



**PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO
(RENOVAÇÃO DE AR)**

MEMORIAL DE CÁLCULO

Solicitante: Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais

Local: Campus Ubá - MG

Data: 08/2020

Instalação: Climatização (Infraestrutura de tubulação - Ar Condicionado)

Projeto: Renovação de ar (Ventilação mecânica)

Solicitado: Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais

Local: Reitoria – Juiz de Fora - MG

Contato: (32) 3257-4140

Data: 08/2020

Profissional: Lucas Amaral Barbosa

Habilitação/Cargo: Engenheiro Mecânico

CREA: MG-246685/D

Email: lucas.barbosa@ifsudestemg.edu.br

2020

2020

SUMÁRIO

- 1.0 OBJETIVO
- 2.0 DOCUMENTAÇÃO RELACIONADA AO PROJETO
- 3.0 PARÂMETROS E NORMATIVAS PARA O DIMENSIONAMENTO
- 4.0 CONDIÇÕES LOCAIS
- 5.0 ESCOLHA DO SISTEMA
- 6.0 PREMISSAS PARA DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA
- 7.0 CÁLCULO DA CARGA TÉRMICA
- 8.0 RENOVAÇÃO DE AR
- 9.0 QUANTITATIVOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

1.0 OBJETIVO

Esta memória de cálculo tem por objetivo o dimensionamento do sistema de climatização (Infraestrutura ar condicionado) e renovação de ar (ventilação mecânica) para o Campus Ubá do IF Sudeste MG localizado no estado de Minas Gerais. O fornecimento dos equipamentos de ar condicionado está previsto pelo IF SUDESTE MG - Campus Ubá-MG, portanto o dimensionamento para climatização, consta neste documento apenas para compor e orientar a execução do projeto, sendo assim, o objetivo principal deste documento é a infraestrutura e o projeto de **renovação de ar** complementar a climatização.

2.0 DOCUMENTAÇÃO RELACIONADA AO PROJETO

Os documentos utilizados como fonte de dados confiáveis para o dimensionamento dos sistemas e a composição do projeto estão listados abaixo:

2.1 DOCUMENTOS

- LEVANTAMENTO ARQUITETÔNICO (Reforma e adequação)
- PROJETO ELÉTRICO
- PROJETO CLIMATIZAÇÃO / RENOVAÇÃO DE AR

3.0 PARÂMETROS E NORMATIVAS PARA O DIMENSIONAMENTO

As normas, leis e resoluções utilizadas como referência para dimensionamento do sistema de ar condicionado e ventilação em questão estão listadas abaixo:

- **NBR-16401-1** – Instalações de ar condicionado – Sistemas Centrais e Unitários
– Parte 1 – Projeto das Instalações
- **NBR-16401-2** – Instalações de ar condicionado – Sistemas Centrais e Unitários
– Parte 1 – Parâmetros de Conforto
- **NBR-16401-3** – Instalações de ar condicionado – Sistemas Centrais e Unitários
– Parte 3 – Qualidade do ar interior
- **NBR 15220** - Desempenho térmico de edificações

- **ASHRAE** – American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
- **SMACNA** – Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association
- **AHRI** – Air Conditioning, Heating and Refrigerating Institute
- **Lei Federal 13.589 de 04/01/18**
- **Portaria nº 3.523/GM**, de 28 de agosto de 1998
- **ANVISA - Resolução - RE nº 9**, de 16 de janeiro de 2003

4.0 CONDIÇÕES LOCAIS

As condições locais foram consideradas para Ubá/MG, determinadas pela tabela A.6 da norma NBR-16401-1:

- Altitude Média: 338 m.
- Temperatura Bulbo seco: 32°C.
- Temperatura Bulbo Úmido: 22,6°C. (Freq. Anual 1%).
- Temperatura Mín./Max.: 11,5°C / 33°C
- Umidade relativa do ar (média): 60%

5.0 ESCOLHA DO SISTEMA

O sistema complementar à climatização correspondente a renovação de ar para o Campus Ubá, foi escolhido com base nas orientações da norma NBR 16401 que estabelece os critérios de filtragem, pressão, temperatura, umidade e renovação do ar.

6.0 PREMISSAS PARA DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

O conjunto de insufladores está previsto para climatização de um prédio térreo (1 pavimento) destinado a ocupação de alunos (ambiente escolar) e trabalhadores em repartições similares a escritórios.

6.1 Equipamentos por ambiente e número de pessoas por ambiente

Com relação ao cálculo da carga térmica referente ao sistema de ar condicionado, foi adotado como premissa, as definições de layout dos ambientes, posicionamento dos móveis internos, previsão de ocupação em cada recinto e informações gerais repassadas

pelo Campus Ubá-MG. O detalhamento para o número de pessoas por ambiente e o quantitativo de equipamentos por ambiente, estão descritos em; DADOS DE ENTRADA PARA O CÁLCULO DA CARGA TÉRMICA.

6.2 Coeficiente de transmissão de calor

Os valores (Coeficientes Globais de Transmissão de Calor U (kcal/(h.m².°C)), são referentes a Tabela 3.3 do livro *Instalações de ar condicionado Autor Helio Creder 6º Edição*.

Obs: O "U" informado para os vidros se refere apenas a condução. Para radiação é utilizado Coeficientes de Transmissão do Calor Solar Através de Vidros (Fator Solar), que variam em função da orientação geográfica, horário solar e época do ano.

Para o coeficiente global de transmissão de calor os valores abaixo foram adotados em função das características físicas do prédio térreo.

$U = 5,45$ [w/m²k], Coeficiente global de transmissão de calor para vidros comuns;

$U = 1,39$ [w/m²k] Coeficiente global de transmissão de calor para tetos/lajes;

$U = 1,39$ [w/m²k] Coeficiente global de transmissão de calor para telhados;

$U = 3,24$ [w/m²k] Coeficiente global de transmissão de calor para portas;

$U = 1,85$ [w/m²k] Coeficiente global de transmissão de calor para concreto;

$U = 2,10$ [w/m²k] Coeficiente global de transmissão de calor tij/paredes internas;

$U = 2,90$ [w/m²k] Coeficiente global de transmissão de calor tij/paredes externas;

6.3 Condições externas recomendadas

Para as condições externas recomendadas para o verão (Tabela 2.2 – *Helio Creder 6º Edição*), conforme a norma NBR 16401-2, os valores adotados para todos os casos são:

Região Sudeste	TBS	TBU	T máx
Belo Horizonte (MG)	32 C°	24 C°	35,5 C°

6.4 Condições de conforto

Para as condições internas de conforto térmico (*Helio Creder 6º Edição*), conforme a norma NBR 16401-2, os valores adotados para todos os casos são:

	<i>Recomendável</i>		<i>Máxima</i>	
	<i>TBS</i>	<i>UR</i>	<i>TBS</i>	<i>UR</i>
<i>Escolas</i>	<i>23 a 25 C°</i>	<i>40 a 60</i>	<i>26,5 C°</i>	<i>65</i>
		<i>UMIDADE</i>		<i>Clo</i>
<i>ABNT 16401</i>	<i><0,20 m/s</i>	<i>< 0,012 Kg H2O/Kg ar</i>	<i>1,0 – 1,3</i>	<i>0,5 – 1,0</i>

Para maior conforto térmico estamos adotando os valores:

- Temperatura de bulbo seco: 22°C.
- Umidade relativa: 50%.

Para maior conforto acústico (Tabela 2.6 – *Helio Creder 6ª Edição*):

Finalidade do local	dBa
Escolas	35 a 45

6.5 Constantes do ar

- $\gamma = 1,17$ a $1,22$ [kg/m³], peso específico do ar;
- $c = 0,24$ [kcal/(kg.°C)], calor específico do ar.

7.0 CÁLCULO DA CARGA TÉRMICA

Todos os cálculos foram realizados por planilhas elaboradas em Excel, utilizando como referência o livro *Instalações de ar condicionado Autor Helio Creder 6ª Edição* e normativas da ABNT (16401 / 15220).

7.1 CARGA TÉRMICA EXTERNA

Carga térmica/transferência de calor (parede);

Tabela B.3 - Densidade de massa aparente (ρ), condutividade térmica (λ) e calor específico (c) de materiais

Material	ρ (kg/m ³)	λ (W/(m.K))	c (kJ/(kg.K))
----------	--------------------------------	------------------------	--------------------

Tabela A.1 - Resistência térmica superficial interna e externa.

R_{si} (m ² .K)/W			R_{se} (m ² .K)/W		
Direção do fluxo de calor			Direção do fluxo de calor		
Horizontal	Ascendente	Descendente	Horizontal	Ascendente	Descendente
⇒	⇑	⇓	⇒	⇑	⇓
0,13	0,10	0,17	0,04	0,04	0,04

$R_t = R_e + R_p + R_i$
$U = 1 / R_t$
$U =$ Coeficiente global de transmissão de calor $[w/m^2k]$ $R_t =$ Resistência térmica total $[m^2k/w]$

A sequência de cálculos para a carga térmica/transmissão de calor é executada para cada orientação (leste, oeste, norte e sul), considerando a área das janelas contidas nas paredes.

$Q = A \times U \times (T_e - T_i) \times \Delta T$

Onde:

$Q =$ Carga térmica de condução $[w]$

$A =$ Área total parede em $[m^2]$

$U =$ Coeficiente global de transmissão de calor em $[w/m^2k]$

$T_e / T_i =$ Diferença de temperatura em externa/interna $[k]$

$\Delta T =$ Acréscimo de diferencial de temperatura tabelado $[valor]$

Tabela 3.6 Acréscimo ao Diferencial de Temperatura – Δt em °F e em °C

Superfície	Cor Escura		Cor Média		Cor Clara	
	°F	°C	°F	°C	°F	°C
Telhado	45	25,0	30	16,6	15	8,3
Parede E ou O	30	16,6	20	11,1	10	5,5
Parede N	15	8,3	10	5,5	5	2,7
Parede S	0	0	0	0	0	0

$R_p = e / k \times A$

$A =$ Área da parede $[m^2]$

$e =$ Espessura da parede $[m]$

$R_p =$ Resistência térmica dos materiais que compõe a parede $[k/w]$

$k =$ Condutividade térmica $[w/m k]$

$Q = \Delta T / R_p$

$Q =$ Carga térmica de radiação

$\Delta T =$ Diferença de temperatura externa e interna $[k]$

Carga térmica de condução dos vidros;

$$Q = A (\Delta T \times U_{\text{vidro}} \times F_s \times R_s)$$

A = Área total das janelas [m^2]

ΔT = Temperatura externa/interna [k]

F_s = Fator solar do vidro (Tabelado)

U_{vidro} = Coeficiente de transmissão de calor solar do vidro [w/m^2k]

R_s = Coeficiente de radiação/transmissão solar (maior valor) [w/m^2]

Carga térmica devido a infiltração;

$$q = (h_e - h_i) \times \gamma \times Q_v$$

q = Carga térmica de infiltração [$kj/h * 0,27$] = [w]

$h_e - h_i$ = Entalpias relativas as temperaturas [k] externas/internas - Tabelado [kj/kg]

γ = Massa específica do ar [$1,17$ a $1,22$ kg/m^3]

Q_v = Vazão de infiltração - Tabelado [m^3/h]

Carga térmica devido a ventilação mecânica

$$q_v = \gamma \times c_{p\text{ar}} \times Q_{\text{ren}} \times (T_e - T_i)$$

q_v = Carga térmica de ventilação [w]

$c_{p\text{ar}}$ = [$1,004$]

γ = [$1,2$]

Q_{ren} = Vazão eficaz [m^3/h]

$T_e - T_i$ = Temperatura externa/interna em Kelvin [k]

7.2 CARGA TÉRMICA INTERNA

Carga térmica devido as pessoas (Calor sensível e calor latente)

$$Q_p = N (q_s + q_l)$$

Q_p = Carga térmica devido as pessoas [w]

N = Número previsto de pessoas no ambiente

$q_s + q_l$ = Calor sensível e calor latente liberado pelas pessoas - Tabelado[w]

ABNT NBR 16401

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		

Carga térmica devido a equipamentos;

$$Q_e = n \times Pot$$

Q_e = Carga térmica referente aos equipamentos/computadores [w]

n = Número de equipamentos

Pot = Potência dissipada pelos equipamentos [w]

Carga térmica devido a iluminação;

$$Q_i = n \times Pot$$

Q_i = Carga térmica referente a iluminação [w]

n = Número de lâmpadas

Pot = Potência dissipada pelas lâmpadas[w]

7.3 DADOS DE ENTRADA PARA O CÁLCULO DA CARGA TÉRMICA

Segue relacionado por ambiente os dados de entrada para o cálculo da carga térmica, incluindo a estimativa de ocupação, equipamentos, orientação geográfica, área de paredes, janelas, piso e teto; e ventilação. Os resultados da carga térmica serão apresentados em uma planilha. Para calcular a ventilação necessária por pessoa foi considerado os parâmetros da norma NBR-16401; ANVISA.

Ambientes dentro do escopo do cálculo da carga térmica e renovação de ar

Pavimento 1 (térreo)

- Administrativo (Sala 1 – 38,53 m²)
- Biblioteca (Sala de aula 2 – 39,71 m²)
- Laboratório de informática (Sala 3 – 47,62 m²)
- Sala de aula (Sala 4 – 67,93 m²)
- Sala de aula (Sala 5 – 56,95 m²)
- Sala dos professores (Sala 6 – 27,78 m²)
- Direção/Coordenação de ensino (Sala 7 – 28,16 m²)

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUDESTE DE MINAS GERAIS
REI-DIRETORIA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA

LEVANTAMENTO DA CARGA TÉRMICA									
09/04/2020 17:30									
Responsável técnico Lucas Amaral Barbosa									
Favorecido: Latitude 21° 07' 15" S Cond conf/adt TBS [C°] 22 Cond Térm λ [w/mk] 1,15-0,70									
Longitude 42° 56' 35" W UR [%] UR; 50% Temp ext [k] 305									
Altitude 338m γ (ar) [kgm.3] 1,2 Temp int [k] 295									
IFMG - Campus Ubá MG TBS [C°] 32 c (ar) [kcal/(kg.°C)] 0,24									
TBU [C°] 22,6 TBS [C°] 32 22 U _{ph} [w/m2k] 2,9 R _{tj} [m2k/w] 0,344827586									
Temperatura mín [C°] 11,5 TBU [C°] 25,4 15,3 P.vapor [kPa] 2,85 1,32									
Temperatura máx [C°] 33 TPO [C°] 23,3 11,1 P.vapor.sat [kPa] 4,76 2,64									
1 Freq anual 1% UR [%] 60 50 P.atm [kPa] 96,900 97,400									
Sala - Administrativo Cond ext [C°] (24 - 32) 32 Raz.Mist [kg/kg] 0,01888 0,00856 Entalp [kj/kg] 80,48 43,88									
Cond conf [C°] (23 - 26,5) 23 G.sat 0,59 0,49 Vol.Esp [m3/kg] 0,931 0,882									
Fontes e referências de Transfêrencia de calor									
Exterior (Paredes) Cálculo da carga térmica Unid									
1.1 - Norte									
R. térmica parede e [m] λ [w/mk] Ap [m2] Aj [m2] Ap-Aj									
0,300 1,1 35 7 28 Rtp 0,00974									
Rt Re [tab] Rp Ri [tab] U [w/m2k] 2,9									
0,34 0,13 0,17 0,04									
Q rad Text[k] Tint[k] Δt[k] Rtp[k/w] Qrad 1026,67									
305 295 10 0,00974									
Q c.parede U [w/m2k] Ap [m2] Aj Text[k] Tint[k] Δt Qcp 1012,83									
2,90 35,5 8 305 295 2,7									
1.2 - Sul									
R. térmica parede e [m] λ [w/mk] Ap [m2] Aj [m2] Ap-Aj									
0,160 1,1 35 0 35 Rtp 0,00416									
Rt Re [tab] Rp Ri [tab] U [w/m2k] 2,1									
0,411 0,13 0,24 0,04									
Q rad Text[k] Tint[k] Δt[k] Rtp[k/w] Qrad 240,63									
296 295 1 0,00416									
Q c.parede U [w/m2k] Ap [m2] Aj Text[k] Tint[k] Δt Qcp 149,10									
2,10 35,5 0 297 295 0									
1.3 - Leste									
R. térmica parede e [m] λ [w/mk] Ap [m2] Aj [m2] Ap-Aj									
0,160 1,1 11 0 11 Rtp 0,01322									
Rt Re [tab] Rp Ri [tab] U [w/m2k] 2,1									
0,411 0,13 0,24 0,04									
Q rad Text[k] Tint[k] Δt[k] Rtp[k/w] Qrad 75,63									
296 295 1 0,01322									
Q c.parede U [w/m2k] Ap [m2] Aj Text[k] Tint[k] Δt Qcp 196,88									
2,10 12,5 0 297 295 5,5									
1.4 - Oeste									
R. térmica parede e [m] λ [w/mk] Ap [m2] Aj [m2] Ap-Aj									
0,160 1,1 11 0 11 Rtp 0,01322									
Rt Re [tab] Rp Ri [tab] U [w/m2k] 2,1									
0,33 0,13 0,16 0,04									
Q rad Text[k] Tint[k] Δt[k] Rtp[k/w] Qrad 831,88									
306 295 11 0,01322									
Q c.parede U [w/m2k] Ap [m2] Aj Text[k] Tint[k] Δt Qcp 406,88									
2,10 12,5 0 305 295 5,5									
TOTAL 3940,47									
Exterior (Janelas) VARIÁVEIS [W] [Btu/h]									
1.5 - Norte									
Q rad Aj [m2] Text[k] Tint[k] Δt U [tab] Fs*Rs Q 1533,75									
7,5 305 295 10 5,45 150									
1.6 - Sul									
Q rad Ap [m2] Text[k] Tint[k] Δt U [tab] Fs*Rs Q 0									
0 305 295 10 5,45 190									
1.7 - Leste									
Q rad Ap [m2] Text[k] Tint[k] Δt U [tab] Fs*Rs Q 0									
0 305 295 10 5,45 190									
1.8 - Oeste									
Q rad Ap [m2] Text[k] Tint[k] Δt U [tab] Fs*Rs Q 0									
0 305 295 10 5,45 190									
TOTAL 1533,75									
Exterior (Infiltração) VARIÁVEIS [W] [Btu/h]									
1.9 - janelas q inf [kj/h] he [kj/kg] hi [kj/kg] v [kg/m3] Qv [m3/h] Q 36,18									
kj/h 0,2777 305,22 295,17 1,2 3 Q 10,047186									
1.10 - portas q inf [kj/h] he [kj/kg] hi [kj/kg] v [kg/m3] Qv [m3/h] Q 20,094372									
kj/h 0,2777 305,22 295,17 1,2 6 Q 30,14									
TOTAL 30,14									
INTERIOR (Pessoas) VARIÁVEIS [W] [Btu/h]									
Qp N° [unid] qs [w] qt [w] Qp 805 2748									
7,00 70 45									
INTERIOR (Equip) VARIÁVEIS [W] [Btu/h]									
Qe N° [unid] Pot [w] Qe 525 1792,42									
7,00 75									
INTERIOR (Lâmpada) VARIÁVEIS [W] [Btu/h]									
Ql N° [unid] Pot [w] Qe 360 1229,09									
10,00 36									
INTERIOR (Vent. renov) VARIÁVEIS [W] [Btu/h]									
Qvv Fp [L/s*pass] N Fs [L/s*m2] A [m2] /1000 Qvv 191 3605,13									
m3/s 3600 5,00 6 0,6 38,53 0,053118									
m3/h 191									
Qvv v [kg/m3] cp [1,004] Qvv Text[k] Tint[k] Qvv 1055,94									
1,10 1,004 191 300 295									
Equipamento indicado [Capacidade BTU/h] Modelo Tensão UNID SubTotal*FS/Carga Térmica Total BTU/h 28167,64									
30000 BTU/h Split High Wall 220V 1 TR 2,35									

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUDESTE DE MINAS GERAIS
REI-DIRETORIA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA

LEVANTAMENTO DA CARGA TÉRMICA									
09/04/2020 17:30									
Responsável técnico Lucas Amaral Barbosa									
Favorecido:									
Latitude		21° 07' 15" S		Cond conf adt		TBS [C°]		22	
Longitude		42° 56' 35" W		UR [%]		UR: 50%		Cond Térm	
Altitude		338m		γ (ar) [kg/m3]		1.2		Temp ext [k]	
TBS [C°]		32		c (ar) [kcal/(kg·°C)]		0.24		Temp int [k]	
TBU [C°]		22.6		TBS [C°]		32		22	
Temperatura mín [C°]		11.5		TBU [C°]		25.4		15.3	
Temperatura máx [C°]		33		TPO [C°]		23.3		11.1	
Freq anual		1%		UR [%]		60		50	
Cond ext [C°] (24 - 32)		32		Raz.Mist [kg/kg]		0.01888		0.00856	
Cond conf [C°] (23 - 26,5)		23		G.sart		0.59		0.49	
								Up[h/m2k]	
								2.1	
								Rt[m2k/w]	
								0.476190476	
								P.vapor.sat [kPa]	
								2.85	
								1.32	
								P.vapor.sat [kPa]	
								4.76	
								2.64	
								P.atm [kPa]	
								96.900	
								97.400	
								Entalp [kJ/kg]	
								80.48	
								43.88	
								Vol.Esp [m3/kg]	
								0.931	
								0.882	
Fontes e referências de									
Transferência de calor									
Exterior (Paredes)									
Cálculo da carga térmica									
variáveis									
Unid									
[W]									
[Btu/h]									
1.1 - Norte									
R. térmica parede									
e [m]		λ [w/mk]		Ap[m2]		Aj[m2]		Ap-Aj	
0,160		1,1		19		5,7		15,3	
Rt		Re [tab]		Rp		Ri [tab]		Rtp	
0,34		0,13		0,17		0,04		Ufwm2k]	
Q rad		Text[k]		Tint[k]		Δt[k]		Rtp[k/w]	
305		295		10		0,00951		Qrad	
Q c.parede		Ufwm2k]		Ap[m2]		Aj		Text[k]	
2,90		19,99		3,7		305		295	
								Δt	
								2,7	
								Qcp	
								599,96	
1.2 - Sul									
R. térmica parede									
e [m]		λ [w/mk]		Ap[m2]		Aj[m2]		Ap-Aj	
0,160		1,1		19		0		19	
Rt		Re [tab]		Rp		Ri [tab]		Rtp	
0,47		0,13		0,30		0,04		Ufwm2k]	
Q rad		Text[k]		Tint[k]		Δt[k]		Rtp[k/w]	
296		295		1		0,00766		Qrad	
Q c.parede		Ufwm2k]		Ap[m2]		Aj		Text[k]	
2,10		19		0		297		295	
								Δt	
								0	
								Qcp	
								79,80	
1.3 - Leste									
R. térmica parede									
e [m]		λ [w/mk]		Ap[m2]		Aj[m2]		Ap-Aj	
0,300		1,1		26,68		0		26,68	
Rt		Re [tab]		Rp		Ri [tab]		Rtp	
0,47		0,13		0,30		0,04		Ufwm2k]	
Q rad		Text[k]		Tint[k]		Δt[k]		Rtp[k/w]	
296		295		1		0,01022		Qrad	
Q c.parede		Ufwm2k]		Ap[m2]		Aj		Text[k]	
2,10		26,68		0		297		295	
								Δt	
								5,5	
								Qcp	
								420,21	
1.4 - Oeste									
R. térmica parede									
e [m]		λ [w/mk]		Ap[m2]		Aj[m2]		Ap-Aj	
0,160		1,1		26,68		0		26,68	
Rt		Re [tab]		Rp		Ri [tab]		Rtp	
0,47		0,13		0,30		0,04		Ufwm2k]	
Q rad		Text[k]		Tint[k]		Δt[k]		Rtp[k/w]	
296		295		1		0,00545		Qrad	
Q c.parede		Ufwm2k]		Ap[m2]		Aj		Text[k]	
2,10		26,68		0		296		295	
								Δt	
								5,5	
								Qcp	
								364,18	
								2927,90	
Exterior (Janelas)									
VARIÁVEIS									
[W]									
[Btu/h]									
1.5 - Norte									
Q rad									
Aj[m2]		Text[k]		Tint[k]		Δt		U[tab]	
3,7		305		295		10		5,45	
								Fs*Rs	
								150	
								Q	
								756,65	
1.6 - Sul									
Q rad									
Ap[m2]		Text[k]		Tint[k]		Δt		U[tab]	
0		305		295		10		5,45	
								Fs*Rs	
								190	
								Q	
								0	
1.7 - Leste									
Q rad									
Ap[m2]		Text[k]		Tint[k]		Δt		U[tab]	
0		305		295		10		5,45	
								Fs*Rs	
								190	
								Q	
								0	
1.8 - Oeste									
Q rad									
Ap[m2]		Text[k]		Tint[k]		Δt		U[tab]	
0		305		295		10		5,45	
								Fs*Rs	
								190	
								Q	
								0	
TOTAL									
756,65									
Exterior (Infiltração)									
VARIÁVEIS									
[W]									
[Btu/h]									
1.9 - janelas									
q inf [kJ/h]									
k/h		he[kj/kg]		hi[kj/kg]		v[kg/m3]		Qv(m3/h)	
0,2777		305,22		295,17		1,2		3	
								Q	
								36,18	
1.10 - portas									
q inf [kJ/h]									
k/h		he[kj/kg]		hi[kj/kg]		v[kg/m3]		Qv(m3/h)	
0,2777		305,22		295,17		1,2		6	
								Q	
								10,047186	
								72,36	
								20,094372	
								30,14	
TOTAL									
102,91									
INTERIOR (Pessoas)									
VARIÁVEIS									
[W]									
[Btu/h]									
Qp									
N°[unid]		qs[w]		ql[w]					
13,00		70		45					
								Qp	
								1495	
5104									
INTERIOR (Equip)									
VARIÁVEIS									
[W]									
[Btu/h]									
Qe									
N°[unid]		Pot [w]							
15,00		75							
								Qe	
								1125	
3840,90									
INTERIOR (lâmpada)									
VARIÁVEIS									
[W]									
[Btu/h]									
Ql									
N°[unid]		Pot [w]							
12,00		36							
								Qe	
								432	
1474,91									
INTERIOR (Vent. renov)									
VARIÁVEIS									
[W]									
[Btu/h]									
Qvv									
m3/s		Fp[L/s*pass]		N		Fs [L/s*m2]		A[m2]	
3600		5,00		12		0,6		39,71	
								/1000	
								0,083826	
								Qvv	
								302	
5689,29									
m3/h		cp [1,004]		Qvv		Text[k]		Tint[k]	
302		1,004		302		300		295	
								qvv	
								1666,39	
Equipamento indicado (Capacidade BTU/h)									
Modelo		Tensão		UNID		SubTotal*FS/Carga Térmica Total BTU/h		28791,71	
30000 BTU/h		Split High Wall		220V		1		TR	
								2,40	

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUDESTE DE MINAS GERAIS
REI-DIRETORIA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA

LEVANTAMENTO DA CARGA TÉRMICA																			
09/04/2020 17:30																			
Responsável técnico Lucas Amaral Barbosa																			
Favorecido:																			
Latitude		21°07' 15" S		Cond conf adt		TBS [C°]		22		Cond Térm		λ [w/mk]							
Longitude		42°56' 35" W		UR [%]		UR: 50%				Temp ext [k]		1,15-0,70							
Altitude		338m		γ (ar) [kgm3]		1,2				Temp int [k]		305							
TBS [C°]		32		c (ar) [kcal/(kg.°C)]		0,24				Up[w/m2k]		2,9							
TBU [C°]		22,6		TBS [C°]		32		22		Rt[m2k/w]		0,344827586							
Temperatura mín [C°]		11,5		TBU [C°]		25,4		15,3		P.vapor[kPa]		2,85							
Temperatura máx [C°]		33		TPO [C°]		23,3		11,1		P.atm [kPa]		4,76							
Freq anual		1%		UR [%]		60		50		P.atm [kPa]		96,900							
Cond ext [C°] (24 - 32)		32		Raz.Mist [kg/kg]		0,01888		0,00856		Entalp [kJ/kg]		80,48							
Cond conf [C°] (23 - 26,5)		23		G.sat		0,59		0,49		Vol.Esp [m3/kg]		0,931							
Fontes e referências de										Cálculo da carga térmica		Unid							
Transferência de calor										variáveis		[W] [Btu/h]							
Exterior (Paredes)																			
I.1 - Norte																			
R. térmica parede		e [m]		λ [w/mk]		Ap[m2]		Aj[m2]		Ap-Aj		Rtp							
		0,260		1,1		25		6,16		18,84		0,01255							
Rt		Re [tab]		Rp		Ri [tab]													
0,34		0,13		0,17		0,04				Uf[w/m2k]		2,9							
Q rad		Text[k]		Tint[k]		Δt[k]		Rtp[k/w]				Qrad							
		305		295		10		0,01255				797,08							
Q c.parede		Ufwm2k		Ap[m2]		Aj		Text[k]		Tint[k]		Δt							
		2,90		25		6,16		305		295		2,7							
												Qcp							
												693,88							
I.2 - Sul																			
R. térmica parede		e [m]		λ [w/mk]		Ap[m2]		Aj[m2]		Ap-Aj		Rtp							
		0,260		1,1		25		0		25		0,00945							
Rt		Re [tab]		Rp		Ri [tab]													
0,34		0,13		0,17		0,04				Uf[w/m2k]		2,1							
Q rad		Text[k]		Tint[k]		Δt[k]		Rtp[k/w]				Qrad							
		296		295		1		0,00945				105,77							
Q c.parede		Ufwm2k		Ap[m2]		Aj		Text[k]		Tint[k]		Δt							
		2,10		25		0		296		295		0							
												Qcp							
												52,50							
I.3 - Leste																			
R. térmica parede		e [m]		λ [w/mk]		Ap[m2]		Aj[m2]		Ap-Aj		Rtp							
		0,260		1,1		29,5		0		29,5		0,00801							
Rt		Re [tab]		Rp		Ri [tab]													
0,47		0,13		0,30		0,04				Uf[w/m2k]		2,9							
Q rad		Text[k]		Tint[k]		Δt[k]		Rtp[k/w]				Qrad							
		300		295		5		0,00801				624,04							
Q c.parede		Ufwm2k		Ap[m2]		Aj		Text[k]		Tint[k]		Δt							
		2,90		29,5		0		300		295		5,5							
												Qcp							
												898,28							
I.4 - Oeste																			
R. térmica parede		e [m]		λ [w/mk]		Ap[m2]		Aj[m2]		Ap-Aj		Rtp							
		0,260		1,1		29,5		0		29,5		0,00801							
Rt		Re [tab]		Rp		Ri [tab]													
0,34		0,13		0,17		0,04				Uf[w/m2k]		2,5							
Q rad		Text[k]		Tint[k]		Δt[k]		Rtp[k/w]				Qrad							
		299		295		4		0,00801				499,23							
Q c.parede		Ufwm2k		Ap[m2]		Aj		Text[k]		Tint[k]		Δt							
		2,50		29,5		0		299		295		5,5							
												Qcp							
												700,63							
												4371,39							
Exterior (Janelas)										VARIÁVEIS									
I.5 - Norte																			
Q rad		Aj[m2]		Text[k]		Tint[k]		Δt		U[tab]		Fs*Rs							
		6,16		305		295		10		5,45		150							
												Q							
												1259,72							
I.6 - Sul																			
Q rad		Ap[m2]		Text[k]		Tint[k]		Δt		U[tab]		Fs*Rs							
		0		305		295		10		5,45		190							
												Q							
												0							
I.7 - Leste																			
Q rad		Ap[m2]		Text[k]		Tint[k]		Δt		U[tab]		Fs*Rs							
		0		305		295		10		5,45		190							
												Q							
												0							
I.8 - Oeste																			
Q rad		Ap[m2]		Text[k]		Tint[k]		Δt		U[tab]		Fs*Rs							
		0		305		295		10		5,45		190							
												Q							
												0							
TOTAL												1259,72							
Exterior (Infiltração)										VARIÁVEIS									
1.9 - janelas																			
q inf [kJ/h]		he[kj/kg]		hi[kj/kg]		v[kg/m3]		Qv[m3/h]											
k/h		0,2777		305,22		295,17		1,2		3									
w										Q		36,18							
1.10 - portas																			
q inf [kJ/h]		he[kj/kg]		hi[kj/kg]		v[kg/m3]		Qv[m3/h]											
k/h		0,2777		305,22		295,17		1,2		6									
w										Q		72,36							
												20,094372							
												30,14							
TOTAL												102,91							
INTERIOR (Pessoas)										VARIÁVEIS									
Qp		N°[unid]		qs[w]		ql[w]						Qp							
		32,00		70		45						3680							
INTERIOR (Equip)										VARIÁVEIS									
Qe		N°[unid]		Pot [w]								Qe							
		20,00		80								1600							
INTERIOR (Lâmpada)										VARIÁVEIS									
Ql		N°[unid]		Pot [w]								Qe							
		16,00		36								576							
INTERIOR (Vent. renov)										VARIÁVEIS									
Qvv		Fp[L/s*pass]		N		Fs [L/s*m2]		A[m2]		/1000		Qvv							
m3/s		3600		5,00		30		0,6		67,93		0,190758							
m3/h		687										687							
qv		v[kg/m3]		cp [1,004]		Qvv		Text[k]		Tint[k]		qv							
		1,10		1,004		687		300		295		3792,12							
Equipamento indicado (Capacidade BTU/h)										Modelo		Tensão		UNID		SubTotal*FS/Carga Térmica Total BTU/h		52268,26	
30000 BTU/h										Split High Wall		220V		2		TR		4,36	

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUDESTE DE MINAS GERAIS
REI-DIRETORIA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA

LEVANTAMENTO DA CARGA TÉRMICA									
09/04/2020 17:30									
Responsável técnico: Lucas Amaral Barbosa									
Favorecido:	Latitude	21° 07' 15" S	Cond default		TBS [C°]	22	Cond Term		λ [w/mk]
	Longitude	42° 56' 35" W			UR [%]	UR: 50%			1,15-0,70
IFMG - Campus Ubá MG	Altitude	338m	γ (ar) [kgm3]		1,2		Temp ext [K]		305
	TBS [C°]	32	c (ar) [kcal/kg°C]		0,24		Temp int [K]		296
	TBU [C°]	22,6	TBS [C°]	32	22	Uplw/m2k]	2,9	Rtjm2k/w]	0,344827586
	Temperatura mín [C°]	11,5	TBU [C°]	25,4	15,3	P.vapor[kPa]	2,85		1,32
5 Sala de aula 2	Temperatura máx [C°]	33	TPO [C°]	23,3	11,1	P.vapor.sat [kPa]	4,76		2,64
	Freq anual	1%	UR [%]	60	50	P.atm [kPa]	96,900		97,400
	Cond ext [C°] (24 - 32)	32	Raz.Mist [kg/kg]	0,01888	0,00856	Entalp [kJ/kg]	80,48		43,88
	Cond conf [C°] (23 - 26,5)	23	G.sat	0,59	0,49	Vol.Esp [m3/kg]	0,931		0,882
Fontes e referências de Transferência de calor									
Exterior (Paredes)									
Cálculo da carga térmica									
Unid									
variáveis									
[W]									
[Btu/h]									
1.1 - Norte									
R. térmica parede	e [m]	λ [w/mk]	Ap[m2]	Aj[m2]	Ap-Aj				
	0,160	1,1	26,5	0	26,5	Rtp	0,00549		
Rt	Re [tab]	Rp	Ri [tab]						
0,34	0,13	0,17	0,04			Ufwm2k]	2,1		
Q rad	Textf[k]	Tintf[k]	Δt [k]	Rtp[k/w]				Qrad	182,19
	296	295	1	0,00549					
Q c.parede	Ufwm2k]	Ap[m2]	Aj	Textf[k]	Tintf[k]	Δt		Qcp	205,91
	2,10	26,5	0	296	295	2,7			
1.2 - Sul									
R. térmica parede	e [m]	λ [w/mk]	Ap[m2]	Aj[m2]	Ap-Aj				
	0,260	1,1	26,5	0	26,5	Rtp	0,00892		
Rt	Re [tab]	Rp	Ri [tab]						
0,34	0,13	0,17	0,04			Ufwm2k]	2,9		
Q rad	Textf[k]	Tintf[k]	Δt [k]	Rtp[k/w]				Qrad	1009,04
	304	295	9	0,00892					
Q c.parede	Ufwm2k]	Ap[m2]	Aj	Textf[k]	Tintf[k]	Δt		Qcp	500,85
	2,10	26,5	0	304	295	0			
1.3 - Leste									
R. térmica parede	e [m]	λ [w/mk]	Ap[m2]	Aj[m2]	Ap-Aj				
	0,260	1,1	24,96	9,4	15,56	Rtp	0,01519		
Rt	Re [tab]	Rp	Ri [tab]						
0,47	0,13	0,30	0,04			Ufwm2k]	2,9		
Q rad	Textf[k]	Tintf[k]	Δt [k]	Rtp[k/w]				Qrad	526,65
	303	295	8	0,01519					
Q c.parede	Ufwm2k]	Ap[m2]	Aj	Textf[k]	Tintf[k]	Δt		Qcp	609,17
	2,90	24,96	9,4	303	295	5,5			
1.4 - Oeste									
R. térmica parede	e [m]	λ [w/mk]	Ap[m2]	Aj[m2]	Ap-Aj				
	0,260	1,1	24,96	0	24,96	Rtp	0,00947		
Rt	Re [tab]	Rp	Ri [tab]						
0,34	0,13	0,17	0,04			Ufwm2k]	2,1		
Q rad	Textf[k]	Tintf[k]	Δt [k]	Rtp[k/w]				Qrad	633,60
	301	295	6	0,00947					
Q c.parede	Ufwm2k]	Ap[m2]	Aj	Textf[k]	Tintf[k]	Δt		Qcp	602,78
	2,10	24,96	0	301	295	5,5			4270,19
Exterior (Janelas)									
VARIÁVEIS									
[W]									
[Btu/h]									
1.5 - Norte									
Q rad	Aj[m2]	Textf[k]	Tintf[k]	Δt	U[tab]	Fs*Rs			
	0	305	295	10	5,45	150		Q	0
1.6 - Sul									
Q rad	Ap[m2]	Textf[k]	Tintf[k]	Δt	U[tab]	Fs*Rs			
	0	305	295	10	5,45	190		Q	0
1.7 - Leste									
Q rad	Ap[m2]	Textf[k]	Tintf[k]	Δt	U[tab]	Fs*Rs			
	9,4	300	295	5	5,45	190		Q	2042,15
1.8 - Oeste									
Q rad	Ap[m2]	Textf[k]	Tintf[k]	Δt	U[tab]	Fs*Rs			
	0	305	295	10	5,45	190		Q	0
TOTAL									
									2042,15
Exterior (Infiltração)									
VARIÁVEIS									
[W]									
[Btu/h]									
1.9 - janelas									
q inf [kj/h]	he[kj/kg]	hi[kj/kg]	γ [kg/m3]	Qv[m3/h]					
kj/h	0,2777	305,22	295,17	1,2	6				
w						Q	72,36		
1.10 - portas									
q inf [kj/h]	he[kj/kg]	hi[kj/kg]	γ [kg/m3]	Qv[m3/h]					
kj/h	0,2777	305,22	295,17	1,2	12			Q	20,094372
w						Q	144,72		
						Q	40,188744		
TOTAL									
									60,28
INTERIOR (Pessoas)									
VARIÁVEIS									
[W]									
[Btu/h]									
Qp	N°[unid]	qsf[w]	ql[w]					Qp	3450
	30,00	70	45						11779
INTERIOR (Equip)									
VARIÁVEIS									
[W]									
[Btu/h]									
Qe	N°[unid]	Pot [w]						Qe	160
	2,00	80							546,26
INTERIOR (Lâmpada)									
VARIÁVEIS									
[W]									
[Btu/h]									
Ql	N°[unid]	Pot [w]						Qe	540
	15,00	36							1843,63
INTERIOR (Vent. renov)									
VARIÁVEIS									
[W]									
[Btu/h]									
Qvv	Fp/L[s*pass]	N	Fs [L/s*m2]	A[m2]	/1000			Qvv	627
m3/s	3600	5,00	28	0,6	56,95	0,17417			
m3/h	627								
qvv	γ [kg/m3]	cp [1,004]	Qvv	Textf[k]	Tintf[k]			qvv	3462,36
	1,10	1,004	627	300	295				
Equipamento indicado (Capacidade BTU/h)									
Modelo	Tensão	UNID	SubTotal*FS/Carga Térmica Total BTU/h		47746,61				
30000 BTU/h	Split High Wall	220V	2		TR				
3,98									

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUDESTE DE MINAS GERAIS
REI-DIRETORIA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA

LEVANTAMENTO DA CARGA TÉRMICA									
09/04/2020 17:30									
Responsável técnico Lucas Amaral Barbosa									
Favorecido: Latitude 21° 07' 15" S Cond conf admt TBS [C°] 22 Cond Térm λ [w/mk] 1,15-0,70									
Longitude 42° 56' 35" W UR [%] UR; 50% Temp ext [k] 305									
Altitude 338m γ (ar) [kg/m3] 1,2 Temp int [k] 296									
IFMG - Campus Ubá MG TBS [C°] 32 c (ar) [kcal/kg.°C] 0,24									
TBU [C°] 22,6 TBS [C°] 32 22 U _{ph} [w/m2k] 2,9 Rtj [m2k/w] 0,344827586									
Temperatura mín [C°] 11,5 TBU [C°] 25,4 15,3 P.vapor [kPa] 2,85 1,32									
Temperatura máx [C°] 33 TPO [C°] 23,3 11,1 P.vapor.sat [kPa] 4,76 2,64									
6 Freq anual 1% UR [%] 60 50 P.atm [kPa] 96,900 97,400									
Sala de professores Cond ext [C°] (24 - 32) 32 Raz.Mist [kg/kg] 0,01888 0,00856 Entalp [kJ/kg] 80,48 43,88									
Cond conf [C°] (23 - 26,5) 23 G.sat 0,59 0,49 Vol.Esp [m3/kg] 0,931 0,882									
Fontes e referências de Transfêrencia de calor									
Exterior (Paredes) Cálculo da carga térmica Unid									
1.1 - Norte									
R. térmica parede e [m] λ [w/mk] Ap[m2] Aj[m2] Ap-Aj									
0,160 1,1 24 0 24 Rtp 0,00606									
Rt Re [tab] Rp Ri [tab] Uf [w/m2k] 2,1									
0,34 0,13 0,17 0,04									
Q rad Text[k] Tint[k] Δt[k] Rtp[k/w] Qrad 165,00									
296 295 1 0,00606									
Q c.parede Uf [w/m2k] Ap[m2] Aj Text[k] Tint[k] Δt Qcp 192,93									
2,10 24,83 0 296 295 2,7									
1.2 - Sul									
R. térmica parede e [m] λ [w/mk] Ap[m2] Aj[m2] Ap-Aj									
0,160 1,1 24 0 24 Rtp 0,00606									
Rt Re [tab] Rp Ri [tab] Uf [w/m2k] 2,1									
0,34 0,13 0,17 0,04									
Q rad Text[k] Tint[k] Δt[k] Rtp[k/w] Qrad 330,00									
297 295 2 0,00606									
Q c.parede Uf [w/m2k] Ap[m2] Aj Text[k] Tint[k] Δt Qcp 104,29									
2,10 24,83 0 297 295 0									
1.3 - Leste									
R. térmica parede e [m] λ [w/mk] Ap[m2] Aj[m2] Ap-Aj									
0,160 1,1 10 0 10 Rtp 0,01455									
Rt Re [tab] Rp Ri [tab] Uf [w/m2k] 2,9									
0,47 0,13 0,30 0,04									
Q rad Text[k] Tint[k] Δt[k] Rtp[k/w] Qrad 137,50									
297 295 2 0,01455									
Q c.parede Uf [w/m2k] Ap[m2] Aj Text[k] Tint[k] Δt Qcp 181,44									
2,10 11,52 0 297 295 5,5									
1.4 - Oeste									
R. térmica parede e [m] λ [w/mk] Ap[m2] Aj[m2] Ap-Aj									
0,160 1,1 10 3,1 6,9 Rtp 0,02108									
Rt Re [tab] Rp Ri [tab] Uf [w/m2k] 2,9									
0,34 0,13 0,17 0,04									
Q rad Text[k] Tint[k] Δt[k] Rtp[k/w] Qrad 474,38									
305 295 10 0,02108									
Q c.parede Uf [w/m2k] Ap[m2] Aj Text[k] Tint[k] Δt Qcp 517,82									
2,90 11,52 0 305 295 5,5									
2103,35									
Exterior (Janelas) VARIÁVEIS									
1.5 - Norte									
Q rad Aj[m2] Text[k] Tint[k] Δt Uf [tab] Fs*Rs Q 0									
0 0 0 0 5,45 150									
1.6 - Sul									
Q rad Ap[m2] Text[k] Tint[k] Δt Uf [tab] Fs*Rs Q 0									
0 305 295 10 5,45 190									
1.7 - Leste									
Q rad Ap[m2] Text[k] Tint[k] Δt Uf [tab] Fs*Rs Q 0									
0 300 295 5 5,45 190									
1.8 - Oeste									
Q rad Aj[m2] Text[k] Tint[k] Δt Uf [tab] Fs*Rs Q 717,15									
3 304 295 9 5,45 190									
TOTAL 717,15									
Exterior (Infiltração) VARIÁVEIS									
1.9 - janelas									
q inf [kj/h] he [kj/kg] hi [kj/kg] v [kg/m3] Qv [m3/h] Q 30,15									
kj/h 0,2777 305,22 295,17 1,2 2,5									
1.10 - portas									
q inf [kj/h] he [kj/kg] hi [kj/kg] v [kg/m3] Qv [m3/h] Q 8,372655									
kj/h 0,2777 305,22 295,17 1,2 5,5									
w Q 66,33									
TOTAL Q 18,419841									
26,79									
INTERIOR (Pessoas) VARIÁVEIS									
Qp N°[unid] qs[w] ql[w] Qp 690 2356									
6,00 70 45									
INTERIOR (Equip) VARIÁVEIS									
Qe N°[unid] Pot [w] Qe 320 1092,52									
4,00 80									
INTERIOR (Lâmpada) VARIÁVEIS									
Ql N°[unid] Pot [w] Qe 216 737,45									
6,00 36									
INTERIOR (Vent. renov) VARIÁVEIS									
Qvv Fp [L/s*pass] N Fs [L/s*m2] A [m2] /1000 Qvv 103 3502,27									
m3/s 3600 4,00 3 0,6 27,78 0,028668									
m3/h 103									
qvv v [kg/m3] cp [1,004] Qvv Text[k] Tint[k] qvv 1025,81									
1,10 1,004 103 304 295									
Equipamento indicado (Capacidade BTU/h) Modelo Tensão UNID Subtotal*Fs/Carga Térmica Total 17409,05									
18000 BTU/h Split High Wall 220V 1 TR 1,45									

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUDESTE DE MINAS GERAIS
REI-DIRETORIA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA

LEVANTAMENTO DA CARGA TÉRMICA																	
09/04/2020 17:30																	
Responsável técnico: Lucas Amaral Barbosa																	
Favorecido:																	
Latitude		21° 07' 15" S		Cond confadit		TBS [C°]		22		Cond Térm		λ [w/mk]					
Longitude		42° 56' 35" W				UR [%]		UR; 50%				1,15-0,70					
Altitude		338m		γ (ar) [kgm3]		1,2		Temp ext [k]				305					
TBS [C°]		32		c (ar) [kcal/kg°C]		0,24		Temp int [k]				296					
TBU [C°]		22,6		TBS [C°]		32		22		Up[w/m2k]		2,9					
Temperatura mín [C°]		11,5		TBU [C°]		25,4		15,3		P.vapor[kPa]		2,85					
Temperatura máx [C°]		33		TPO [C°]		23,3		11,1		P.vapor.sat [kPa]		4,76					
Freq anual		1%		UR [%]		60		50		P.atm [kPa]		96,900					
Cond ext [C°] (24 - 32)		32		Raz.Mist [kg/kg]		0,01888		0,00856		Entalp [kJ/kg]		80,48					
Cond conf [C°] (23 - 26,5)		23		G.sat		0,59		0,49		Vol.Esp [m3/kg]		0,931					
7										Coordenação e Direção							
Fontes e referências de Transferência de calor										Cálculo da carga térmica		Unid					
Exterior (Paredes)										variáveis		[W]		[Btu/h]			
1.1 - Norte										R. térmica parede		e [m]		λ [w/mk]			
		0,160		1,1		24,32		0		24,32		Rtp					
		0,34		0,13		0,17		0,04		U[w/m2k]		2,1					
		296		295		1		0,00598		Qrad		167,20					
		2,10		24,32		0		296		295		2,7					
1.2 - Sul										R. térmica parede		e [m]		λ [w/mk]			
		0,160		1,1		24,32		0		24,32		Rtp					
		0,34		0,13		0,17		0,04		U[w/m2k]		2,1					
		296		295		1		0,00598		Qrad		167,20					
		2,10		24,32		0		296		295		2,7					
1.3 - Leste										R. térmica parede		e [m]		λ [w/mk]			
		0,160		1,1		11,42		1,44		9,98		Rtp					
		0,47		0,13		0,30		0,04		U[w/m2k]		2,1					
		299		295		4		0,01457		Qrad		274,45					
		2,10		11,42		1,44		299		295		5,5					
1.4 - Oeste										R. térmica parede		e [m]		λ [w/mk]			
		0,160		1,1		11,42		3,08		8,34		Rtp					
		0,34		0,13		0,17		0,04		U[w/m2k]		2,9					
		305		295		10		0,01744		Qrad		573,38					
		2,90		11,42		3,08		305		295		5,5					
TOTAL												1996,25		6815,46			
Exterior (Janelas)										VARIÁVEIS		[W]		[Btu/h]			
1.5 - Norte										Q rad		Aj[m2]		Text[k]		Tint[k]	
		0		302		295		7		5,45		150					
		Q		0													
1.6 - Sul										Q rad		Ap[m2]		Text[k]		Tint[k]	
		0		305		295		10		5,45		190					
		Q		0													
1.7 - Leste										Q rad		Ap[m2]		Text[k]		Tint[k]	
		1,44		298		295		3		5,45		190					
		Q		297,144													
1.8 - Oeste										Q rad		Aj[m2]		Text[k]		Tint[k]	
		3,08		305		295		10		5,45		190					
		Q		753,06													
TOTAL												1050,20		3585,54			
Exterior (Infiltração)										VARIÁVEIS		[W]		[Btu/h]			
1.9 - janelas										q inf [kj/h]		he[lj/kg]		hi[lj/kg]		v[kg/m3]	
		0,2777		305,22		295,17		1,2		3		Q					
		w										36,18					
1.10 - portas										q inf [kj/h]		he[lj/kg]		hi[lj/kg]		v[kg/m3]	
		0,2777		305,22		295,17		1,2		6		Q					
		w										72,36					
TOTAL												30,14		102,91			
INTERIOR (Pessoas)										VARIÁVEIS		[W]		[Btu/h]			
Qp										N°[unid]		qs[w]		ql[w]			
		4,00		70		45						Qp					
		460										1571					
INTERIOR (Equip)										VARIÁVEIS		[W]		[Btu/h]			
Qe										N°[unid]		Pot [w]					
		4,00		80								Qe					
		320										1092,52					
INTERIOR (lâmpada)										VARIÁVEIS		[W]		[Btu/h]			
Ql										N°[unid]		Pot [w]					
		6,00		36								Qe					
		216										737,45					
INTERIOR (Vent. renov)										VARIÁVEIS		[W]		[Btu/h]			
		Qvv		Fp[L/s*pass]		N		Fs [L/s*m2]		A[m2]		/1000					
		3600		5,00		7		0,6		28,16		0,051896					
		187										Qvv					
		187										187					
		Qvv		v[kg/m3]		cp [1,004]		Qvv		Text[k]		Tint[k]					
		1,10		1,004		187		300		295		Qvv					
		1031,65										3522,20					
Equipamento indicado (Capacidade BTU/h)										Modelo		Tensão		UNID		SubTotal*FS/Carga Térmica Total	
		18000 BTU/h		Split High Wall		220V		1		TR		17426,58					
												1,45					

7.4 CARGA TÉRMICA TOTAL

A carga térmica do sistema é a somatória do quantitativo de calor para todas as condições mencionadas, em toneladas de refrigeração (TR).

A razão entre TR e kcal/h é

1TR ~ 12000 BTU/h - *TOTAL; 288000 BTU/h - 24 TR*

1TR ~ 3,5137 KW

1TR ~ 3024 kcal/h

8.0 RENOVAÇÃO DE AR

Cálculo de vazão eficaz mínima de ar de ventilação

$$Q_{ren} = [(F_p \times N) + (F_a \times A)]/1000$$

Q_{ren} = Vazão eficaz de ar exterior [L/s]

F_p = Vazão por pessoa [L/s**pers*]

N = Número máximo de pessoas na zona de ventilação

F_a = Vazão por área útil ocupada [L/s*m²]

A = Área útil ocupada pelas pessoas

ABNT NBR 16401

Local	D pessoas/ 100 m ²	Nível 1		Nível 2		Nível 3		Exaustão mecânica L/s* m ^{2 a}
		F _p L/s* <i>pers.</i>	F _a L/s*m ²	F _p L/s* <i>pers.</i>	F _a L/s*m ²	F _p L/s* <i>pers.</i>	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

Correção da vazão eficaz mínima de ar de externo (eficiência)

$$Q_s = Q_{ren} / E_z$$

Q_s = Vazão de ar exterior a ser suprida

Q_{ren} = Vazão eficaz de ar exterior [L/s]

E_z = Eficiência da distribuição do ar na zona (Tabelado)

Tabela 2 — Eficiência da distribuição de ar nas zonas de ventilação

Configuração 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 1,4 m do piso à velocidade de 0,8 m/s	1,0
Insuflação de ar frio pelo piso e retorno pelo forro, desde que o jato de ar insuflado alcance uma distância de 1,4 m ou mais do piso à velocidade de 0,8 m/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

Fonte – ANSI/ASHRAE 62.1: 2004.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUDESTE DE MINAS GERAIS
REI-DIRETORIA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA

Dados do dimensionamento de referência para especificação dos insufladores

DIMENSIONAMENTO PARA VENTILAÇÃO E TOMADA DE AR EXTERNO - RENOVAÇÃO DE AR										
23/07/2020 17:25										
Responsável técnico Lucas Amaral Barbosa										
Favorecido: INSITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUDESTE DE MINAS GERAIS - Campus UBÁ - MG										
IFMG - Campus Ubá MG										
DIMENSIONAMENTO DE REFERÊNCIA PARA ESPECIFICAÇÃO DOS INSUFLADORES										
AMBIENTES PARA RENOVAÇÃO DE AR										
1	Sala - Administrativo	Q _v v		F _p [L/s*pe	N	F _s [L/s*m2]	A[m2]	/1000	m3/h	
		m3/s	3600	5,00	7	0,6	3,5	0,0371	Q _v v	74,20
		m3/h	74	38,53	13,4855	35	100	0,35	Q _s (0,8)	93
2	Sala de aula - Biblioteca	Q _v v		F _p [L/s*pe	N	F _s [L/s*m2]	A[m2]	/1000	m3/h	
		m3/s	3600	5,00	12	0,6	24,0	0,074	Q _v v	148,80
		m3/h	149	39,71	13,8985	35	100	0,23826	Q _s (0,8)	186
3	Sala de aula - Lab. Informática	Q _v v		F _p [L/s*pe	N	F _s [L/s*m2]	A[m2]	/1000	m3/h	
		m3/s	3600	5,00	24	0,6	44,0	0,146	Q _v v	293
		m3/h	293	47,62	16,667	35	100	0,35	Q _s (0,8)	366,00
4	Sala de aula 1	Q _v v		F _p [L/s*pe	N	F _s [L/s*m2]	A[m2]	/1000	m3/h	
		m3/s	3600	5,00	35	0,6	65,0	0,214	Q _v v	428,00
		m3/h	428	67,93	23,7755	35	100	0,35	Q _s (0,8)	535
5	Sala de aula 2	Q _v v		F _p [L/s*pe	N	F _s [L/s*m2]	A[m2]	/1000	m3/h	
		m3/s	3600	5,00	30	0,6	55,0	0,183	Q _v v	366,00
		m3/h	366	56,95	19,9325	35	100	0,35	Q _s (0,8)	458
6	Sala de professores	Q _v v		F _p [L/s*pe	N	F _s [L/s*m2]	A[m2]	/1000	m3/h	
		m3/s	3600	5,00	6	0,6	10,0	0,036	Q _v v	72,00
		m3/h	72	27,78	9,723	35	100	0,35	Q _s (0,8)	90
7	Coordenação e Direção	Q _v v		F _p [L/s*pe	N	F _s [L/s*m2]	A[m2]	/1000	m3/h	
		m3/s	3600	5,00	3	0,6	6,0	0,0186	Q _v v	37,20
		m3/h	37	28,16	9,856	35	100	0,35	Q _s (0,8)	47

1 AR CONDICIONADO					
1.1 INFRAESTRUTURA					
1.1.1	97330	SINAPI	TUBO EM COBRE FLEXÍVEL, DN 5/8", COM ISOLAMENTO, INSTALADO EM RAMAL DE ALIMENTAÇÃO DE AR CONDICIONADO COM CONDENSADORA INDIVIDUAL -FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	60
1.1.2	97329	SINAPI	TUBO EM COBRE FLEXÍVEL, DN 1/2", COM ISOLAMENTO, INSTALADO EM RAMAL DE ALIMENTAÇÃO DE AR CONDICIONADO COM CONDENSADORA INDIVIDUAL -FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	10
1.1.3	97328	SINAPI	TUBO EM COBRE FLEXÍVEL, DN 3/8", COM ISOLAMENTO, INSTALADO EM RAMAL DE ALIMENTAÇÃO DE AR CONDICIONADO COM CONDENSADORA INDIVIDUAL -FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	60
1.1.4	97327	SINAPI	TUBO EM COBRE FLEXÍVEL, DN 1/4" COM ISOLAMENTO, INSTALADO EM RAMAL DE ALIMENTAÇÃO DE AR CONDICIONADO COM CONDENSADORA INDIVIDUAL FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	10
1.2 DRENAGEM					
1.2.1	89865	SINAPI	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM DRENO DE AR-CONDICIONADO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	M	55
1.3 RENOVAÇÃO DE AR					
1.3.1	00000230	Próprio	INSUFLADOR DE AR COMPACTO PARA TOMADA DE AR EXTERNO COM FILTRO - SICFLUX/SPLITVENT/BIVOLT/FURO 100 MM - ACIONAMENTO POR SENSOR DE PRESENÇA/INTERRUPTOR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UNID	20
1.3.2	070837	SBC	GRELHA DE RETORNO FIXA EM ALUMINIO ALETAS HORIZ.500X400MM	UN	7

9.0 QUANTITATIVOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

As máquinas foram selecionadas conforme os resultados encontrados neste documento para carga térmica e vazão de ar necessária. Para a seleção dos equipamentos foi observado tanto a capacidade de ventilação quanto a vazão de ar insuflada (m³/h). Sendo necessário atender aos dois parâmetros simultaneamente. Também é necessário observar as potências e características de ventilação dos equipamentos disponíveis no mercado, sendo necessário sempre selecionar equipamentos com parâmetros adequados ao dimensionamento.

Após a instalação e alimentação elétrica dos insufladores, deverá ser configurado o sensor de acionamento conforme a disponibilidade do timer respeitando as orientações do fabricante. Cada ambiente (sala), deve ser garantido o funcionamento simultâneo dos insufladores para que a vazão total seja atingida. Não será admitido em hipótese alguma que os insufladores de ar tenham o funcionamento independente. Após a conclusão da instalação, deverá ser gerado um relatório técnico da execução e conclusão do serviço. Serão de fornecimento da contratante, quer constem ou não nos desenhos referentes a cada um dos serviços, o seguinte material:

- Materiais para complementação de tubulação tais como: braçadeiras, chumbadores, parafusos, porcas, arruelas, reduções, materiais de vedação para rosca, graxas, etc.
- Materiais para uso geral tais como: eletrodo de solda elétrica, oxigênio, acetileno, estopas, folhas de serra, brocas, ponteiros, etc.
- Materiais de acabamento, conexões elétricas e proteção da instalação.

JUIZ DE FORA, 06 de agosto de 2020

Lucas Amaral Barbosa

Engenheiro Mecânico

CREA MG: /D



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUDESTE DE MINAS
GERAIS

null N° 131/2020 - DIRENGREI (11.01.06.01)

N° do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO

Juiz de Fora-MG, 20 de Agosto de 2020

14.10 - _MEMORIAL_DE_CLCULO_-_CLIMATIZAO.pdf

Total de páginas do documento original: 23

(Assinado digitalmente em 20/08/2020 10:57)

LUCAS AMARAL BARBOSA

ENGENHEIRO-AREA

3146944

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sig.ifsudestemg.edu.br/documentos/>
informando seu número: **131**, ano: **2020**, tipo: **null**, data de emissão: **20/08/2020** e o código de
verificação: **f9d8380576**