do Brasil Catálogos Engenharia. MultiV 5 VRV. Acessado em: <<https://www.lg.com/br/>>. Acessado em 05/10/2018.

MACINTYRE, Archibald Joseph. Ventilação Industrial e Controle de Poluição. 2ª edição. Rio de Janeiro: Editora LTC, 1990.

POWERMATIC. Dutos TDC para ar condicionado central. Disponível em: <<http://powermatic.com.br/dutos-tdc/>> Acessado em 28/09/2018.

REFRINGER. Compressores Parafuso. Disponível em: <<http://www.refringer.com.br/compressor-parafuso.php/>> Acessado em 01/09/2018.

SAMSUNG. Compressores Scroll. Disponível em: < <http://www.samsung.com/br/air-conditioners///>> Acessado em 05/09/2018.

SERRAF. Linha aletados. Disponível em: < <http://www.serraff.com.br/>> Acessado em 05/09/2018.

TROCALOR. Sistemas de água gelada. Acessado em: <<http://www.trocalor.com.br/downloads.php/>>. Acessado em 05/10/2018.

TROX do Brasil Catálogos Técnicos. Difusores e Grelhas. Acessado em:
<<http://www.troxbrasil.com.br/>>. Acessado em 05/10/2018.

APÊNDICE A: Principais memórias de cálculo de carga térmica

Dados Entrada

Space Input Data		11/13/2018 09:29
Projeto Final CEFET/RJ		

1º Pavimento- Refeitório

1. General Details:

Floor Area 67,4 m²
 Avg. Ceiling Height 2,8 m
 Building Weight 341,8 kg/m²

1.1. OA Ventilation Requirements:

Space Usage User-Defined
 OA Requirement 1 1575,0 L/s
 OA Requirement 2 0,00 L/(s-m²)
 Space Usage Defaults . ASHRAE Standard 62.1-2007

2. Internals:

2.1. Overhead Lighting:

Fixture Type Free Hanging
 Wattage 13,00 W/m²
 Ballast Multiplier 1,00
 Schedule 11h as 21h - Equipa

2.2. Task Lighting:

Wattage 0,00 W/m²
 Schedule None

2.3. Electrical Equipment:

Wattage 0,00 W/m²
 Schedule 11h as 21h - Equipa

2.4. People:

Occupancy 222,0 People
 Activity Level User defined
 Sensible 80,0 W/person
 Latent 80,0 W/person
 Schedule 11h as 21h - Pessoas

2.5. Miscellaneous Loads:

Sensible 1050 W
 Schedule 11h as 21h - Equipa
 Latent 0 W
 Schedule None

3. Walls, Windows, Doors:

Exp.	Wall Gross Area (m ²)	Window 1 Qty.	Window 2 Qty.	Door 1 Qty.
NW	58,8	21	0	0
SE	32,8	12	0	0
SW	27,6	10	0	0

3.1. Construction Types for Exposure NW

Wall Type parede externa 25 cm
 1st Window Type Vidro externa

3.2. Construction Types for Exposure SE

Wall Type parede externa 25 cm
 1st Window Type Vidro externa

3.3. Construction Types for Exposure SW

Wall Type parede externa 25 cm
 1st Window Type Vidro externa

4. Roofs, Skylights:

Exp.	Roof Gross Area (m ²)	Roof Slope (deg.)	Skylight Qty.
H	67,4	0	0

4.1. Construction Types for Exposure H

Roof Type Laje Teto

5. Infiltration:

Design Cooling 0,00 L/s
 Design Heating 0,00 L/s
 Energy Analysis 0,00 L/s
 Infiltration occurs only when the fan is off.

6. Floors:

Type Floor Above Conditioned Space
 (No additional input required for this floor type).

7. Partitions:

(No partition data).

Space Input Data

Projeto Final
CEFET/RJ11/13/2018
09:29

Térreo - Calxa/Hall

1. General Details:

Floor Area 63,6 m²
 Avg. Ceiling Height 6,8 m
 Building Weight 341,8 kg/m²

1.1. OA Ventilation Requirements:

Space Usage User-Defined
 OA Requirement 1 346,0 L/s
 OA Requirement 2 0,00 L/(s-m²)
 Space Usage Defaults . ASHRAE Standard 62.1-2007

2. Internals:

2.1. Overhead Lighting:

Fixture Type Free Hanging
 Wattage 13,00 W/m²
 Ballast Multiplier 1,00
 Schedule 11h as 21h - Equip

2.2. Task Lighting:

Wattage 0,00 W/m²
 Schedule None

2.3. Electrical Equipment:

Wattage 0,00 W/m²
 Schedule 11h as 21h - Equip

2.4. People:

Occupancy 45,0 People
 Activity Level User defined
 Sensible 75,0 W/person
 Latent 70,0 W/person
 Schedule 11h as 21h - Pessoas

2.5. Miscellaneous Loads:

Sensible 48 W
 Schedule 11h as 21h - Equip
 Latent 0 W
 Schedule None

3. Walls, Windows, Doors:

Exp.	Wall Gross Area (m ²)	Window 1 Qty.	Window 2 Qty.	Door 1 Qty.
NW	27,2	4	0	0
SE	27,2	4	0	0
NE	65,3	51	0	0

3.1. Construction Types for Exposure NW

Wall Type parede externa 25 cm
 1st Window Type Vidro externa

3.2. Construction Types for Exposure SE

Wall Type parede externa 25 cm
 1st Window Type Vidro externa

3.3. Construction Types for Exposure NE

Wall Type parede externa 25 cm
 1st Window Type Vidro externa

4. Roofs, Skylights:

(No Roof or Skylight data).

5. Infiltration:

Design Cooling 0,00 L/s
 Design Heating 0,00 L/s
 Energy Analysis 0,00 L/s
 Infiltration occurs only when the fan is off.

6. Floors:

Type Floor Above Conditioned Space
 (No additional input required for this floor type).

7. Partitions:

(No partition data).

Space Input Data	
Projeto Final CEFET/RJ	11/13/2018 09:29

Térreo - Chefia

1. General Details:

Floor Area 7,1 m²
 Avg. Ceiling Height 2,8 m
 Building Weight 341,8 kg/m²

1.1. OA Ventilation Requirements:

Space Usage User-Defined
 OA Requirement 1 7,6 L/s/person
 OA Requirement 2 0,00 L/(s-m²)
 Space Usage Defaults . ASHRAE Standard 62.1-2007

2. Internals:

2.1. Overhead Lighting:

Fixture Type Free Hanging
 Wattage 16,00 W/m²
 Ballast Multiplier 1,00
 Schedule 11h as 21h - Equipa

2.2. Task Lighting:

Wattage 0,00 W/m²
 Schedule None

2.3. Electrical Equipment:

Wattage 0,00 W/m²
 Schedule 11h as 21h - Equipa

2.4. People:

Occupancy 1,0 Person
 Activity Level User defined
 Sensible 70,0 W/person
 Latent 45,0 W/person
 Schedule 11h as 21h - Pessoas

2.5. Miscellaneous Loads:

Sensible 240 W
 Schedule 11h as 21h - Equipa
 Latent 0 W
 Schedule None

3. Walls, Windows, Doors:

Exp.	Wall Gross Area (m ²)	Window 1 Qty.	Window 2 Qty.	Door 1 Qty.
SE	4,9	2	0	0

3.1. Construction Types for Exposure SE

Wall Type parede externa 25 cm
 1st Window Type Vidro externa

4. Roofs, Skylights:

(No Roof or Skylight data).

5. Infiltration:

Design Cooling 0,00 L/s
 Design Heating 0,00 L/s
 Energy Analysis 0,00 L/s
 Infiltration occurs only when the fan is off.

6. Floors:

Type Floor Above Conditioned Space
 (No additional input required for this floor type).

7. Partitions:

(No partition data).

Space Input Data	
Projeto Final CEFET/RJ	11/13/2018 09:29

Térreo - Nutricionista

1. General Details:

Floor Area 7,1 m²
 Avg. Ceiling Height 2,8 m
 Building Weight 341,8 kg/m²

1.1. OA Ventilation Requirements:

Space Usage User-Defined
 OA Requirement 1 7,6 L/s/person
 OA Requirement 2 0,00 L/(s-m²)
 Space Usage Defaults . ASHRAE Standard 62.1-2007

2. Internals:

2.1. Overhead Lighting:

Fixture Type Free Hanging
 Wattage 16,00 W/m²
 Ballast Multiplier 1,00
 Schedule 11h as 21h - Equipa

2.2. Task Lighting:

Wattage 0,00 W/m²
 Schedule None

2.3. Electrical Equipment:

Wattage 0,00 W/m²
 Schedule 11h as 21h - Equipa

3. Walls, Windows, Doors:

Exp.	Wall Gross Area (m ²)	Window 1 Qty.	Window 2 Qty.	Door 1 Qty.
SE	4,9	2	0	0

3.1. Construction Types for Exposure SE

Wall Type parede externa 25 cm
 1st Window Type Vidro externa

4. Roofs, Skylights:

(No Roof or Skylight data).

5. Infiltration:

Design Cooling 0,00 L/s
 Design Heating 0,00 L/s
 Energy Analysis 0,00 L/s
 Infiltration occurs only when the fan is off.

6. Floors:

Type Floor Above Conditioned Space
 (No additional input required for this floor type).

7. Partitions:

(No partition data).

2.4. People:

Occupancy 1,0 Person
 Activity Level User defined
 Sensible 70,0 W/person
 Latent 45,0 W/person
 Schedule 11h as 21h - Pessoas

2.5. Miscellaneous Loads:

Sensible 240 W
 Schedule 11h as 21h - Equipa
 Latent 0 W
 Schedule None

Space Input Data	
Projeto Final CEFET/RJ	11/13/2018 09:29

Térreo - Refeitório

1. General Details:

Floor Area 67,4 m²
 Avg. Ceiling Height 2,8 m
 Building Weight 341,8 kg/m²

1.1. OA Ventilation Requirements:

Space Usage User-Defined
 OA Requirement 1 367,0 L/s
 OA Requirement 2 0,00 L/(s-m²)
 Space Usage Defaults . ASHRAE Standard 62.1-2007

2. Internals:

2.1. Overhead Lighting:

Fixture Type Free Hanging
 Wattage 13,00 W/m²
 Ballast Multiplier 1,00
 Schedule 11h as 21h - Equipa

2.2. Task Lighting:

Wattage 0,00 W/m²
 Schedule None

2.3. Electrical Equipment:

Wattage 0,00 W/m²
 Schedule 11h as 21h - Equipa

2.4. People:

Occupancy 48,0 People
 Activity Level User defined
 Sensible 80,0 W/person
 Latent 80,0 W/person
 Schedule 11h as 21h - Pessoas

2.5. Miscellaneous Loads:

Sensible 850 W
 Schedule 11h as 21h - Equipa
 Latent 0 W
 Schedule None

3. Walls, Windows, Doors:

Exp.	Wall Gross Area (m ²)	Window 1 Qty.	Window 2 Qty.	Door 1 Qty.
NW	19,6	7	0	0
SE	19,6	7	0	0

3.1. Construction Types for Exposure NW

Wall Type parede externa 25 cm
 1st Window Type Vidro externa

3.2. Construction Types for Exposure SE

Wall Type parede externa 25 cm
 1st Window Type Vidro externa

4. Roofs, Skylights:

(No Roof or Skylight data).

5. Infiltration:

Design Cooling 0,00 L/s
 Design Heating 0,00 L/s
 Energy Analysis 0,00 L/s
 Infiltration occurs only when the fan is off.

6. Floors:

Type Floor Above Conditioned Space
 (No additional input required for this floor type).

7. Partitions:

(No partition data).

Resultados

Air System Sizing Summary for Sistema VRF		11/14/2018 12:23
Project Name: Projeto Final		
Prepared by: CEFET/RJ		

Air System Information

Air System Name **Sistema VRF**
 Equipment Class **TERM**
 Air System Type **VRF**

Number of zones **5**
 Floor Area **212,6** m²
 Location **Rio de Janeiro, Brazil**

Sizing Calculation Information

Calculation Months **Jan to Dec**
 Sizing Data **Calculated**

Zone L/s Sizing **Sum of space airflow rates**
 Space L/s Sizing **Individual peak space loads**

Ventilation Fan Sizing Data

Actual max L/s **2303** L/s
 Standard L/s **2302** L/s
 Actual max L/(s-m²) **10,83** L/(s-m²)

Fan motor BHP **0,00** BHP
 Fan motor kW **0,00** kW
 Fan static **0** Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s **2303** L/s
 L/(s-m²) **10,83** L/(s-m²)

L/s/person **7,27** L/s/person

Zone Sizing Summary for Sistema VRF

Project Name: Projeto Final
Prepared by: CEFET/RJ

11/14/2018
12:23

Air System Information

Air System Name Sistema VRF
Equipment Class TERM
Air System Type VRF

Number of zones 5
Floor Area 212,6 m²
Location Rio de Janeiro, Brazil

Sizing Calculation Information

Calculation Months Jan to Dec
Sizing Data Calculated

Zone L/s Sizing Sum of space airflow rates
Space L/s Sizing Individual peak space loads

Zone Sizing Data

Zone Name	Maximum Cooling Sensible (kW)	Design Airflow (L/s)	Minimum Airflow (L/s)	Time of Peak Load	Maximum Heating Load (kW)	Zone Floor Area (m ²)	Zone L/(s-m ²)
Térreo - Refeitório	8,3	724	724	Feb 1500	0,8	67,4	10,74
Térreo - Caixa/Hall	19,7	1709	1709	Apr 1100	2,9	63,6	26,86
Térreo - Chefia	1,0	83	83	Dec 1400	0,1	7,1	11,62
Térreo - Nutricionista	1,0	83	83	Dec 1400	0,1	7,1	11,62
1º Paviment - Refeitório	28,3	2457	2457	Jan 1500	3,0	67,4	36,46

Terminal Unit Sizing Data - Cooling

Zone Name	Total Coil Load (kW)	Sens Coil Load (kW)	Coil Entering DB / WB (°C)	Coil Leaving DB / WB (°C)	Water Flow @ 5,6 °K (L/s)	Time of Peak Load
Térreo - Refeitório	26,9	16,0	32,7 / 23,7	14,4 / 13,8	-	Jan 1500
Térreo - Caixa/Hall	41,2	26,6	28,3 / 20,6	14,4 / 13,8	-	Feb 1400
Térreo - Chefia	2,2	1,3	28,0 / 21,5	14,4 / 13,9	-	Dec 1300
Térreo - Nutricionista	2,2	1,3	28,0 / 21,5	14,4 / 13,9	-	Dec 1300
1º Paviment - Refeitório	92,0	58,2	34,1 / 23,6	14,4 / 13,6	-	Jan 1500

Terminal Unit Sizing Data - Heating, Fan, Ventilation

Zone Name	Heating Coil Load (kW)	Heating Coil EntLvg DB (°C)	Htg Coil Water Flow @11,1 °K (L/s)	Fan Design Airflow (L/s)	Fan Motor (BHP)	Fan Motor (kW)	OA Vent Design Airflow (L/s)
Térreo - Refeitório	3,7	18,0 / 22,2	-	724	0,000	0,000	367
Térreo - Caixa/Hall	5,5	19,8 / 22,5	-	1709	0,000	0,000	346
Térreo - Chefia	0,2	20,4 / 21,9	-	83	0,000	0,000	8
Térreo - Nutricionista	0,2	20,4 / 21,9	-	83	0,000	0,000	8
1º Paviment - Refeitório	14,8	17,2 / 22,2	-	2457	0,000	0,000	1575

Space Loads and Airflows

Zone Name / Space Name	Mult.	Cooling Sensible (kW)	Time of Load	Air Flow (L/s)	Heating Load (kW)	Floor Area (m ²)	Space L/(s-m ²)
Térreo - Refeitório							
Térreo - Refeitório	1	8,3	Feb 1500	724	0,8	67,4	10,74
Térreo - Caixa/Hall							
Térreo - Caixa/Hall	1	19,7	Apr 1100	1709	2,9	63,6	26,86
Térreo - Chefia							
Térreo - Chefia	1	1,0	Dec 1400	83	0,1	7,1	11,62
Térreo - Nutricionista							
Térreo - Nutricionista	1	1,0	Dec 1400	83	0,1	7,1	11,62
1º Paviment - Refeitório							
1º Pavimento- Refeitório	1	28,3	Jan 1500	2457	3,0	67,4	36,46

Air System Design Load Summary for Sistema VRF

Project Name: Projeto Final
Prepared by: CEFET/RJ

11/14/2018
12:23

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Feb 1500			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 38,9 °C / 26,1 °C			HEATING OA DB / WB 15,0 °C / 9,7 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	120 m²	20656	-	120 m²	-	-
Wall Transmission	168 m²	3754	-	168 m²	1939	-
Roof Transmission	67 m²	1456	-	67 m²	439	-
Window Transmission	120 m²	9703	-	120 m²	4573	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	2806 W	2416	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	317	16519	24840	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	2428	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	56932	24840	-	6951	0
Zone Conditioning	-	67802	24840	-	7173	0
Plenum Wall Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	0	-	0	0	-
Exhaust Fan Load	2303 L/s	0	-	2303 L/s	0	-
Ventilation Load	2303 L/s	37056	34254	2303 L/s	17072	0
Ventilation Fan Load	2303 L/s	0	-	2303 L/s	0	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
>> Total System Loads	-	104859	59094	-	24245	0
Terminal Unit Cooling	-	104859	59079	-	0	0
Terminal Unit Heating	-	0	-	-	24240	-
>> Total Conditioning	-	104859	59079	-	24240	0
Key:	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

Zone Design Load Summary for Sistema VRF

Project Name: Projeto Final
Prepared by: CEFET/RJ

11/14/2018
12:23

Térreo - Refeitório	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Feb 1500			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 38,9 °C / 26,1 °C			HEATING OA DB / WB 15,0 °C / 9,7 °C		
	OCCUPIED T-STAT 24,0 °C			OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	14 m²	2517	-	14 m²	-	-
Wall Transmission	25 m²	565	-	25 m²	291	-
Roof Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Window Transmission	14 m²	1132	-	14 m²	533	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	876 W	754	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	48	2526	3840	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	850	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	8344	3840	-	824	0

Térreo - Caixa/Hall	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Apr 1100			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 32,5 °C / 23,9 °C			HEATING OA DB / WB 15,0 °C / 9,7 °C		
	OCCUPIED T-STAT 24,0 °C			OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	59 m²	13818	-	59 m²	-	-
Wall Transmission	61 m²	915	-	61 m²	701	-
Roof Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Window Transmission	59 m²	2756	-	59 m²	2248	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	827 W	676	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	32	1483	2237	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	48	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	19695	2237	-	2949	0

Zone Design Load Summary for Sistema VRF

Project Name: Projeto Final
Prepared by: CEFET/RJ

11/14/2018
12:23

Térreo - Cheffa	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Dec 1400			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 38,0 °C / 26,0 °C			HEATING OA DB / WB 15,0 °C / 9,7 °C		
	OCCUPIED T-STAT 24,0 °C			OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	2 m²	346	-	2 m²	-	-
Wall Transmission	3 m²	73	-	3 m²	33	-
Roof Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Window Transmission	2 m²	150	-	2 m²	76	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	114 W	97	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	1	44	45	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	240	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	951	45	-	110	0

Térreo - Nutricionista	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Dec 1400			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 38,0 °C / 26,0 °C			HEATING OA DB / WB 15,0 °C / 9,7 °C		
	OCCUPIED T-STAT 24,0 °C			OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	2 m²	346	-	2 m²	-	-
Wall Transmission	3 m²	73	-	3 m²	33	-
Roof Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Window Transmission	2 m²	150	-	2 m²	76	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	114 W	97	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	1	44	45	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	240	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	951	45	-	110	0

Zone Design Load Summary for Sistema VRF	11/14/2018 12:23
Project Name: Projeto Final	
Prepared by: CEFET/RJ	

1º Paviment - Refeitório	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jan 1500			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 38,9 °C / 26,1 °C			HEATING OA DB / WB 15,0 °C / 9,7 °C		
	OCCUPIED T-STAT 24,0 °C			OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	43 m²	8145	-	43 m²	-	-
Wall Transmission	76 m²	1687	-	76 m²	880	-
Roof Transmission	67 m²	1532	-	67 m²	439	-
Window Transmission	43 m²	3477	-	43 m²	1639	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	876 W	754	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	222	11681	17760	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	1050	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	28326	17760	-	2958	0

Space Design Load Summary for Sistema VRF

Project Name: Projeto Final
Prepared by: CEFET/RJ

11/14/2018
12:23

TABLE 1.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE "Térreo - Refeitório" IN ZONE "Térreo - Refeitório"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Feb 1500			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 38,9 °C / 26,1 °C			HEATING OA DB / WB 15,0 °C / 9,7 °C		
OCCUPIED T-STAT 24,0 °C			OCCUPIED T-STAT 21,1 °C			
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	14 m ²	2517	-	14 m ²	-	-
Wall Transmission	25 m ²	565	-	25 m ²	291	-
Roof Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Window Transmission	14 m ²	1132	-	14 m ²	533	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Partitions	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Ceiling	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Overhead Lighting	876 W	754	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	48	2526	3840	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	850	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	8344	3840	-	824	0

TABLE 1.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE "Térreo - Refeitório" IN ZONE "Térreo - Refeitório"						
	Area (m ²)	U-Value (W/(m ² ·K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)
NW EXPOSURE						
WALL	13	1,890	-	264	-	145
WINDOW 1	7	6,235	0,963	566	1617	267
SE EXPOSURE						
WALL	13	1,890	-	301	-	145
WINDOW 1	7	6,235	0,963	566	900	267

Space Design Load Summary for Sistema VRF

Project Name: Projeto Final
Prepared by: CEFET/RJ

11/14/2018
12:23

TABLE 2.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE "Térreo - Caixa/Hall" IN ZONE "Térreo - Caixa/Hall"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Apr 1100			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 32,5 °C / 23,9 °C			HEATING OA DB / WB 15,0 °C / 9,7 °C		
OCCUPIED T-STAT 24,0 °C			OCCUPIED T-STAT 21,1 °C			
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	59 m ²	13818	-	59 m ²	-	-
Wall Transmission	61 m ²	915	-	61 m ²	701	-
Roof Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Window Transmission	59 m ²	2756	-	59 m ²	2248	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Partitions	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Ceiling	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Overhead Lighting	827 W	676	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	32	1483	2237	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	48	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads		19695	2237		2949	0

TABLE 2.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE "Térreo - Caixa/Hall" IN ZONE "Térreo - Caixa/Hall"						
	Area	U-Value	Shade	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
	(m ²)	(W/(m ² ·K))	Coeff.	(W)	(W)	(W)
NW EXPOSURE						
WALL	23	1,890	-	367	-	268
WINDOW 1	4	6,235	0,963	187	544	152
SE EXPOSURE						
WALL	23	1,890	-	299	-	268
WINDOW 1	4	6,235	0,963	187	241	152
NE EXPOSURE						
WALL	14	1,890	-	249	-	165
WINDOW 1	51	6,235	0,963	2382	13033	1943

Space Design Load Summary for Sistema VRF

Project Name: Projeto Final
Prepared by: CEFET/RJ

11/14/2018
12:23

TABLE 3.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE "Térreo - Chefia" IN ZONE "Térreo - Chefia"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
		COOLING DATA AT Dec 1400		HEATING DATA AT DES HTG		
		COOLING OA DB / WB 38,0 °C / 26,0 °C		HEATING OA DB / WB 15,0 °C / 9,7 °C		
		OCCUPIED T-STAT 24,0 °C		OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	2 m²	346	-	2 m²	-	-
Wall Transmission	3 m²	73	-	3 m²	33	-
Roof Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Window Transmission	2 m²	150	-	2 m²	76	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	114 W	97	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	1	44	45	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	240	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	951	45	-	110	0

TABLE 3.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE "Térreo - Chefia" IN ZONE "Térreo - Chefia"						
	Area (m²)	U-Value (W/(m²·K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
SE EXPOSURE						
WALL	3	1,890	-	73	-	33
WINDOW 1	2	6,235	0,963	150	346	76

Space Design Load Summary for Sistema VRF

Project Name: Projeto Final
Prepared by: CEFET/RJ

11/14/2018
12:23

TABLE 4.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE "Térreo - Nutricionista" IN ZONE "Térreo - Nutricionista"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Dec 1400 COOLING OA DB / WB 38,0 °C / 26,0 °C OCCUPIED T-STAT 24,0 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 15,0 °C / 9,7 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
		Sensible (W)	Latent (W)		Sensible (W)	Latent (W)
SPACE LOADS	Details			Details		
Window & Skylight Solar Loads	2 m ²	346	-	2 m ²	-	-
Wall Transmission	3 m ²	73	-	3 m ²	33	-
Roof Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Window Transmission	2 m ²	150	-	2 m ²	76	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Partitions	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Ceiling	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Overhead Lighting	114 W	97	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	1	44	45	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	240	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads		951	45		110	0

TABLE 4.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE "Térreo - Nutricionista" IN ZONE "Térreo - Nutricionista"						
	Area (m ²)	U-Value (W/(m ² -K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
SE EXPOSURE						
WALL	3	1,890	-	73	-	33
WINDOW 1	2	6,235	0,963	150	346	76

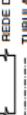
Space Design Load Summary for Sistema VRF		11/14/2018 12:23
Project Name: Projeto Final		
Prepared by: CEFET/RJ		

TABLE 5.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " 1º Pavimento- Refeitório " IN ZONE " 1º Paviment - Refeitório "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jan 1500 COOLING OA DB / WB 38,9 °C / 26,1 °C OCCUPIED T-STAT 24,0 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 15,0 °C / 9,7 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
SPACE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	43 m²	8145	-	43 m²	-	-
Wall Transmission	76 m²	1687	-	76 m²	880	-
Roof Transmission	67 m²	1532	-	67 m²	439	-
Window Transmission	43 m²	3477	-	43 m²	1639	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	876 W	754	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	222	11681	17760	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	1050	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads		28326	17760		2958	0

TABLE 5.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " 1º Pavimento- Refeitório " IN ZONE " 1º Paviment - Refeitório "						
	Area (m²)	U-Value (W/(m²·°K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
NW EXPOSURE						
WALL	38	1,890	-	773	-	436
WINDOW 1	21	6,235	0,963	1698	4022	800
SE EXPOSURE						
WALL	21	1,890	-	546	-	240
WINDOW 1	12	6,235	0,963	970	1896	457
SW EXPOSURE						
WALL	18	1,890	-	368	-	203
WINDOW 1	10	6,235	0,963	809	2227	381
H EXPOSURE						
ROOF	67	1,066	-	1532	-	439

APÊNDICE B: Projeto Básico

LEGENDA:

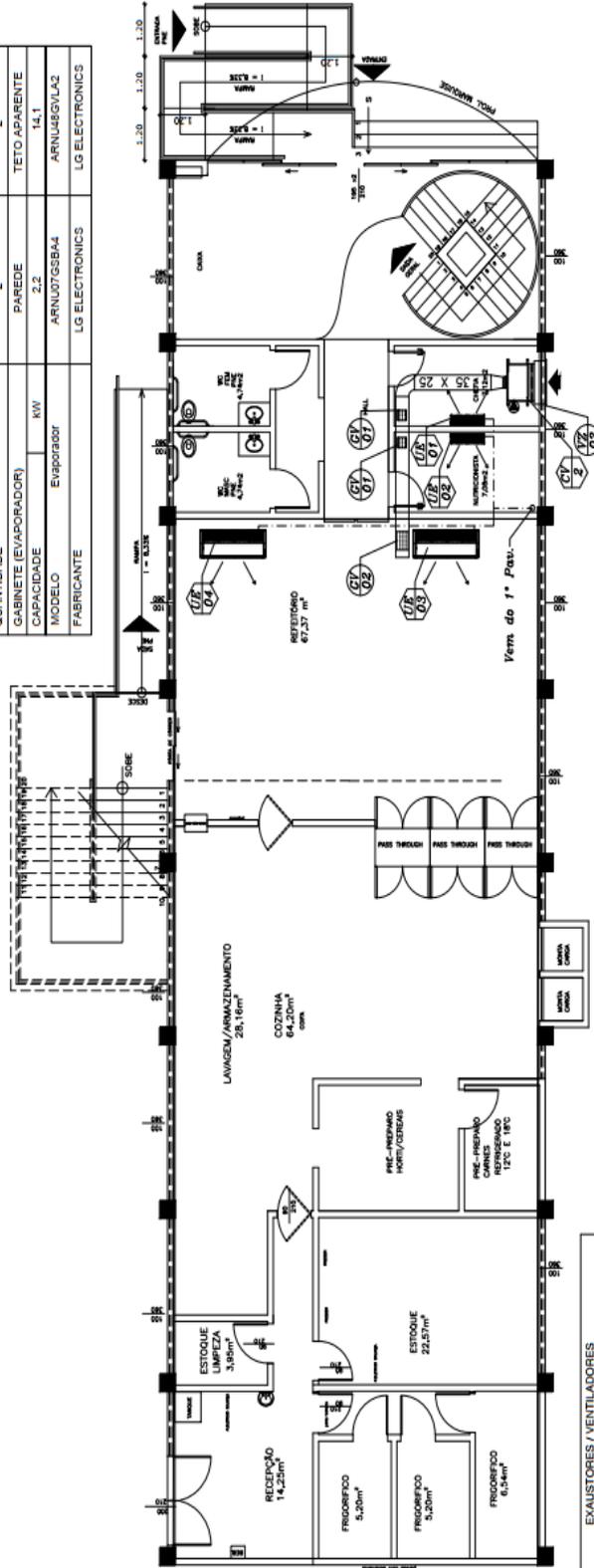
-  NOMENCLATURA DO EQUIPAMENTO
-  NUMERO DO EQUIPAMENTO
-  NOMENCLATURA DO COMPONENTE DO SISTEMA
-  NUMERO DO ITEM
-  AR EXTERIOR
-  INSULAMENTO DE AR
-  PONTO DE FORÇA TRIFÁSICO COM DISJUNTOR 220V / 3P-T-N / 60 Hz
-  REDE DE DUTOS EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO - VENTILAÇÃO OU AR EXTERNO
-  TUBULAÇÃO DE GÁS REFRIGERANTE

LISTA DE MATERIAIS

ITEM	DIMENSÃO	QUANT.	DESCRIÇÃO
GV-01	225x225mm	02	GRELHA DE VENTILAÇÃO COM REGISTRO MODELO: VAT-DG - FABRICANTE: TROX
GV-02	425x325mm	01	GRELHA DE VENTILAÇÃO COM REGISTRO MODELO: VAT-DG - FABRICANTE: TROX
VZ-02	397x497mm	01	TOMADA DE AR EXTERIOR MODELO: VDF - FABRICANTE: TROX

UNIDADES CONDICIONADORAS DE AR

EQUIPAMENTO	EVAPORADOR VRF	EVAPORADOR VRF
	UF-01 E UF-02	UF-03 A UF-04
AMBIENTE	CHEFIA - NUTRIÇÃO	TERREO - REFETORIO
QUANTIDADE	2	2
GABINETE (EVAPORADOR)	PAREDE	TETO APARENTE
CAPACIDADE	2,2	14,1
MODELO	ARNU0765B4	ARNU86SVL42
FABRICANTE	LG ELECTRONICS	LG ELECTRONICS



EXAUSTORES / VENTILADORES

EQUIPAMENTO	CAIXA VENTILADORA
ITEM	CV-2
LOCAL	AR EXTERNO
QUANTIDADE	01
VAZÃO DE AR	1500
PRES. ESTAT. EXTERNA	mmCA
MOTOR	0,37 kW
MODELO	BBS 180
FABRICANTE	BERLINER LUFT

CEFET/RJ

Projeto Ar Condicionado - Restaurante Universitário

TÍTULO: Planta Baixa-LAYOUT

LOCALIDADE: TERREO

DATA: NOVEMBRO/2018

ESCALA: 1:75

NOME DO PROJETO: 033333

AUTOR: []

REVISOR: []

NÚMERO: 01

LEGENDA:

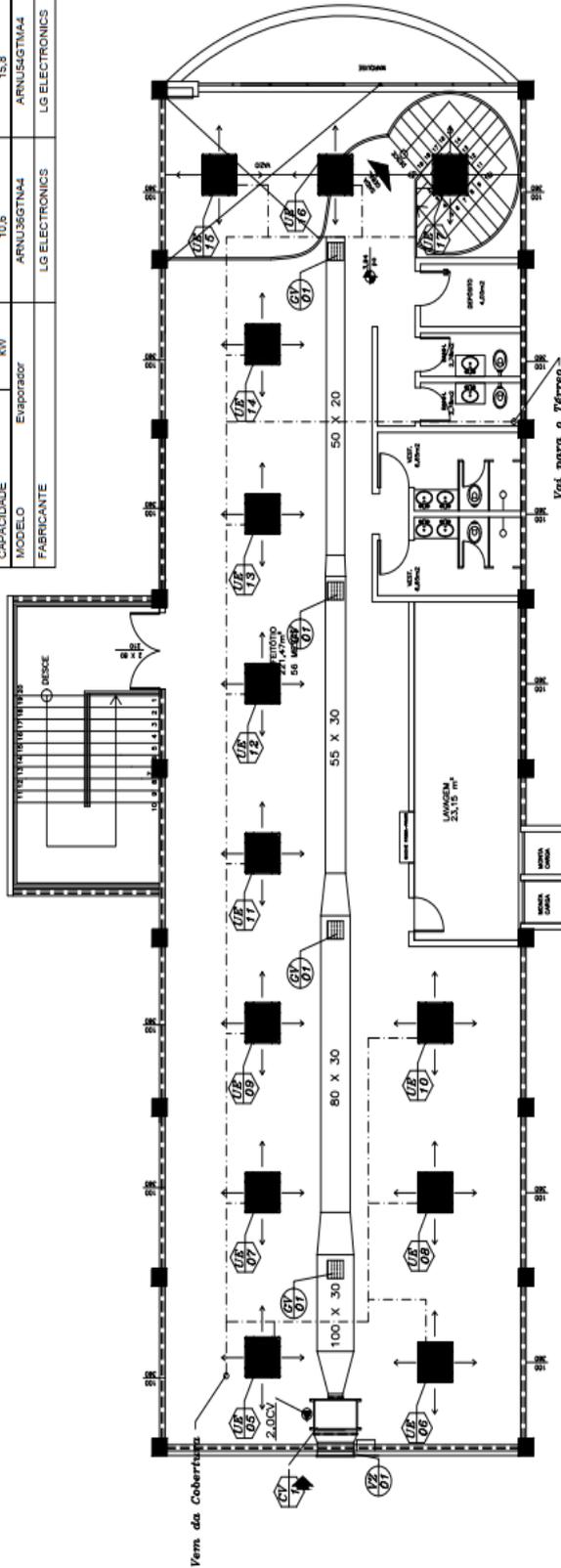
-  NOMENCLATURA DO EQUIPAMENTO
-  NÚMERO DO EQUIPAMENTO
-  NOMENCLATURA DO COMPONENTE DO SISTEMA
-  NÚMERO DO ITEM
-  AR EXTERIOR
-  INSUFILAMENTO DE AR
-  PONTO DE FORÇA TRIFÁSICO COM DISJUNTOR 220V / 3F-T-N / 60 HZ
-  REDE DE DUTOS EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO - VENTILAÇÃO OU AR EXTERNO
-  TUBULAÇÃO DE GÁS REFRIGERANTE

LISTA DE MATERIAS

ITEM	DIMENSÃO	QUANT.	DESCRIÇÃO
GV-01	425x425mm	04	GRELHA DE VENTILAÇÃO COM REGISTRO MODELO: VAT-06 - FABRICANTE: TROX
VZ-01	1197x797mm	01	TOMADA DE AR EXTERIOR MODELO: VDF - FABRICANTE: TROX

UNIDADES CONDICIONADORAS DE AR

EQUIPAMENTO	EVAPORADOR VRF	EVAPORADOR VRF
AMBIENTE	UR-05 A UR-14	UR-15 A UR-17
QUANTIDADE	10	3
CABINETE (EVAPORADOR)	1º PAV - REFEITÓRIO	CAIXA / HALL
CAPACIDADE	KV	CASSETE
MODELO	ARNU36GTNA4	ARNU34GTNA4
FABRICANTE	LG ELECTRONICS	LG ELECTRONICS



EXAUSTORES / VENTILADORES

EQUIPAMENTO	CAIXA VENTILADORA
ITEM	CV--7
LOCAL	AR EXTERNO
QUANTIDADE	01
VAZÃO DE AR	7400
PRES. ESTAT. EXTERNA	mmCA
MOTOR	1,5 KW
MODELO	BES 400
FABRICANTE	BERLINER LUFT

CEFET/RJ

Nome do Projeto: Projeto Ar Condicionado - Restaurante Universitário

Título: Planta Baixa-LAYOUT

Data: 17/11/2018

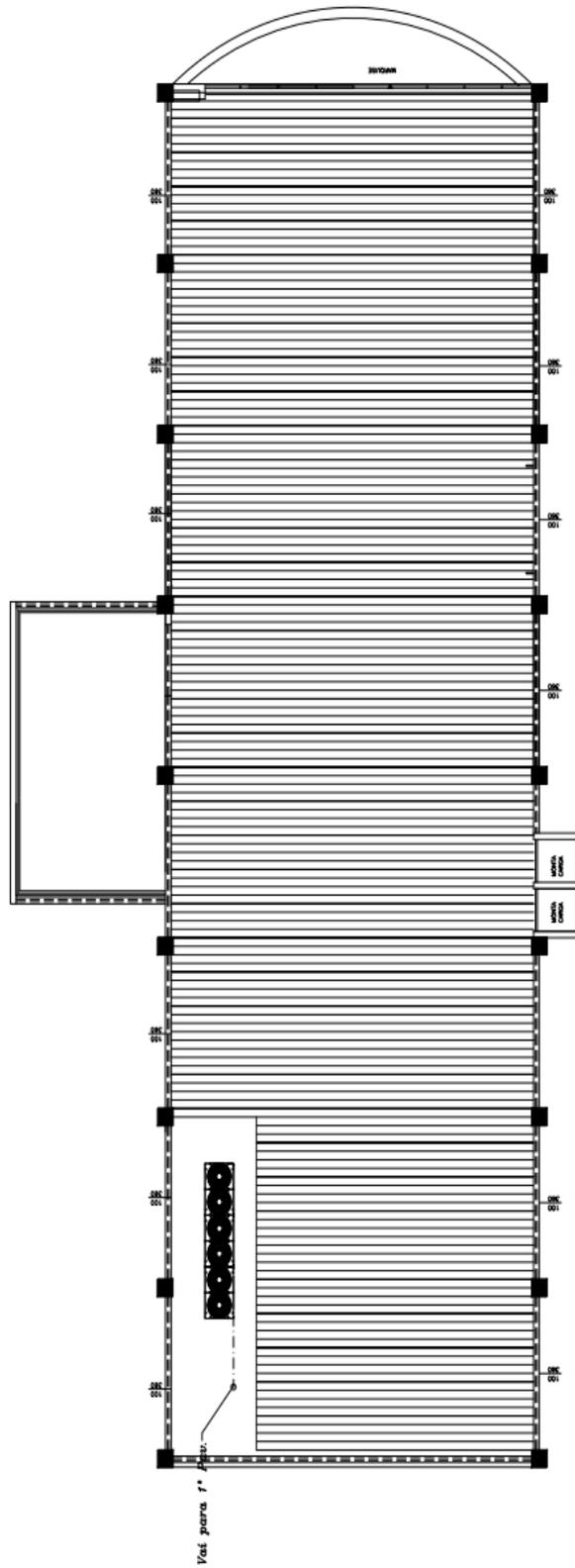
Autores: Douglas

Revistas: 02

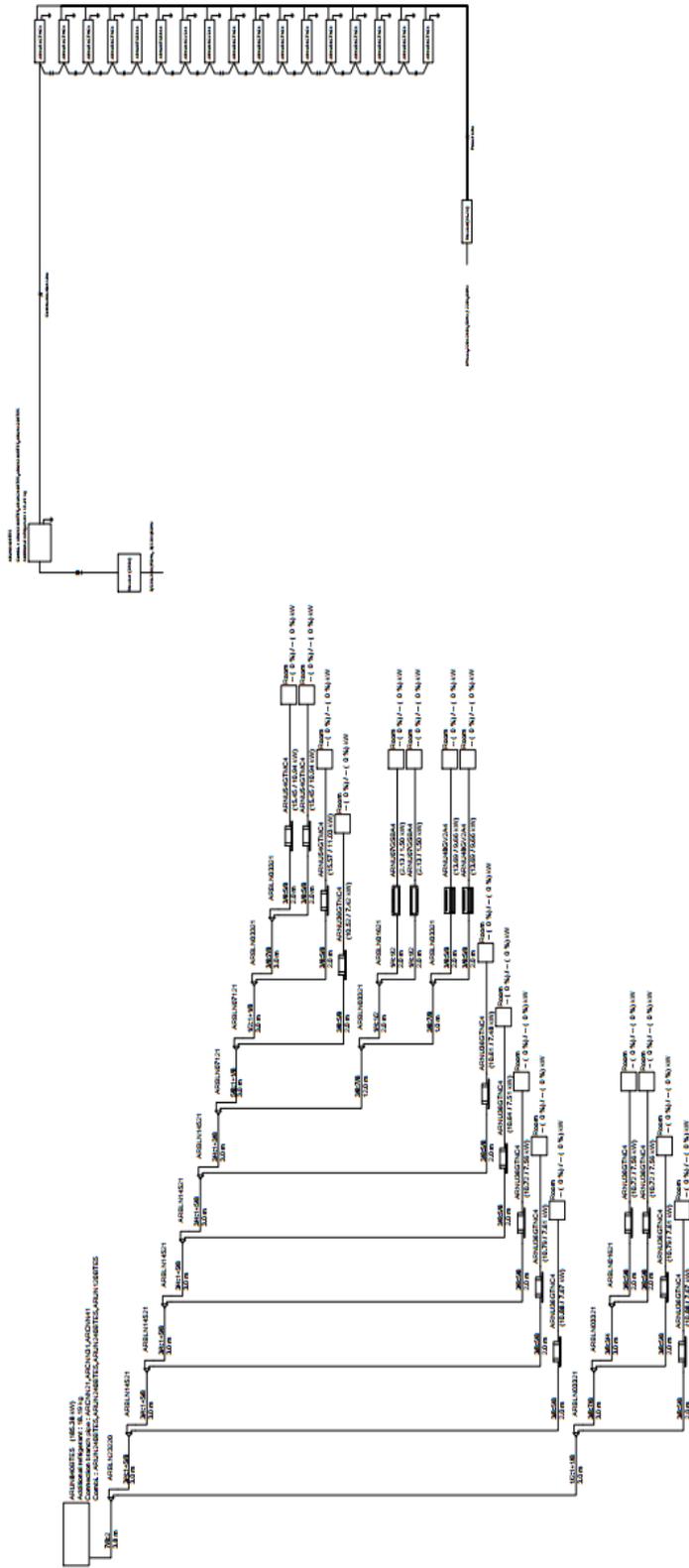
LEGENDA:

- NOMECLATURA DO EQUIPAMENTO
- NÚMERO DO EQUIPAMENTO
- NOMECLATURA DO COMPONENTE DO SISTEMA
- NÚMERO DO ITEM
- ↑ AR EXTERIOR
- ↑ INSUFILAMENTO DE AR
- ↑ PONTO DE FORÇA TRIFÁSICO COM DISJUNTOR 220V / 3F-T-N / 60 Hz
- ↑ REDE DE DUTOS EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO - VENTILAÇÃO OU AR EXTERNO
- TUBULAÇÃO DE GÁS REFRIGERANTE

UNIDADES CONDICIONADORAS DE AR	
EQUIPAMENTO	CONDENSADOR VRV
ITEM	UC-1
QUANTIDADE	01
CAPACIDADE TÉRMICA EFET.	KW
POTÊNCIA ELÉTRICA	KW
MODELO	ARUN240BTES (ARUN240BTES+ ARUN240BTES ARUN240BTES ARUN240BTES)
FABRICANTE	LG ELECTRONICS



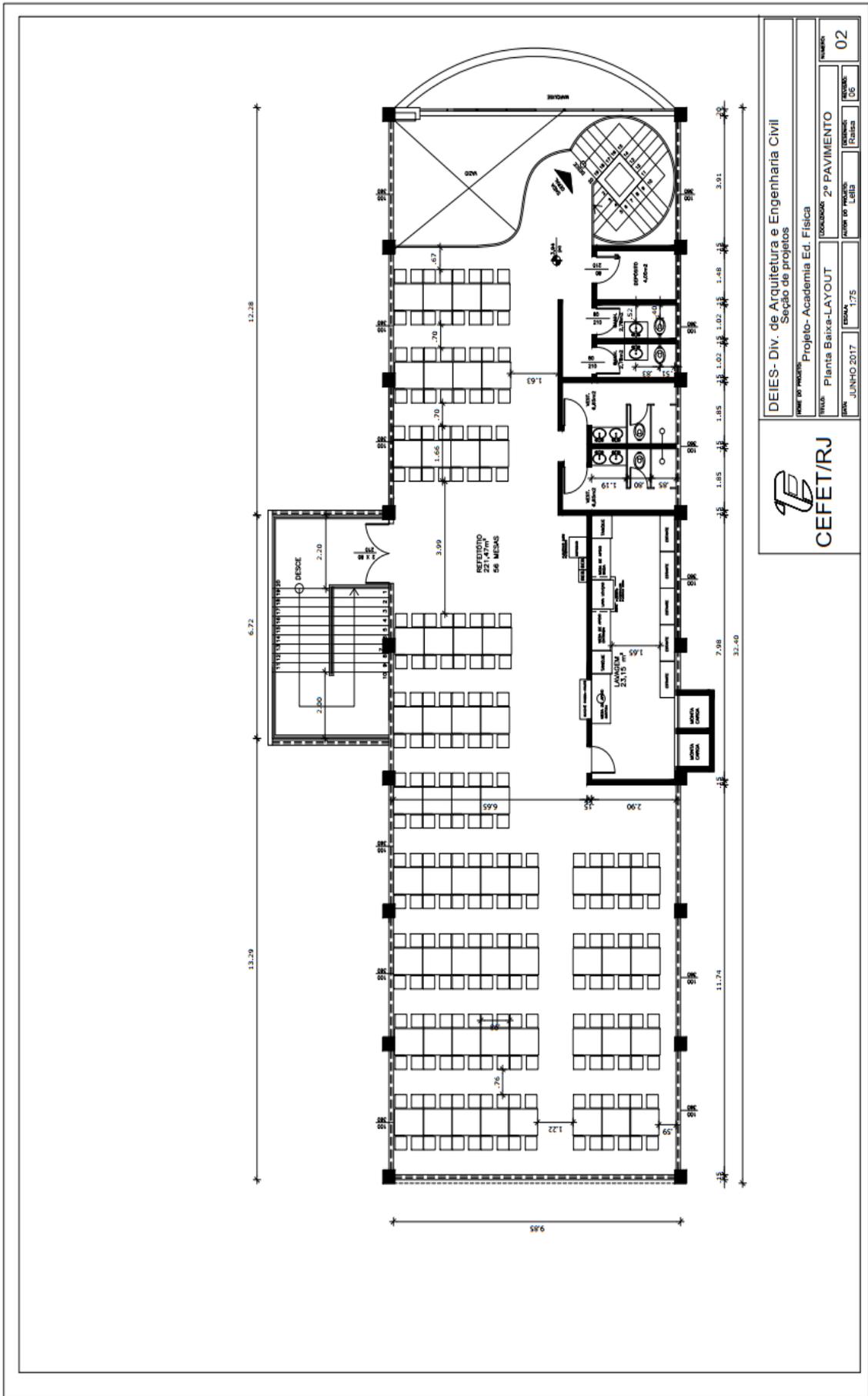
CEFET/RJ	
NOME DO PROJETO: Projeto Ar Condicionado - Restaurante Universitário	
TÍTULO: Planta Baixa-LAYOUT	LOCALIZAÇÃO: TELHADO
DATA: NOVEMBRO/18	ESCALA: 1:75
PROFESSOR DO PROJETO: Douglas	ALUNO DO PROJETO: Douglas
DISCIPLINA: 00	NUMERO: 03



CEFET/RJ

NOME DO PROJETO: Projeto Ar Condicionado - Restaurante Universitário
 TÍTULO: Planta Baixa-LAYOUT
 DATA: NOVEMBRO/18
 LOCALIZAÇÃO: DIAGRAMA VRV
 ESCALA: 1:75
 PROJETO: DOUGLAS
 REVISÃO: DOUGLAS 00
 FOLHA: 04

ANEXO 1: Plantas de Arquitetura do Restaurante Universitário
(CEFET/RJ)



DEIES - Div. de Arquitetura e Engenharia Civil		NOME DO PROJETO: Projeto- Academia Ed. Física		NÚMERO: 02	
Seção de projetos		TÍTULO: Planta Baixa-LAYOUT		LOCAL: Sala	
DATA: JUNHO 2017		ESCALA: 1:75		PROJETO: R. L. L.	



ANEXO 2: Principais trechos da ABNT 164001

Tabela A.6 — Região Sudeste

ES	Vitória		Latitude	Longit.	Altitude	Pr.atm	Período	Extrem. anuais	TBU	TBSmx	s	TBSmn	s
			20,27S	40,28W	4m	100,28	82/01		30,6	36,8	1,0	14,3	1,7
Mês>Qt	Freq. anual	Resfriamento e desumidificação			Baixa umidade			Mês>Fr	Freq. anual	Aquec.	Umidificação		
Fev	0,4%	TBS	TBUc	TBU	TBSc	TPO	w	TBSc	anual	TBS	TPO	w	TBSc
ΔTmd	1%	33,1	25,2	26,6	29,7	26,0	21,3	28,0	99,6%	16,5	12,8	9,2	21,0
8,0	2%	32,2	25,0	26,2	29,4	25,2	20,4	27,5	99%	17,5	14,0	9,9	21,2
MG	Belo Horizonte Pampulha		Latitude	Longit.	Altitude	Pr.atm	Período	Extrem. anuais	TBU	TBSmx	s	TBSmn	s
			19,85S	43,95W	785m	92,24	82/01		28,4	N/D	N/D	N/D	N/D
Mês>Qt	Freq. anual	Resfriamento e desumidificação			Baixa umidade			Mês>Fr	Freq. anual	Aquec.	Umidificação		
Fev	0,4%	TBS	TBUc	TBU	TBSc	TPO	w	TBSc	anual	TBS	TPO	w	TBSc
ΔTmd	1%	33,0	20,7	22,6	28,1	21,2	17,5	23,6	99,6%	11,5	4,9	5,9	22,8
9,6	2%	31,1	20,7	22,2	27,6	21,0	17,2	23,4	99%	12,8	6,8	6,7	21,4
MG	Belo Horizonte Tancerto Neves		Latitude	Longit.	Altitude	Pr.atm	Período	Extrem. anuais	TBU	TBSmx	s	TBSmn	s
			19,83S	43,93W	917m	90,78	90/01		28,4	34,6	0,9	8,4	1,8
Mês>Qt	Freq. anual	Resfriamento e desumidificação			Baixa umidade			Mês>Fr	Freq. anual	Aquec.	Umidificação		
Fev	0,4%	TBS	TBUc	TBU	TBSc	TPO	w	TBSc	anual	TBS	TPO	w	TBSc
ΔTmd	1%	31,1	20,8	22,8	27,9	21,2	17,8	24,4	99,6%	11,1	4,9	6,0	21,2
9,7	2%	30,2	20,7	22,4	27,5	21,0	17,6	24,2	99%	12,2	6,1	6,5	20,3
MG	Uberaba		Latitude	Longit.	Altitude	Pr.atm	Período	Extrem. anuais	TBU	TBSmx	s	TBSmn	s
			19,78S	47,97W	807m	92,00	83/01		29,7	35,9	1,5	6,7	3,0
Mês>Qt	Freq. anual	Resfriamento e desumidificação			Baixa umidade			Mês>Fr	Freq. anual	Aquec.	Umidificação		
Out	0,4%	TBS	TBUc	TBU	TBSc	TPO	w	TBSc	anual	TBS	TPO	w	TBSc
ΔTmd	1%	32,7	19,6	22,8	28,0	21,6	17,9	24,3	99,6%	10,5	1,8	4,7	22,8
10,9	2%	31,9	19,9	22,5	27,7	21,1	17,4	23,9	99%	12,7	3,3	5,3	22,6
RJ	Rio de Janeiro Santos Dumont		Latitude	Longit.	Altitude	Pr.atm	Período	Extrem. anuais	TBU	TBSmx	s	TBSmn	s
			22,90S	43,17W	3m	101,29	84/01		N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Mês>Qt	Freq. anual	Resfriamento e desumidificação			Baixa umidade			Mês>Fr	Freq. anual	Aquec.	Umidificação		
Fev	0,4%	TBS	TBUc	TBU	TBSc	TPO	w	TBSc	anual	TBS	TPO	w	TBSc
ΔTmd	1%	32,7	25,0	26,2	30,3	25,0	20,1	28,9	99,6%	16,1	11,8	8,6	19,5
6,1	2%	31,8	24,9	25,8	29,9	24,6	19,6	28,4	99%	17,0	12,9	9,3	19,5
RJ	Rio de Janeiro Galeão		Latitude	Longit.	Altitude	Pr.atm	Período	Extrem. anuais	TBU	TBSmx	s	TBSmn	s
			22,82S	43,25W	6m	101,25	82/01		32,4	40,2	2,2	11,6	3,2
Mês>Qt	Freq. anual	Resfriamento e desumidificação			Baixa umidade			Mês>Fr	Freq. anual	Aquec.	Umidificação		
Fev	0,4%	TBS	TBUc	TBU	TBSc	TPO	w	TBSc	anual	TBS	TPO	w	TBSc
ΔTmd	1%	36,2	25,3	27,5	32,0	26,2	21,7	29,3	99,6%	14,8	9,9	7,6	23,2
9,8	2%	35,0	25,2	27,0	31,3	26,0	21,4	29,1	99%	15,8	11,2	8,3	22,5
SP	Campinas		Latitude	Longit.	Altitude	Pr.atm	Período	Extrem. anuais	TBU	TBSmx	s	TBSmn	s
			23,00S	47,13W	661m	9363	82/01		29,4	35,8	1,4	5,5	2,5
Mês>Qt	Freq. anual	Resfriamento e desumidificação			Baixa umidade			Mês>Fr	Freq. anual	Aquec.	Umidificação		
Fev	0,4%	TBS	TBUc	TBU	TBSc	TPO	w	TBSc	anual	TBS	TPO	w	TBSc
ΔTmd	1%	32,2	21,7	23,8	28,9	22,2	18,4	25,3	99,6%	8,6	3,9	5,4	16,8
9,8	2%	31,3	21,5	23,4	28,4	22,0	18,1	25,2	99%	10,0	5,9	6,2	17,7

Anexo C (informativo)

Fontes internas de calor e umidade

Tabela C.1 — Taxas típicas de calor liberado por pessoas

Nível de atividade	Local	Calor total (W)		Calor Sensível (W)	Calor latente (W)	% Radiante do calor sensível	
		Homem adulto	Ajustado M/F ^a			Baixa velocidade do ar	Alta velocidade do ar
Sentado no teatro	Teatro matinê	115	95	65	30		
Sentado no teatro, noite	Teatro noite	115	105	70	35	60	27
Sentado, trabalho leve	Escritórios, hotéis, apartamentos	130	115	70	45		
Atividade moderada em trabalhos de escritório	Escritórios, hotéis, apartamentos	140	130	75	55		
Parado em pé, trabalho moderado; caminhando	Loja de varejo ou de departamentos	160	130	75	55	58	38
Caminhando, parado em pé	Farmácia, agência bancária	160	145	75	70		
Trabalho sedentário	Restaurante ^b	145	160	80	80		
Trabalho leve em bancada	Fábrica	235	220	80	140		
Dançando moderadamente	Salão de baile	265	250	90	160	49	35
Caminhando 4,8 km/h; trabalho leve em máquina operatriz	Fábrica	295	295	110	185		
Jogando boliche ^c	Boliche	440	425	170	255		
Trabalho pesado	Fábrica	440	425	170	255	54	19
Trabalho pesado em máquina operatriz; carregando carga	Fábrica	470	470	185	285		
Praticando esportes	Ginásio, academia	585	525	210	315		

NOTA 1 Valores baseados em temperatura de bulbo seco ambiente de 24 °C. Para uma temperatura de bulbo seco ambiente de 27 °C, o calor total permanece o mesmo, porém o calor sensível deve ser reduzido em aproximadamente 20 %, e o calor latente aumentado correspondentemente. Para uma temperatura de bulbo seco ambiente de 21 °C, também o calor total permanece o mesmo, porém o calor sensível deve ser aumentado em aproximadamente 20 %, e o calor latente reduzido correspondentemente.

NOTA 2 Valores arredondados em 5 W.

^a O valor do calor ajustado é baseado numa porcentagem normal de homens, mulheres e crianças para cada uma das aplicações listadas, postulando-se que o calor liberado por uma mulher adulta é aproximadamente 85 % daquele liberado por um homem adulto, e o calor liberado por uma criança é aproximadamente 75 % daquele liberado por um homem adulto.

^b O ganho de calor ajustado inclui 18 W para um prato de comida individual (9 W de calor sensível e 9 W latente).

^c Considerando uma pessoa por cancha realmente jogando boliche, e todas as demais sentadas (117 W), paradas em pé ou caminhando lentamente (231 W).

Fonte:

Adaptado de 2005 ASHRAE *Fundamentals Handbook*, Capítulo 30, "Nonresidential Cooling and Heating Load Calculations", Tabela 1.

Tabela C.2 — Taxas típicas de dissipação de calor pela iluminação

Local	Tipos de iluminação	Nível de iluminação	Potência dissipada
		Lux	W/m ²
Escritórios e bancos	Fluorescente	500	16
Lojas	Fluorescente	750	17
	Fluorescente compacta		23
	Vapor metálico		28
Residências	Fluorescente compacta	150	9
	Incandescente		30
Supermercados	Fluorescente	1 000	21
	Vapor metálico		30
Armazéns climatizados	Fluorescentes	100	2
	Vapor Metálico		3
Cinemas e teatros	Fluorescente compacta	50	6
	Vapor metálico		4
Museus	Fluorescente	200	5
	Fluorescente compacta		11
Bibliotecas	Fluorescente	500	16
	Fluorescente compacta		28
Restaurantes	Fluorescente compacta	150	13
	Incandescente		41
Auditórios:			
a) Tribuna	Fluorescente	750	30
	Fluorescente compacta		32
b) Platéia	Fluorescente	150	10
c) Sala de espera	Vapor metálico	200	18
	Fluorescente compacta		8
Hotéis:			
a) Corredores	Fluorescente compacta	100	8
b) Sala de leitura	Fluorescente	500	15
	Fluorescente compacta		22
c) Quartos	Fluorescente compacta	150	9
	Incandescente		30
d) Sala de convenções - Platéia	Fluorescente	150	8
	- Tablado		Fluorescente
	Fluorescente compacta		30
e) Portaria e recepção	Fluorescente	200	8
	Fluorescente compacta		9

Tabela C.3 — Taxas típicas de dissipação de calor de equipamentos de escritório – Computadores

Computadores	Uso contínuo W	Modo economizador W
Computadores		
Valor médio	55	20
Valor com fator de segurança	65	25
Valor com fator de segurança alto	75	30
Monitores		
Pequeno (13 pol. a 15 pol.)	55	0
Médio (16 pol. a 18 pol.)	70	0
Grande (19 pol. a 20 pol.)	80	0

Tabela C.4 — Taxas típicas de dissipação de calor de equipamentos de escritório – Impressoras e copiadoras

Impressoras e copiadoras	Uso contínuo W	1 página por minuto W	Ligada, em espera W
Impressoras a <i>laser</i>			
De mesa, pequena	130	75	10
De mesa	215	100	35
De escritório, pequena	320	160	70
De escritório, grande	550	275	125
Copiadoras			
De mesa	400	85	20
De escritório	1 100	400	300

Tabela C.5 — Taxas típicas de dissipação de calor de equipamentos de escritório – Equipamentos diversos

Equipamentos diversos	Potência máxima W	Dissipação recomendada W
Caixas registradoras	60	48
Máquinas de fax	15	10
Máquinas de café (10 xícaras)	1 500	1 050 sensível 450 latente
Máquinas de venda de bebidas refrigeradas	1 150 a 1 920	575 a 960
Máquinas de venda de salgadinhos	240 a 275	240 a 275
Bebedouros refrigerados	700	350

ABNT NBR 16401-1:2008

Tabela C.6 — Densidade típica de carga de equipamentos para diversos tipos de escritórios

Densidade típica de carga de equipamentos para diversos tipos de escritórios		
Tipo de carga	Densidade W/m ²	Descrição do escritório Assumindo:
Leve	5,4	15,5 m ² por posto de trabalho com computador e monitor em cada um, mais impressora e fax. Fator de diversidade de 0,67, exceto 0,33 para impressoras
Média	10,7	11,6 m ² por posto de trabalho com computador e monitor em cada um, mais impressora e fax. Fator de diversidade de 0,75, exceto 0,50 para impressoras
Média/alta	16,2	9,3 m ² por posto de trabalho com computador e monitor em cada um, mais impressora e fax. Fator de diversidade de 0,75, exceto 0,50 para impressoras
Alta	21,5	7,7 m ² por posto de trabalho com computador e monitor em cada um, mais impressora e fax. Fator de diversidade de 1,0, exceto 0,50 para impressoras

Fonte:

2005 ASHRAE Fundamentals Handbook, Capítulo 30, "Nonresidential Cooling and Heating Load Calculations", Tabelas 8, 9, 10, 11.

Tabela 1 — Vazão eficaz mínima de ar exterior para ventilação

Local	D pessoas/ 100 m ²	Nível 1		Nível 2		Nível 3		Exaustão mecânica L/s* m ^{2 a}
		F _p L/s*pess.	F _a L/s*m ²	F _p L/s*pess	F _a L/s*m ²	F _p L/s*pess	F _a L/s*m ²	
Comércio varejista								
Supermercado de alto padrão	8	3,8	0,3	4,8	0,4	5,7	0,5	--
Supermercado de padrão médio	10	3,8	0,3	4,8	0,4	5,7	0,5	--
Supermercado popular	12	3,8	0,3	4,8	0,4	5,7	0,5	--
Mall de centros comerciais	40	3,8	0,3	4,8	0,4	5,7	0,5	--
Lojas (exceto abaixo)	15	3,8	0,6	4,8	0,8	5,7	0,9	--
Salão de beleza e/ou barbearia ^b	25	10	0,6	12,5	0,8	15,0	0,9	--
Animais de estimação ^b	10	3,8	0,9	4,8	1,1	5,7	1,4	4,5
Lavanderia "self-service"	20	3,8	0,3	4,8	0,4	5,7	0,5	--
Edifícios de escritórios								
Hall do edifício, recepção	10	2,5	0,3	3,1	0,4	3,8	0,5	--
Escritórios de diretoria	6	2,5	0,3	3,1	0,4	3,8	0,5	--
Escritório com baixa densidade	11	2,5	0,3	3,1	0,4	3,8	0,5	--
Escritório com média densidade	14	2,5	0,3	3,1	0,4	3,8	0,5	--
Escritório com alta densidade	20	2,5	0,3	3,1	0,4	3,8	0,5	--
Sala de reunião	50	2,5	0,3	3,1	0,4	3,8	0,5	--
CPD (exceto impressoras)	4	2,5	0,3	3,1	0,4	3,8	0,5	--
Sala impressoras, copiadoras	--	--	--	--	--	--	--	2,5
Sala digitação	60	2,5	0,3	3,1	0,4	3,8	0,5	--
"Call center"	60	3,8	0,6	4,8	0,8	5,7	0,9	--
Bancos								
Bancos (área do público)	41	3,8	0,3	4,8	0,4	5,7	0,5	--
Caixa forte	5	2,5	0,3	3,1	0,4	3,8	0,5	--

Tabela 1 (continuação)

Local	D pessoas/ 100 m ²	Nível 1		Nível 2		Nível 3		Exaustão mecânica L/s* m ^{2 a}
		F _p L/s*pess.	F _a L/s*m ²	F _p L/s*pess.	F _a L/s*m ²	F _p L/s*pess.	F _a L/s*m ²	
Edifícios públicos								
Aeroporto – saguão ^c	15	3,8	0,3	5,3	0,4	5,7	0,5	--
Aeroporto – sala de embarque ^c	100	3,8	0,3	5,3	0,4	5,7	0,5	--
Biblioteca	10	2,5	0,6	3,5	0,8	3,8	0,9	--
Museu, galeria de arte ^d	40	3,8	0,3	5,3	0,4	5,7	0,5	--
Local de culto	120	2,5	0,3	3,5	0,4	3,8	0,5	--
Legislativo – plenário	50	2,5	0,3	3,5	0,4	3,8	0,5	--
Teatro, cinema, auditório – lobby	150	2,5	0,3	3,5	0,4	3,8	0,5	--
Teatro, cinema, auditório e platéia	150	2,5	0,3	3,5	0,4	3,8	0,5	--
Teatro, cinema, auditório – palco	70	5	0,3	6,3	0,4	7,5	0,5	--
Tribunal – sala de audiências	70	2,5	0,3	3,5	0,4	3,8	0,5	--
Esportes								
Boliche – área do público	40	5	0,6	6,3	0,8	7,5	0,9	--
Ginásio coberto (área do público)	150	3,8	0,3	4,8	0,4	5,7	0,5	--
Ginásio coberto (quadra)	--	--	0,3	--	0,4	--	0,5	--
Piscina coberta ^e	--	--	2,4	--	3,0	--	3,6	2,5
"Fitness center" – aeróbica	40	10	0,3	12,5	0,4	15,0	0,5	--
"Fitness center" – aparelhos	10	5	0,6	6,3	0,8	7,5	0,9	--
Estabelecimentos de ensino								
Sala de aula	35	5	0,6	6,3	0,8	7,5	0,9	--
Laboratório de informática	25	5	0,6	6,3	0,8	7,5	0,9	--
Laboratório de ciências	25	5	0,9	6,3	1,1	7,5	1,4	5,0
Hotéis								
Apartamento de hóspedes	.	5,5	--	6,9	--	10,3	--	--
Banheiro privativo	--	--	--	--	--	--	--	2,5/unid.
Lobby, sala de estar	30	3,8	0,3	4,8	0,4	5,7	0,5	--
Sala de convenções	120	2,5	0,3	3,1	0,4	3,8	0,5	--
Dormitório coletivo	20	2,5	0,3	3,1	0,4	3,8	0,5	--
Restaurantes, bares, diversão								
Restaurante – salão de refeições	70	3,8	0,9	4,8	1,1	5,7	1,4	--
Bar, salão de coquetel	100	3,8	0,9	4,8	1,1	5,7	1,4	--
Cafeteria, lanchonete, refeitório	100	3,8	0,9	4,8	1,1	5,7	1,4	--
Salão de jogos	120	3,8	0,9	4,8	1,1	5,7	1,4	--
Discoteca, danceteria	100	10,0	0,3	12,5	0,4	15,0	0,5	--
Jogos eletrônicos	20	3,8	0,9	4,8	1,1	5,7	1,4	--

Tabela 1 (continuação)

Local	D pessoas/ 100 m ²	Nível 1		Nível 2		Nível 3		Exaustão mecânica L/s* m ^{2 a}
		F _p L/s* pess.	F _a L/s*m ²	F _p L/s* pess.	F _a L/s*m ²	F _p L/s* pess.	F _a L/s*m ²	
Locais diversos								
Câmara escura	--	--	--	--	--	--	--	5,0
Copa	--	--	--	--	--	--	--	1,5
Sala exclusiva para fumar ^f	--	--	--	--	--	--	--	9,0
Sanitários públicos	--	--	--	--	--	--	--	35 / bacia
Vestiários coletivos	--	--	--	--	--	--	--	2,5
<p>Legenda</p> <p>Nível 1 - Nível mínimo vazão de ar exterior para ventilação.</p> <p>Nível 2 - Nível intermediário da vazão de ar exterior para ventilação.</p> <p>Nível 3 - Vazões ar exterior para ventilação que segundo estudos existem evidências de redução de reclamações e manifestações alérgicas</p> <p>F_p - Fração do ar exterior relacionada às pessoas (L/s* pessoa)</p> <p>F_a - Fração do ar exterior relacionada ao recinto (L/s*m²)</p> <p>D - Densidade de ocupação esperada, referida à área útil ocupada (pessoas/100 m²)</p> <p>NOTA 1 A aplicação desta Tabela está condicionada à obediência a todos os demais requisitos desta parte da ABNT NBR 16401.</p> <p>NOTA 2 O nível (1,2 ou 3) de ar externo a ser utilizado no projeto deve ser definido entre o projetista e o cliente.</p> <p>NOTA 3 As vazões de ar exterior estipuladas são baseadas na proibição de fumar nos recintos (exceto local reservado).</p> <p>NOTA 4 Ar exterior com densidade do ar 1,2 kg/ m³ (a vazão deve ser corrigida para a densidade efetiva).</p> <p>^a O ar de reposição para a exaustão pode ser proveniente de recintos vizinhos.</p> <p>^b Não recircular para outros recintos.</p> <p>^c Tratamento especial do ar exterior pode ser necessário para remover odores ou vapores nocivos.</p> <p>^d Tratamento especial do ar exterior pode ser necessário para remover elementos prejudiciais às obras de arte.</p> <p>^e A vazão estipulada não contempla controle de umidade. Pode ser necessário aumentar a vazão ou instalar um sistema de desumidificação.</p> <p>^f Não há valores estabelecidos da vazão de ar exterior necessária para diluir a fumaça de tabaco a níveis aceitáveis. A vazão de exaustão estipulada visa apenas evitar uma concentração excessiva de fumaça no recinto e a sua propagação para recintos vizinhos.</p>								

Fonte – Adaptada da ANSI/ASHRAE 62.1: 2004.

A Tabela 1 lista também valores típicos esperados da densidade de ocupação *D*, em pessoas por 100 m². Estes valores devem ser adotados para projeto apenas quando o número efetivo de pessoas no recinto não for conhecido.

HP			82	84
Model Name	Combination Unit		ARUN820BTE5	ARUN840BTE5
	Independent Unit		ARUN240BTE5	ARUN240BTE5
			ARUN240BTE5	ARUN240BTE5
			ARUN220BTE5	ARUN240BTE5
			ARUN120BTE5	ARUN120BTE5
Capacity	Cooling (Rated)	kW	229.8	235.2
		Btu/h	783,400	802,500
	Heating (Rated.)	kW	255.8	260.8
		Btu/h	872,300	889,200
Input	Cooling (Rated)	kW	58.25	60.25
	Heating (Rated)	kW	65.67	67.02
EER (Rated)			3.94	3.90
COP (Rated)			3.89	3.89
Power Factor	Rated	-	0.93	0.93
Exterior	Color		Warm Gray / Dawn Gray	Warm Gray / Dawn Gray
	RAL code		NL503K / NA507K	NL503K / NA507K
Heat Exchanger			Wide Louver Plus	Wide Louver Plus
Compressor	Type		Hermetically Sealed Scroll	Hermetically Sealed Scroll
	Piston Displacement	cm ³ /rev	62.1 × 7	62.1 × 7
	Number of Revolution	rev/min	3,600 × 7	3,600 × 7
	Motor Output x Number	W x No.	5,300 × 7	5,300 × 7
	Starting Method		Direct On Line	Direct On Line
	Oil Type		FVC68D(PVE)	FVC68D(PVE)
Fan	Type		Propeller fan	Propeller fan
	Motor Output x Number	W	(900 × 8) + (1,200 × 1)	(900 × 8) + (1,200 × 1)
	Air Flow Rate(High)	m ³ /min	(320 × 3) + (240 × 1)	(320 × 3) + (240 × 1)
		ft ³ /min	(11,301 × 3) + (8,478 × 1)	(11,301 × 3) + (8,478 × 1)
	External Static Pressure (Max, Pa)		80	80
	Drive		DC INVERTER	DC INVERTER
Discharge		Side / Top	TOP	
Pipe Connctions	Liquid	mm(inch)	22.2(7/8)	22.2(7/8)
	Gas	mm(inch)	53.98(2-1/8)	53.98(2-1/8)
Dimensions(W x H x D)	mm		(1,240 × 1,690 × 760) × 3 + (930 × 1,690 × 760) × 1	(1,240 × 1,690 × 760) × 3 + (930 × 1,690 × 760) × 1
	inch		(48-13/16 × 66-17/32 × 29-29/32) × 3 + (36-5/8 × 66-17/32 × 29-29/32) × 1	(48-13/16 × 66-17/32 × 29-29/32) × 3 + (36-5/8 × 66-17/32 × 29-29/32) × 1
Net Weight	kg		(280 × 2) + (278 × 1) + (200 × 1)	(280 × 3) + (200 × 1)
	lbs		(617 × 2) + (613 × 1) + (441 × 1)	(617 × 3) + (441 × 1)
Sound Pressure Level	Cooling	dB(A)	70.0	70.1
	Heating	dB(A)	71.6	72.1
Sound Power Level	Cooling	dB(A)	92.4	92.9
	Heating	dB(A)	94.4	94.9
Protection Devices	High pressure protection		High pressure sensor / High pressure switch	
	Compressor/Fan		Over-heat protection / Fan driver overload protector	
	Inverter		Over-heat protection / Over-current protection	
Communication Cable (VCTF-SB)		No. xmm ²	2C × 1.0 ~ 1.5	2C × 1.0 ~ 1.5

Note

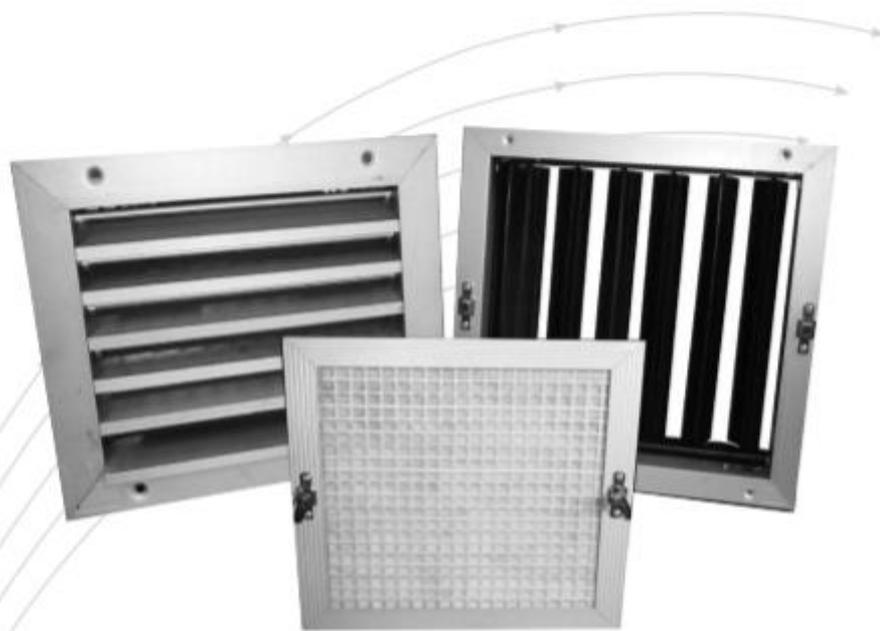
■ Standard Model

<p>Ceiling Mounted Cassette (1-Way) ARNU07GTU*4 ARNU09GTU*4 ARNU12GTU*4</p>   <p>ARNU18GTT*4 ARNU24GTT*4 * A:Basic, C:Plasma</p>	<p>Ceiling Concealed Duct (High Static) ARNU16GB8A4 ARNU19GB8A4</p>  <p>Ceiling Concealed Duct (High Sensible) ARNU07GBGA4 ARNU24GBRA4 ARNU09GBGA4 ARNU28GBRA4 ARNU12GBGA4 ARNU36GB8A4 ARNU15GBGA4 ARNU42GB8A4 ARNU18GBRA4 ARNU48GB8A4</p>  
<p>Ceiling Mounted Cassette (2-Way) ARNU09GTSC4 ARNU12GTSC4 ARNU18GTSC4 ARNU24GTSC4</p> 	<p>Floor Standing Unit</p> <p>With case ARNU07GCEA4 ARNU15GCEA4 ARNU09GCEA4 ARNU18GCEA4 ARNU12GCEA4 ARNU24GCEA4</p>  <p>Without case ARNU07GCEU4 ARNU15GCEU4 ARNU09GCEU4 ARNU18GCEU4 ARNU12GCEU4 ARNU24GCEU4</p> 
<p>Ceiling Mounted Cassette (4-Way) ARNU05GTR*4 ARNU24GTP*4 ARNU07GTR*4 ARNU28GTP*4 ARNU09GTR*4 ARNU30GTP*4 ARNU12GTR*4 ARNU36GTP*4 ARNU15GTQ*4 ARNU42GTM*4 ARNU18GTQ*4 ARNU48GTM*4 ARNU21GTQ*4 ARNU54GTM*4</p>  <p>* A:Basic, C:Plasma</p>	<p>Wall Mounted Unit (Standard) ARNU05GSJ*4 ARNU15GSJ*4 ARNU07GSJ*4 ARNU18GSK*4 ARNU09GSJ*4 ARNU24GSK*4 ARNU12GSJ*4 * A:Basic, N:Ionizer</p>  <p>ARNU30GSVA4 ARNU36GSVA4</p> 
<p>Ceiling Mounted Cassette (4-Way(2)) ARNU07GTNA4 ARNU24GTMA4 ARNU09GTNA4 ARNU28GTMA4 ARNU12GTNA4 ARNU36GTMA4 ARNU15GTNA4 ARNU42GTMA4 ARNU18GTNA4</p> 	<p>Ceiling Concealed Duct (Low Static) ARNU05GL1G4 ARNU15GL2G4 ARNU07GL1G4 ARNU18GL2G4 ARNU09GL1G4 ARNU21GL3G4 ARNU12GL2G4 ARNU24GL3G4</p>  <p>ARTCOOL (Mirror) ARNU05GSJR4 ARNU15GSJR4 ARNU07GSJR4 ARNU18GSKR4 ARNU09GSJR4 ARNU24GSKR4 ARNU12GSJR4</p> 
<p>Ceiling Concealed Duct (Built-in (Low Static)) ARNU07GB3G4 ARNU15GB3G4 ARNU09GB3G4 ARNU18GB4G4 ARNU12GB3G4 ARNU24GB4G4</p> 	<p>ARTCOOL (Gallery) ARNU07GSP14 ARNU09GSP14 ARNU12GSP14</p> 
<p>Ceiling Concealed Duct (Middle Static) ARNU07GM1A4 ARNU28GM2A4 ARNU09GM1A4 ARNU36GM2A4 ARNU12GM1A4 ARNU42GM2A4 ARNU15GM1A4 ARNU48GM3A4 ARNU18GM1A4 ARNU54GM3A4 ARNU24GM1A4</p> 	<p>Fresh Air In take Unit ARNU48GBR24 ARNU76GB824 ARNU96GB824</p>   <p>Ceiling & Floor Convertible Unit ARNU09GVEA4 ARNU12GVEA4</p> 
<p>Ceiling Suspended Unit ARNU18GV1A4 ARNU24GV1A4 ARNU36GV2A4 ARNU48GV2A4</p>  	<p>Console ARNU07GQAA4 ARNU09GQAA4 ARNU12GQAA4 ARNU15GQAA4</p> 

Note

Tomada de Ar

Série VDF



TROX[®] TECHNIK

TROX DO BRASIL

Rua Alvarenga, 2025
05509-005 – São Paulo – SP

Fone: (11) 3037-3900
Fax: (11) 3037-3910
E-mail: trox@troxbrasil.com.br
www.troxbrasil.com.br

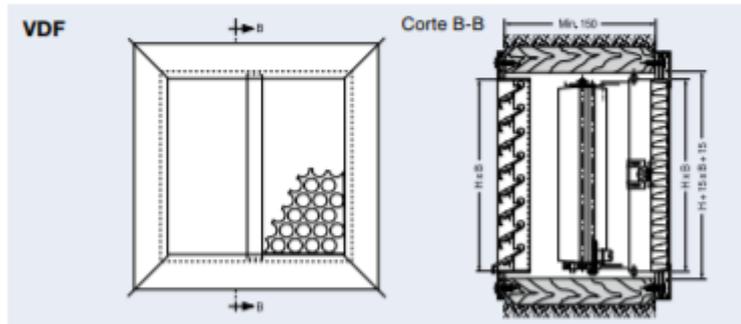
Dados Técnicos

Tomada de Ar Externo da Série VDF composta por Veneziana AWK, Registro AG e Elemento Filtrante.

Material: Veneziana de alumínio extrudado, anodizado na cor natural e com tela de proteção em plástico.
Registro moldura em chapa de aço carbono, aletas

convergentes em alumínio, pintado com esmalte sintético na cor preto fosco.

Moldura de filtragem de alumínio extrudado, anodizado na cor natural com **elemento filtrante** em fibra sintética ou moldura em chapa de aço esmaltado com filtro de alumínio corrugado.



Modelos

VDF - FMB: com filtro FMB
VDF - 711: com filtro F71B20
VDF - 754: com filtro F754

Dados técnicos dos elementos filtrantes

Elementos filtrantes modelo	FMB	F-711 (F71B20)	F754
Grau de filtragem conforme ASHRAE 52.1 ⁽¹⁾			
Teste Gravimétrico	61	90	98
Teste Colorimétrico	-	-	45
Classificação conforme ABNT NBR 16.101 ⁽²⁾	-	G4	M5
Poder de acumulação de pó (g/m ²)	513	160/250	120
Material	Alumínio corrugado	Fibra sintética	Fibra sintética

1) ASHRAE: American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers

2) ABNT-NBR 16.101: filtros para partículas em suspensão no ar (2012).

Perda de pressão (mmCA)

Velocidade m/s	Elemento Filtrante						Abertura do registro			Veneziana AWK
	FMB		F-711(F71B20)		F754		100%	50%	25%	
	inicial	final	inicial	final	inicial	final				
0,9	0,4	6,0	-	-	-	-	0,1	0,15	0,3	2,0
2,0	1,9	6,0	6,0	18,0	7,0	25,0	0,3	0,7	1,5	3,0
2,5	2,8	6,0	9,5	20,0	10,0	25,0	0,4	1,2	2,5	4,0
3,1	4,2	6,0	-	-	-	-	0,7	1,7	3,5	5,0

OBS.: A perda de carga do conjunto será a soma das perdas dos elementos selecionados.

Dimensões (em mm)

H \ B	147	197	247	297	347	397	497	597	697	797	897	997	1097	1197
147														
197														
247														
297														
347														
397														
497														
597														
697														
797														

VENTILADORES

Modelo BBS/BBL

Planilha de seleção rápida para unidades de ventiladores Sirocco (BBS)

Para seleção de unidades com ventiladores Limit-Load (BBL), utilize o programa de seleção VENTOWIN, observando os seguintes limites:

- Rotação máxima do ventilador: 2700 rpm.
- Rotação máxima do motor: 1780 rpm (4 polos).
- Carcaça máxima do motor elétrico conforme tabelas dimensionais.

Características válidas para as condições standard (ar @20°C, 760 mmHg, 1,2 kg/m³), e motores elétricos trifásicos TFVE.

Modelo	Q _{0,2} (m ³ /s)	Q _{0,5} (m ³ /s)	Q ₁ (m ³ /s)	Q ₂ (m ³ /s)	Q ₃ (m ³ /s)	Q ₄ (m ³ /s)	Q ₅ (m ³ /s)	Q ₆ (m ³ /s)	Q ₇ (m ³ /s)	Q ₈ (m ³ /s)	Q ₉ (m ³ /s)	Q ₁₀ (m ³ /s)	Q ₁₁ (m ³ /s)	Q ₁₂ (m ³ /s)	Q ₁₃ (m ³ /s)	Q ₁₄ (m ³ /s)	Q ₁₅ (m ³ /s)	Q ₁₆ (m ³ /s)	Q ₁₇ (m ³ /s)	Q ₁₈ (m ³ /s)	Q ₁₉ (m ³ /s)	Q ₂₀ (m ³ /s)	Q ₂₁ (m ³ /s)	Q ₂₂ (m ³ /s)	Q ₂₃ (m ³ /s)	Q ₂₄ (m ³ /s)	Q ₂₅ (m ³ /s)	Q ₂₆ (m ³ /s)	Q ₂₇ (m ³ /s)	Q ₂₈ (m ³ /s)	Q ₂₉ (m ³ /s)	Q ₃₀ (m ³ /s)						
100	1100	0	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100			
150	1600	0	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150		
200	2100	0	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	
300	3100	0	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	
400	4100	0	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	
500	5100	0	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	
600	6100	0	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
700	7100	0	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700
800	8100	0	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
900	9100	0	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
1000	10100	0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Notas:

1. As seleções acima são válidas para unidades de ventilação sem filtros. Para a seleção de unidade de ventilação com filtros deve-se acrescer sua perda de carga a perda do sistema. Pode-se tomar como referência um valor de cerca de 5mmCA.
2. Para utilização de motores não especificados acima (monofásicos, a prova de explosão, etc.), as unidades de ventilação podem exigir dimensões especiais. Consulte a BerlinerLuft sobre as dimensões e construção destes equipamentos.

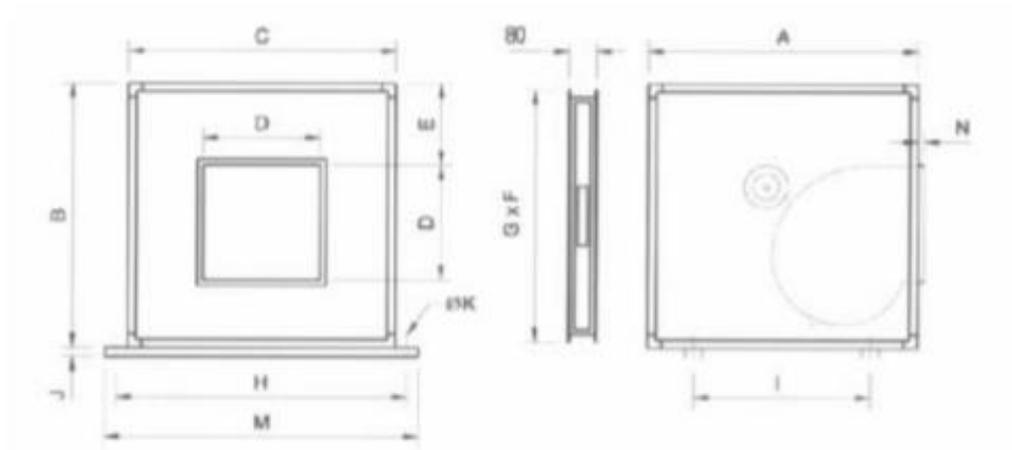
Obs: Sujeito a alteração sem prévio aviso.

VENTILADORES

Modelo BBS/BBL

BBS 160 ... 560

BBL 180 ... 560



MOD	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	560
A	500	600	600	600	600	800	800	1000	1000	1200	1200	1300
B	500	500	600	600	600	600	600	1000	1000	1200	1200	1200
C	500	600	600	600	600	800	800	1000	1000	1200	1200	1200
D	205	229	256	288	322	361	404	451	507	569	639	715
E	125	110	148	115	115	207	195	288	201	313	220	112
F	500	500	600	600	600	800	600	1000	1000	1200	1200	1200
G	500	500	600	600	600	800	800	1000	1000	1200	1200	1200
H	568	568	668	668	668	900	900	1100	1100	1300	1300	1300
I	280	260	380	360	350	560	560	790	760	800	800	800
J	30	30	30	30	35	40	40	40	40	40	40	40
K	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15
M	628	628	728	728	728	1000	1000	1200	1200	1400	1400	1400
N	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Filtro	500x100	500x500	600x600	600x500	600x600	800x400	800x400	1000x500	1000x500	1200x600	1200x600	1300x600
Nº Placas	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4
Peso	36	36	48	50	52	85	85	110	100	135	180	230

Notas:

1. Quando a unidade de ventilação for instalada no teto, deverá ser fixada por meio de tirantes presos aos suportes de apoio.
2. Os pesos indicados são aproximados, com porta-filtros (sem os filtros), sem motor elétrico e demais acessórios.