

Projeto de sistema de condicionamento e reno-vação de ar para espaço gourmet residencial com abordagem nas medidas para redução do aerossol

Air conditioning and renewal system design for residential gourmet room with approach to aerosol reduction measures

DOI:10.34117/bjdv7n12-323

Recebimento dos originais: 12/11/2021

Aceitação para publicação: 08/12/2021

Mateus Soares Borges Campos

Graduando em Engenharia Mecânica
Centro Universitário Redentor
BR-356, 25 - Pres. Costa e Silva, Itaperuna – RJ
E-mail: mateus.soares.borges.campos@hotmail.com

Werlen Pereira Tatagiba Junior

Graduando em Engenharia Mecânica
Centro Universitário Redentor
BR-356, 25 - Pres. Costa e Silva, Itaperuna – RJ
E-mail: junior.tatagiba@gmail.com

Daniel Passos Gallo

Mestre em Engenharia dos Materiais
Centro Universitário Redentor
BR-356, 25 - Pres. Costa e Silva, Itaperuna – RJ
E-mail: daniel.gallo@uniredentor.edu.br

Vinícius de Oliveira Barbosa

Engenheiro Mecânico
Centro Universitário Redentor
BR-356, 25 - Pres. Costa e Silva, Itaperuna – RJ

RESUMO

A pandemia de COVID-19 que causou uma crise sanitária e humanitária em todo mundo fez com que os esforços humanos se voltassem a pensar em entender a doença e elaborar estratégias para combate e mitigação da mesma. O principal meio de propagação do vírus é por aerossóis respiratórios emitidos, principalmente por tosse, espirros que são sintomas recorrentes da doença. Os estudos na forma de disseminação do vírus mostram que os aerossóis respiratórios podem permanecer suspensos no ar por longos períodos de tempo e alcançarem longas distâncias a partir do ponto que foram emitidos. Os sistemas de climatização ocupam lugar importante na ajuda do combate da propagação do vírus. Uma vez que sua concepção é também manter uma boa qualidade do ar interno. Assim, o presente trabalho propôs-se a dimensionar um sistema de climatização para um ambiente gourmet residencial com sistema de renovação e recirculação de ar com capacidade de retenção e degradação do Sars-Cov2. Foram levantados todos os ganhos de calor de acordo com a solicitação normativa em um total de 40736 Kcal/h ou

161545.38 BTU/h. O sistema de renovação atende ao nível 3 de qualidade de ar da NBR 16401. O sistema de filtragem na linha de recirculação possui um filtro HEPA com capacidade de reter o vírus e luz ultravioleta de 95 W capaz de degradar o vírus com o tempo de incidência de 4 segundos e filtro de categoria G2 para preservar e aumentar a vida útil da filtragem fina. Assim, foi possível dimensionar um sistema que além de eficiente, no tangente a conforto térmico do ambiente, traz segurança para a volta das práticas de lazer e convivência no cenário pós-pandêmico.

Palavras-Chave: AVAC, Pandemia, COVID-19, Qualidade do ar, Luz UV-C.

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic that caused a sanitary and humanitarian crisis around the world made human efforts to rethink the disease and develop a strategy to combat and mitigate it. The main means of propagation of the virus is through respiratory aerosols emitted, mainly by coughing, sneezing, which are recurrent symptoms of the disease. Studies on the form of virus spread show that respiratory aerosols can remain suspended not for long periods of time and reach long distances from the point they were emitted. HVAC systems play an important role in helping to combat the spread of the virus. Since its design is also maintaining good indoor air quality. Thus, the present work proposed to design an HVAC system for a gourmet resi-dential environment with a system of renovation and air recirculation with capacity for retention and degradation of Sars-Cov2. All calorie gains according to the normative request were collected for a total of 40736 Kcal / h or 161545.38 BTU / h. The renewal system meets NBR 16401 air quality level 3. The filtering system in the recirculation line has a HEPA filter with the ability to retain the virus and 95 W ultraviolet light capable of degrading the virus with the cut-off time 4-second filter and category G2 filter to preserve and extend the life of fine filtration. Thus, it was possible to design a system that, in addition to being efficient, in terms of the thermal comfort of the environment, security for the return of leisure practices and coexistence in the post-pandemic scenario.

Keywords: HVAC, Pandemic, COVID-19, Air quality, UV-C Light.

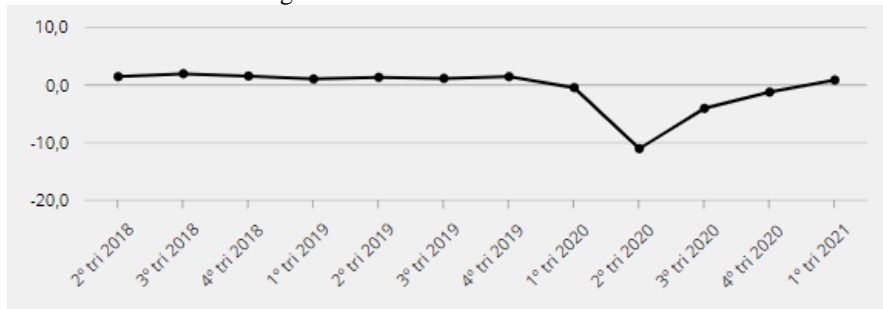
1 INTRODUÇÃO

A pandemia de COVID19 assola o mundo desde o início de 2020. Os esforços humanos são sempre visando à mitigação da propagação do vírus. Segundo o boletim epidemiológico fornecido pelo ministério da saúde, até o dia 05 de julho de 2021, apenas no Brasil foram registrados 16.907.425 de casos confirmados da doença com 472.531 óbitos confirmados pela doença.

Os impactos COVID-19 se estendem a, principalmente uma crise humanitária, apesar das consequências econômicas causadas pelas primeiras medidas de contenção como a reclusão. A nível econômico mundial, não formam tomadas sanções econômicas contra a China, epicentro da doença. Assim o impacto resultado econômico se deve mais as paralizações fabris devidos surtos da doença. (SENHORAS, 2020)

A *Figura 1* representa o PIB brasileiro no período do segundo trimestre de 2018 até o primeiro trimestre de 2021.

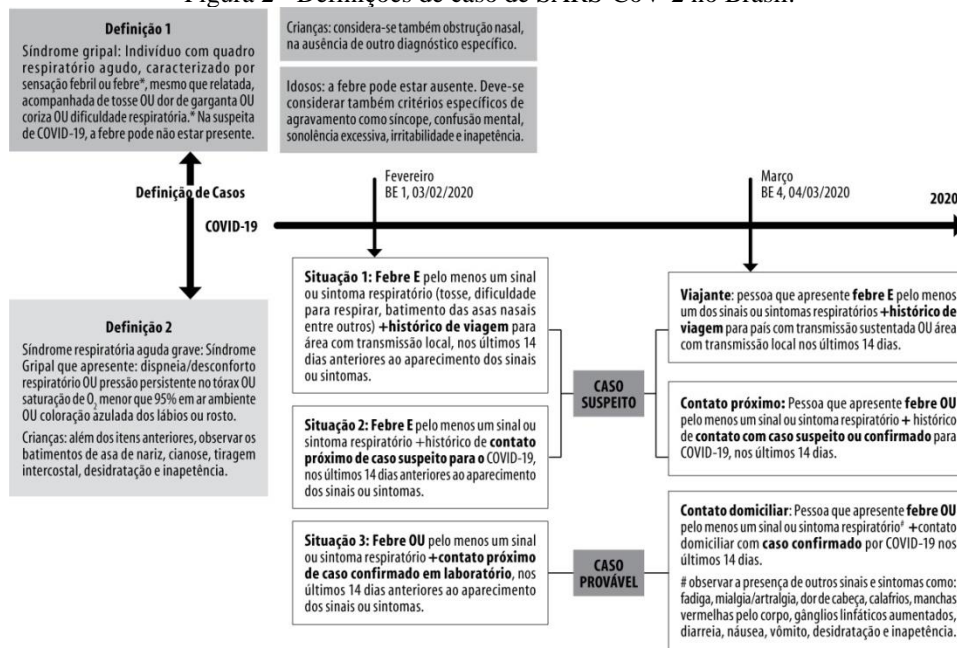
Figura 1 - PIB Trimestral Brasileiro.



Fonte: Sistema de Contas Nacionais Trimestral.

A SARS-CoV-2, síndrome respiratória causada pelo vírus COVID19, apresenta como os sintomas principais, seja em casos de síndrome gripal ou quadro respiratório agudo os seguintes ocorrências: tosse, febre, dispneia, dor de garganta e dor de cabeça. (ISER, et.al 2020)

Figura 2 - Definições de caso de SARS-CoV-2 no Brasil.



Fonte: Boletim Epidemiológico do Ministério da Saúde.

Para as doenças respiratórias que se manifestam como síndromes gripais, sua propagação é dada devida a produção de aerossóis respiratórios consequência de tosse e espirros, sintomas comuns destes tipos de patógenos. Esses processos produzem uma média, de 2,5 litros de ar contaminado por gotículas. Produz uma corrente turbulenta que expelle muco em forma de spray que pode alcançar uma esfera de até 4 metros (13 pés)

de volume no ambiente. Podendo ficar em suspensão no ar e em superfícies próximas (DUARTE, 2003).

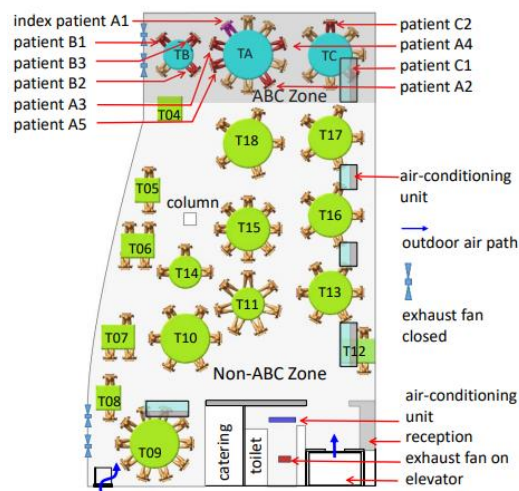
ANDERSON et al. 2020 relata em seu estudo a distribuição em larga escala do vírus suspenso no ar em todo ambiente hospitalar e também nos entornos do hospital. O vírus aparece também depositado em superfícies, devido à deposição do aerossol com o tempo.

LI et. al em sua simulação demonstra o fluxo de ar no restaurante chinês aonde estavam contidas as três famílias que foram diagnosticadas inicialmente com o COVID19. O ambiente refrigerado possuía sistema de renovação de ar, porém estava inutilizado.

As Figura 3 e

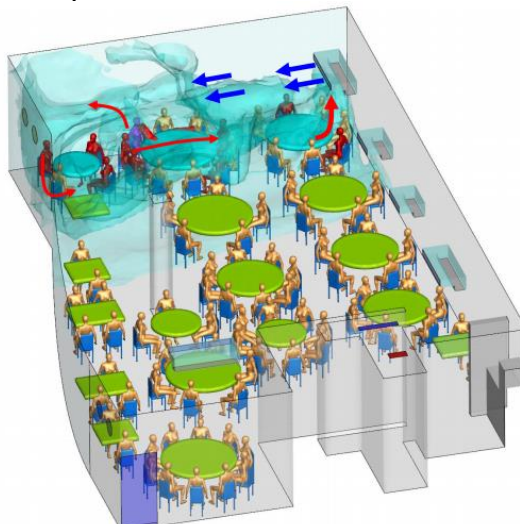
Figura 4 representam a planta baixa do local e a simulação computacional da dispersão dos aerossóis no restaurante.

Figura 3 - Planta baixa do restaurante e posicionamento dos infectados confirmados



Fonte: Aerosol transmission of SARS-CoV-2

Figura 4 - Simulação computacional do fluxo de ar dentro do restaurante em Ghanzhou.



Fonte: Aerosol transmission of SARS-CoV-2

Os sistemas de ar condicionado não atuam apenas no conforto térmico, mas também na renovação e limpeza do ar dos ambientes em que estão instalados. O vírus da SARS-Cov-2, causador da COVID 19, fora encontrados em maior quantidade suspensão no ar dos hospitais na China do que em superfícies do local. Resultados associados a maior preocupação com a higiene das superfícies do que com a qualidade do ar interior (ANDERSON,2020).

Segundo a NBR 16401-3 de 2008, os sistemas de ar condicionado controlam a qualidade do ar ambiente através da renovação por ar exterior e filtragem de todo ar insuflado. De acordo com a Agência Nacional de Saúde, em sua resolução nº 9/2003 de que existem duas faixas ideais de temperaturas para que se tenha sensação de conforto térmico para ambientes fechados: de 20°C a 23°C no inverno e 23°C a 26°C. Exige-se a renovação de ar para ambientes que tenham permanência de mais de quatro horas para atingir os níveis estipulados de qualidade do ar interno, garantindo saúde e redução de patógenos presentes no ar.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 CÁLCULO DA CARGA TÉRMICA

O presente trabalho visa à elaboração de um projeto de climatização e renovação de ar em uma área *gourmet* no segundo pavimento de uma residência localizada na cidade de Cambuci, atendendo os parâmetros de calculo de carga térmica segundo a metodologia da TRANE, apoiada pela NBR 16401 nas suas partes 1, 2 e 3.

2.1.1 Ganho de Calor por Condução e Insolação – Calor sensível

A transferência de calor por condução pode ser observada como a transferência de energia, em forma de calor, pela interação das moléculas com maior grau de agitação para as de menor grau. (INCROPERA, 2008).

Segundo o a NBR 16401 -1 deve ser considerada para o cálculo da carga térmica por insolação a orientação das fechadas da construção, considerado os materiais e revestimento que compõem a superfície a exemplo de sua cor e características de condução de calor.

Assim, utilizam-se as equações da transferência de calor para definir os valores de ganho de calor por condução e insolação. Onde os parâmetros principais são a área da superfície, sua resistência à troca de calor e as diferença de temperatura. Para condução considerou-se a maior temperatura anual e para a insolação utilizou-se as diferenças de temperatura para dado horário e posicionamento da metodologia TRANE.

2.1.2 Ganho de calor por ocupação – Calor latente e sensível

A ocupação representa um ganho de calor tanto latente quanto sensível. Segundo a NBR 16401 – 1, para diferentes atividades exercidas no local, diferentes valores de calor serão emitidos pelos ocupantes. Assim, utiliza-se fatores de dissipação de energia por pessoa de acordo com o nível de atividade de acordo com a NBR 16401.

2.1.3 Ganho de calor por iluminação artificial – Calor Sensível

Dispositivos de iluminação presentes no local dissipam parte da potência útil para o ambiente. Desta forma, deve-se considerar esta forma de ganho de calor. O tipo de iluminação deve ser levado em conta para a correta aplicação do fator de dissipação, podendo ser iluminação incandescente, fluorescente e LED que acompanha dispositivo eletrônico conversor de corrente. Considera-se fator de dissipação de 0,86 para lâmpadas LED.

2.1.4 Ganho de calor por potência dissipada em equipamentos elétricos – Calor sensível

Em um ambiente refrigerado, todo o tipo de carga deve ser considerada. Equipamentos elétricos acabam dissipando parte de sua potência para o ambiente em forma de calor sensível e latente. Essa dissipação de calor, necessariamente, é retirada do ambiente pelo sistema de condicionamento de ar. (CREDER, 2004).

A NBR 16401-1, na sua tabela C.7, traz os valores de dissipação de calor para equipamentos elétricos.

2.1.5 Carga térmica pela renovação de ar

Segundo a NBR 16401 – 3, o sistema de condicionamento de ar é responsável não só pelo conforto térmico, mas também manter uma qualidade do ar. Os parâmetros de vazão de ar são estipulados considerando as concentrações de poluentes físicos, químicos e biológicos.

A primeira etapa é saber qual é a vazão eficaz do sistema. Esta vazão é constituída de duas partes: vazão relacionada aos ocupantes e vazão relacionada à área ocupada do ambiente. A vazão eficaz é dada pela Equação 1 seguir.

$$V_{ef} = P_z * F_p + A_z * F_a \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

V_{ef} = Vazão eficaz.

P_z = Número máximo de ocupantes.

F_p = Vazão por segundo.

A_z = Área útil ocupada por pessoas.

F_a = Vazão por área útil ocupada.

Os valores de vazão por pessoa e por área útil são extraídos da Tabela 1 da NBR 16401, parte 3.

A vazão eficaz necessita de um fator de correção devido a forma a qual o ar é insuflado no ambiente. A forma de insuflação pode acarretar em perdas de cargas no fluxo insuflado fazendo-o ser insuficiente. Desta forma a vazão corrigida é representada pela Equação 2 seguir e os fatores relacionados a características do modo de insuflação são listados na tabela 2 da NBR 164001-3.

$$V_z = \frac{V_{ef}}{E_r} \quad \text{Equação 2}$$

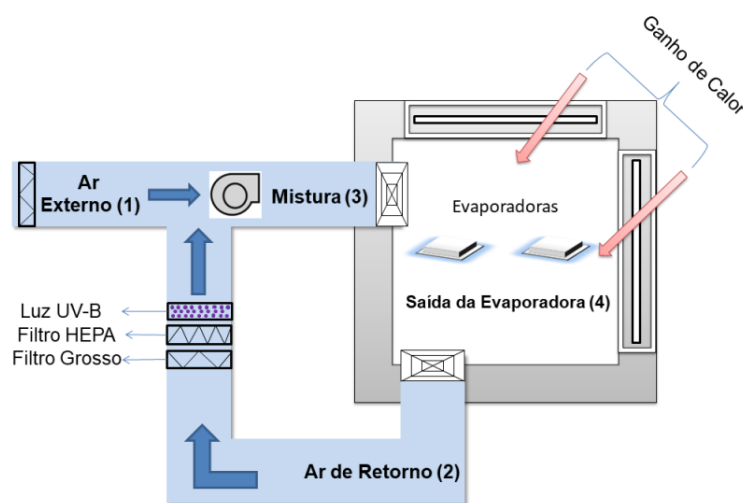
Visto que o espaço gourmet, foco do presente estudo é constituído por uma única área a ser climatizada. Assim, pode-se definir o sistema como sistema de zona de ventilação única. Para este tipo de situação a NBR 16401-3 diz que a vazão final para o ambiente será a própria vazão corrigida.

2.1.6 Análise psicrométrica

A análise psicrométrica permite, por meio da análise termodinâmica, em apoio com a carta psicrométrica para identificar os limites de trabalho do sistema. Assim como demonstrado pelos cálculos e carta psicrométrica a seguir pode-se definir o valor total da carga térmica para o ambiente considerando os fatores de ganho de calor por insolação, condução, ocupação, iluminação e equipamentos já descritos anteriormente e também o ganho de calor devido ao sistema de renovação e tratamento de ar proposto pelo trabalho.

Os volumes de controle, sentido do fluxo de ar e demais características do sistema proposto estão apresentados nos diagramas esquemáticos das a seguir.

Figura 5 – Diagrama esquemático do sistema



Fonte: Autoria Própria

2.1.7 Potência para Lâmpada UV-C

Define-se a potência e tempo de exposição necessários da lâmpada UV-C para que atinja os níveis de 99% de desinfecção de acordo com a metodologia proposta por CORREA et.al 2020 a seguir.

$$I = \frac{P}{A} \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

I é a intensidade da iluminação UV-C;
P é a potência nominal da lâmpada (w);
A é a área iluminada pela lâmpada;

$$t = \frac{D}{I} \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

t é o tempo de exposição necessário;

D é a energia necessária para desinfetar 99% dos vírus e bactérias;

I é intensidade de radiação do sistema.

2.2 CÁLCULOS DOS DUTOS DE AR

2.2.1 Dimensões dos dutos de ar

Seguindo as orientações da NBR 16401, as medidas dos dutos foram definidas através das equações 5, 6 e 7 abaixo. Onde sabendo a vazão e a velocidade ideal no interior dos dutos, é possível encontrar o diâmetro circular do duto, e através deste, com uso de tabelas de conversão ou fórmula específica, encontrar a dimensão retangular equivalente.

Equação 5

$$A = \frac{V}{v}$$

Onde:

A é a área da seção transversal do duto (m²);

V é a vazão no interior do duto (m³/s);

v é a velocidade do ar no interior do duto (m/s).

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

Equação 6

Onde:

D é o diâmetro circular do duto (m);

A é a área da seção transversal do duto (m²).

$$dc = 1,30 \times \frac{(a \cdot b)^{0,625}}{(a + b)^{0,250}}$$

Equação 7

Onde:

dc é o equivalente circular de um duto retangular de igual capacidade e atrito (mm);

a é o comprimento de um lado do duto retangular (mm);

b é o comprimento do lado adjacente do duto retangular (mm).

2.2.2 Perda de carga no interior dos dutos

Para cálculo da perda de carga no interior dos dutos, foi utilizado método da igual perda de carga, onde, auxiliado por tabelas e fórmula (citada abaixo) retiradas da NBR 6401:1980, são encontradas as pressões dinâmicas e pressões de resistência (perda de carga) nas tubulações.

Equação 8

$$Pr = L \times Pv$$

Onde:

Pr é a pressão de resistência;

L é o comprimento do duto;

Pv é a pressão dinâmica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 ANÁLISE DO SALÃO E CLIMA LOCAL

O salão a ser climatizado, encontra-se no município de Cambuci, região noroeste do estado do Rio de Janeiro na Avenida Manoel Gomes, nº 555, Centro.

O local é o segundo andar de uma residência, onde foi construído um espaço gourmet com churrasqueira de 103,19 m² para realização de festividades com capacidade máxima estimada de 60 pessoas. A edificação possui uma pintura externa clara e com cortina de vidro transparente com persianas.

Segundo os dados do primeiro semestre de 2020 do Instituto Nacional de Meteorologia a cidade de Cambuci está localizada a uma altitude de 46 metros a cima do nível do mar, com temperatura de bulbo seco máxima, neste período, de 37 °C registrada no dia 12 de janeiro do referente ano. Além de uma umidade relativa do ar de 79,5% na média do mesmo período de tempo.

3.2 COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DAS SUPERFÍCIES

Verificados no ambiente alvo do estudo os materiais e geometrias, os coeficientes de transferência de calor para as superfícies estão representados pela

Tabela 1 a seguir. Os valores de condutividade térmica dos materiais envolvidos foram retirados da NBR 16401 e INCROPERA, Frank.

Tabela 1 - Coeficiente Global de Transferência de Calor das Superfícies

Coefficiente Global de Transferência de Calor	
Paredes	3,099 Kcal/c.m ² .°C
Teto	2,412 Kcal/c.m ² .°C
Piso	2,91 Kcal/c.m ² .°C
Janelas	5,27 Kcal/c.m ² .°C
Churrasqueira	2,06 Kcal/c.m ² .°C

Fonte: Autoria Própria

3.3 CÁLCULO DA CONDUÇÃO DE CALOR PELAS SUPERFÍCIES

Tomando como base a temperatura externa máxima de 37°C e temperatura interna objetiva de 24°C, os valores de ganho de calor por condução são dados pela *Tabela 2*.

Tabela 2 – Ganho de Calor por Condução

Condução de Calor pelas Superfícies (Kcal/h)	
Parede Norte	256,04
Parede Leste	522,47
Parede Sudeste	259,03
Parede Sul (Interna)	156,26
Parede Sudoeste (Interna)	222,30
Parede Oeste	243,23
Parede Noroeste	146,85
Parede Noroeste (Interna)	33,91
Piso	1351,31
Teto	1886,76
Janela Leste	410,89
Janela Sudeste	204,35
Janela Oeste	183,61
Churrasqueira	364,32
Total de Calor por condução	6241,33

Fonte: Autoria Própria

3.4 GANHO DE CALOR NAS SUPERFÍCIES POR INSOLAÇÃO

O cálculo da carga térmica apresentado no memorial está para as 15 horas. Pois este horário é onde a carga térmica atinge seu ápice, escolhendo a combinação que atinge valor mais crítico sendo está a superfície a Oeste. Os valores de diferença de temperatura para dado horário de acordo com a cor da superfície foram retirados da metodologia TRANE.

Tabela 3 – Ganho de Calor por Insolação

Ganho de Calor por Insolação (Kcal/h)	
Superfícies a Leste	
Telhado	3185,94
Superfícies a Oeste	
Parede	90,81
Janela	1087,11
Telhado	3036,94
Superfície a Sudeste	
Telhado	3185,94
Ganho Total de Calor por Insolação	4214,51

Fonte: Autoria Própria

3.5 GANHO DE CALOR POR ILUMINAÇÃO

A dissipação de potência verificada pela iluminação do ambiente que é constituída por módulos led. Sendo 26 unidades e 36 unidades de 7 e 3W de potência, respectivamente. Os valores do ganho de calor por essa dissipação estão apresentados na *Tabela 4*.

Tabela 4 – Ganho de Calor por Iluminação

Ganho de Calor por Iluminação LED (Kcal/h)	
Lâmpada Led 7W	128,26
Lâmpada Led 3W	99,85
Total de Calor por Iluminação	228,11

Fonte: Autoria Própria

3.6 GANHO DE CALOR POR EQUIPAMENTOS

O ganho de calor por equipamentos eletro mecânicos é dado pela

Tabela 5.

Tabela 5 – Ganho de Calor por equipamentos eletromecânicos

Ganho de calor por Equipamento (Kcal/h)	
Freezer - 124W	106,64

Fonte: Autoria Própria

3.7 GANHO DE CALOR POR PESSOAS

Para uma lotação do ambiente definida com 60 pessoas e a atividade exercida, para fins de escolha de parâmetros de norma, como “Salão de Baile”. O ganho de calor por ocupação é mostrado na *Tabela 6*.

Tabela 6 – Ganho de Calor por Ocupação

Ganho de Calor por Ocupação (Kcal/h)	
Calor Sensível	5218,9
Calor Latente	8401,1
Calor Total por ocupação	13620

Fonte: Autoria Própria

3.7.1 Ganho de calor total do ambiente

Então os valores totais de carga térmica para o ambiente, excluindo valores referentes a renovação de ar, estão dispostos na *Tabela 7*.

Tabela 7 – Ganho de Calor Total do Ambiente

Ganho de Calor total (Kcal/h)	
Condução	6241,33
Insolação	4214,52
Iluminação	228,11
Equipamentos	106,64
Ocupação	13620
Total	24410,6

Fonte: Autoria Própria

3.8 VAZÕES DE AR DE INSUFLAÇÃO, RENOVAÇÃO E RECIRCULAÇÃO

A vazão de insuflação é a quantidade de ar necessária na saída da evaporadora para atingir a temperatura definida no projeto.

A vazão de renovação foi definida a partir da NBR 16401 – 3. Foi escolhido o nível 3 de qualidade do ar interno seguindo a tabela 1 da NBR 16401-3 e o ambiente foi classificado como “Bar, salão de coquetel” para fins de escolha de parâmetros da norma.

A vazão de recirculação, então, passa a ser a diferença entre a vazão de insuflação e a vazão ar de renovação.

Estas estão dispostas na

Tabela 8.

Tabela 8 – Vazões de Insuflação, Renovação e Recirculação

Vazões de Ar - Sistema de Renovação	
Vazão de Insuflação	518,09 l/s
Vazão Eficaz de Renovação	486,5 l/s
Vazão de Recirculação	113,85 l/s

Fonte: Autoria Própria

3.8.1 Análise psicrométrica

Definida uma condição de 90% de umidade para o ar insuflado e uma entalpia de 113,38 Kj/Kg, utilizando as condições de contorno de temperatura e umidade do ar externo e ar interno objetivado, pode-se definir uma temperatura de insuflação de 10°C. Assim, o sistema opera entre os pontos 3 e 4 do diagrama esquemático da *Figura 5*.

Então a carga térmica total é a diferença das entalpias desse ponto de acordo com a dedução a seguir.

$$Q_{total} = m (h_3 - h_4) = 1865,15 (118,38 - 27)$$

$$= 170439,4 \frac{KJ}{h} \text{ ou } 40736 \frac{Kcal}{h} \text{ ou } 161545,38 \text{ BTU/h}$$

3.9 ESCOLHA DOS EQUIPAMENTOS DE CLIMATIZAÇÃO

Foram escolhidos 3 equipamentos de 56000 BTU da marca Carrier, do tipo cassete, identificados pelo fabricante como modelos de evaporadora 40KVCB60C5 e condensadora 38CCVA60515MC. Totalizando 168000 BTU, suficiente para atender os valores da carga térmica não simplificada definida pelo presente trabalho.

O modelo cassete foi escolhido principalmente devido à compatibilidade arquitetônica do ambiente que apresenta rebaixo em gesso e iluminação embutida. Além de melhor qualidade na insuflação por possuir quatro saídas de ar. Fazendo com que um modelo, por exemplo, piso-teto ficasse excessivamente perto dos ocupantes podendo gerar desconforto por velocidade de insuflação muito alta por não haver distância para difusão do jato de ar.

3.10 ESCOLHA DOS FILTROS

Devido ao grande número de casos durante os picos da doença juntamente com a contínua necessidade de atender as intercorrências hospitalares cotidianas, não foi possível com que todas as cidades e regiões dedicassem um hospital ao atendimento exclusivo de casos de COVID-19. Gerando assim a necessidade de dentro da mesma instalação hospitalar separar as áreas de atendimento para que não houvesse o contágio de pessoas que já estariam enfrentando outra condição clínica.

Então, segundo FERNANDES et.al, 2020 a utilização de um sistema de filtragem HEPA com pressão negativa possibilitou a diminuição da carga viral dentro dos ambientes exclusivos para pacientes com COVID-19 e o não escape do ar contaminado para o exterior do recinto.

Assim, fora escolhido um filtro do tipo HEPA do tipo H13, com retenção de 99,97 de partículas $\geq 0,3 \mu\text{m}$ e perda de carga final de 600Pa, para a retenção de possíveis aerossóis presentes no ar interno no sistema de recirculação. Juntamente com um filtro grosso da categoria G2 para preservar a filtro HEPA retendo partículas maiores que 20 μm e perda de carga final igual a 120Pa. (GOUVEIA et.al, 2011)

3.11 UTILIZAÇÃO E ESCOLHA DA LUZ UV-C

A luz UV, especialmente, a do espectro C, que abrange o comprimento de onda na faixa de 250 nm se mostra altamente eficaz para o combate da proliferação e desinfecção de vírus e bactérias. A eficácia do seu efeito de desinfecção está diretamente ligada a distância em que a luz está incidindo, a potência da luz e também ao tempo de exposição da superfície a luz (BRIONES et.al, 2020).

A luz UV-C atua fazendo a degradação do DNA ou RNA da bactéria ou vírus fazendo com que a ação dele, caso entre em contato com o corpo humano seja extremamente reduzida ou inexistente. (CORREA et. al, 2020).

Segundo CORREA et. al, 2020 diz que para garantir 99% de desinfecção em uma superfície sólida a fonte de luz deve estar no máximo a 8 pés de distância e possuir 2460 J/m² de energia para superfícies sólidas.

Então para uma lâmpada de 95 W e filtro HEPA de dimensões 36 cm x 27,5 cm, tem-se um tempo de incidência de 4s sobre a superfície e a ser desinfetada.

3.12 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE INSUFLAÇÃO E RECIRCULAÇÃO DE AR

Os dutos de ar foram dimensionados de acordo com as vazões ideias calculadas para o projeto e a velocidade do ar nos dutos, de acordo com a NBR 6401 / NBR 16401 : 2. Foram consideradas também a vazão máxima (1968 m³/h) do ventilador selecionado e a pressão máxima de trabalho (439 mmca). Para as curvas de 90°, foi adotada a razão entre o raio e o diâmetro do duto igual a 0,5. Isto significa que o raio da curvatura corresponde à metade do diâmetro (maior lado das medidas retangulares) do duto.

Tabela 9 – Detalhamento do duto de captação do ar externo.

Detalhamento do duto de captação de ar externo	
Vazão do ar de retorno	1751,3 m ³ /h
Diâmetro circular do duto	454 mm
Medida retangular equivalente	500 x 350mm
Comprimento	22,5m
Curvas	4
Grelhas	6
Filtro Hepa	0
Filtro G2	1
Velocidade do ar	3 m/s
Perda de carga (Pressão de resistência)	12,85mmca

Fonte: Autoria Própria

Tabela 10 - Detalhamento do duto de retorno/recirculação de ar.

Detalhamento do duto de retorno/recirculação de ar	
Vazão do ar de retorno	113,85m ³ /h
Diâmetro circular do duto	116mm
Medida retangular equivalente	120 x 90mm
Comprimento	22,5m
Curvas	3

Grelhas	8
Filtro Hepa	1
Filtro G2	1
Velocidade do ar	3 m/s
Perda de carga (Pressão de resistência)	93,63mmca

Fonte: Autoria Própria

Tabela 11 - Detalhamento do duto de insuflação de ar.

Detalhamento do duto de insuflação de ar	
Vazão do ar de retorno	1865,15 m ³ /h
Diâmetro circular do duto	374mm
Medida retangular equivalente	425 x 275mm
Comprimento	22,5m
Curvas	4
Grelhas	6
Filtro Hepa	0
Filtro G2	0
Velocidade do ar	5 m/s
Perda de carga (Pressão de resistência)	47,55mmca

Fonte: Autoria Própria

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo o dimensionamento de um sistema de climatização e renovação de ar para um *ambiente gourmet* de 103,19 m² para realização de festividades com capacidade de 60 pessoas na cidade de Cambuci.

Desta forma, foi possível obter valores precisos de carga térmica e vazões para renovação para o ambiente. Observados as características físicas do local e das atividades desenvolvidas. Os equipamentos foram escolhidos e posicionados para que melhor se atendessem a demanda térmica e eficiência não excluindo o apelo arquitetônico do ambiente.

Foi definido uma carga térmica de 161545,38 BTU/h supridos com 3 aparelhos Split de 56000, totalizando 168000 BTU/h. Atendendo de forma suficiente a demanda estipulada por projeto.

O sistema de renovação de ar foi elaborado às luzes das normas técnicas vigentes e o sistema de filtragem contra aerossóis foi discutido através de bibliografias que estudaram o efeito de filtragem HEPA e incidência de luz UV-C para desinfecção, aplicadas ao cenário de pandemia.

Assim, definiram-se as vazões de insuflação de 518,06 l/s ou 1865,15 m³/h e vazão eficaz de renovação de 486,5 l/s ou 1751,3 m³/h. Sendo a vazão de recirculação a diferença entre as duas, ou seja, 31,56 l/s ou 113,85 m³/h. Para isso foi definido o ventilador modelo VC-400, fabricante Ideal Ventiladores, que atende a vazão necessária, bem como a perda de carga de 154mmca ou 1509 Pa gerada pelo escoamento através dos dutos e também causada pelos filtros.

O sistema de recirculação, responsável pela filtragem do ar interno, teve como objetivo possibilitar a retenção e desinfecção de vírus e bactérias. Para a retenção foi utilizado um filtro HEPA e para desinfecção foi utilizada uma lâmpada UV-C de 95W capaz de fazer a degradação de RNA ou DNA em 4 segundos de exposição. Como o tempo de exposição da superfície a luz é igual ao tempo de utilização do sistema de climatização, normalmente utilizado por horas torna suficiente o tempo de exposição da luz a superfície do filtro. Filtros G2 foram utilizados para reter partículas na admissão do ar de renovação e para preservar o filtro HEPA. O layout final da instalação do sistema de climatização e estão representados nas Figura 6 e

Fonte: Autoria Própria

Figura 7 a seguir.

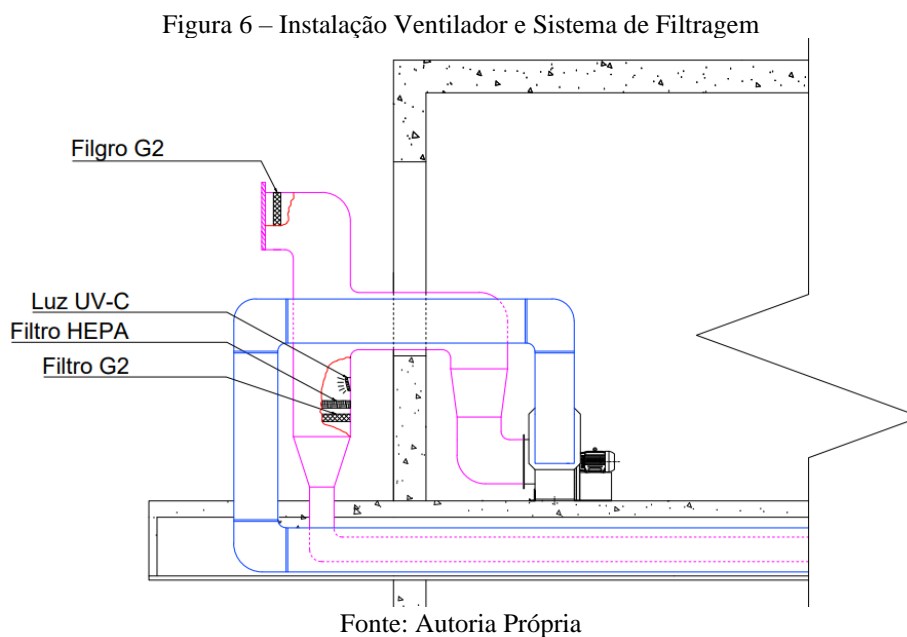
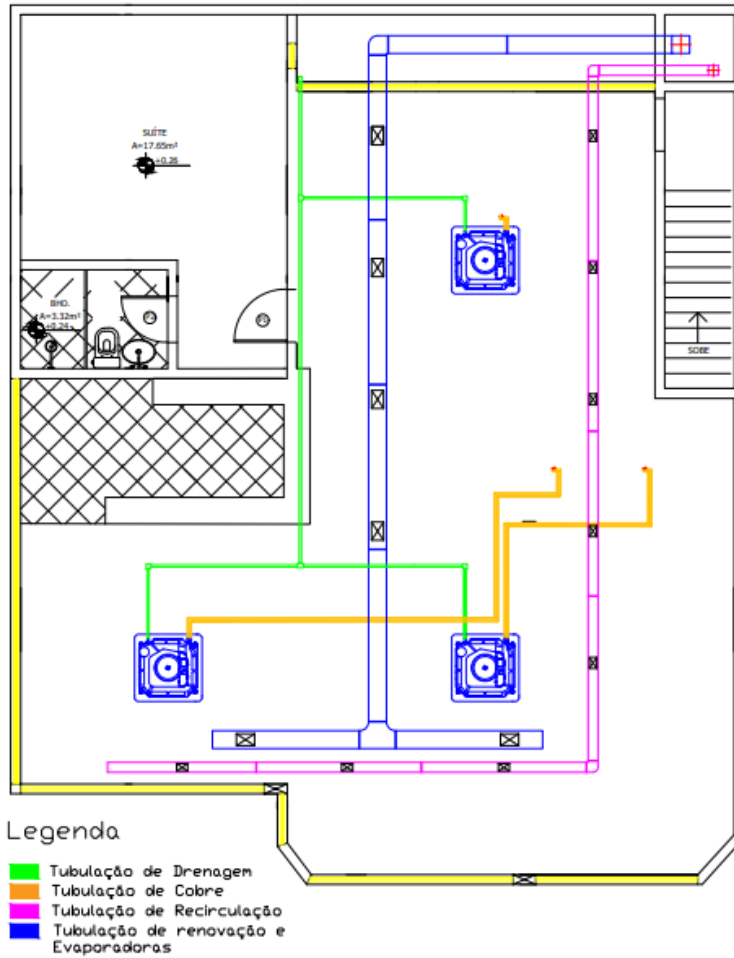


Figura 7 – Planta da Edificação com Tubulação e Evaporadoras



Fonte: Autoria Própria

REFERENCIAS

ABNT NBR. **ABNT NBR 16401 - Partes 1; 2 e 3. Instalações de Ar Condicionado - Instalações Centrais e Unitárias**, 2008.

ANDERSON, Elizabeth L.; TURNHAM, Paul; GRIFFIN, John R.; *et al.* Consideration of the Aerosol Transmission for COVID-19 and Public Health. **Risk Analysis**, v. 40, n. 5, p. 902–907, 2020.

BRIONES CANDÓ, Natali Alejandra. Luz ultravioleta para desinfección en áreas de salud, frente al covid-19. revisión de literatura. *Odontología Activa Revista Científica*, v. 5, n. 3, p. 111–118, 2020.

CARRIER, *The Launch of Carrier Air Conditioning Company*
Disponível em <<http://www.williscarrier.com/1903-1914.php>>. Acesso em junho de 2021.

CREDER, H. **Instalações de Ar Condicionado. 6ª ed. LTC**, 2004.

CORREA, Melissa; MERA, Sabrina; GUACHO, Fabián; et al. Desinfección mediante el uso de luz UV-C germicida en diferentes medios como estrategia preventiva ante la COVID-19. *Minerva*, v. 1, n. 2, p. 46–53, 2020.

DUARTE, Raimundo Nonato. UM MODELO PARA A TRANSMISSÃO DE DOENÇAS EM INTERIORES VIA AEROSSÓIS RESPIRATÓRIOS. 2003.

INCROPERA, Frank; DEWITT, David. **Fundamentos da Transferência de Calor e Massa**. Sexta Edição. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2008.

PASSOS, Júlio César. CARNOT E A SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA. p. 13,

Resolução - REn°9, de 16 de janeiro de 2003. [s.l.: s.n., s.d.].

STOECKER, W.F.; JABARDO, J.M.S. **Refrigeração Industrial**. 2ª ed. São Paulo: Editora Blucher, 2002.

GOVEIA, Vania Regina. STRATEGIES FOR IMPLEMENTATION OF ENVIRONMENTAL CONTROLS TO PREVENT THE SPREAD OF TUBERCULOSIS IN HEALTH CARE SETTINGS. p. 5, .

ÇENGEL, Yunus A. **Termodinâmica**. 7º Edição. [s.l.]: The McGraw-Hill Companies, 2013.