METRÔ DF		Folha nº_____ Processo nº_____ Rubrica_____Matr_____

REGIÃO ADM.	**Geral**
ENDEREÇO	**Geral**
AUTOR:	**Cláudia Cristina Barbosa do Santos**
CONFERIDO	**Onisley Oliveira Pinto**
VISTO	**Giovanni Quirino de Freitas**

AUTOR	14872/D-DF ART
CONFERIDO	20427/D-DF ART
VISTO	11619/D-GO ART

USO INTERNO

Esta verificação não esgota as ocorrências que venham a ser levantadas à qualquer tempo. Caso aprovado, representa uma aceitação básica da peça técnica e não isenta os autores do cumprimento das exigências contratuais especificadas.

NÃO APROVADO ☐ APROVADO ☐

Parecer nº _____ Parecer nº _____

Data _____ Data _____

Assinatura(s) e Carimbo(s)

USO EXTERNO

ENCAMINHAMENTO

DOCUMENTO DE ORIGEM

DESTINAÇÃO

☐ ARQUIVO
☐ PROCESSO
☐ IMPLANTAÇÃO

Rub_____

Matr_____

		UNIDADE DE CONSTRUÇÃO / SISTEMA E SUBSISTEMA **Prédio de Serviços Gerais – Bloco C**
		REGIÃO / TRECHO **Complexo de Manutenção**
MODO **METRÔ**	LINHA **-**	ESPECIALIDADE / SUBESPECIALIDADE / COMPONENTE DE SISTEMA **Projeto Complementar**
ETAPA **BÁSICO**	ÁREA **-**	TIPO / ESPECIFICAÇÃO DO DOCUMENTO **Memorial de Cálculo - Bloco C (Arquivo Central) - Climatização**
ESCALA **SEM**	FOLHA **12**	
DATA **31/03/2017**	REVISÃO **0**	CODIFICAÇÃO **MC.5/67.9A/I8.022**

METRÔ DF		Folha nº________________________________
		Processo nº_____________________________
		Rubrica_________________Matr____________

Nº	MODIFICAÇÕES	DATA	METRÔ		
			AUTOR	CONFER.	VISTO
0	Emissão Inicial				

Obs 1: Os campos deverão ser identificados pela rubrica e iniciais dos seus responsáveis.
Obs 2: Todas as rubricas e iniciais devem ser previamente identificadas junto ao Metrô-DF.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 4

2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA 4

3 LEVANTAMENTO DE CARGA TÉRMICA 4

3.1 CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE EXTERNO 4
3.2 CARGA TÉRMICA EMITIDA POR EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS 6
3.3 CARGA TÉRMICA EMITIDA PELAS LUMINÁRIAS 7
3.4 CARGA TÉRMICA DEVIDO ÀS PAREDES, JANELAS, TETO E PISO 7
3.5 CARGA TÉRMICA DEVIDO ÀS PORTAS ENTRE AMBIENTES 8
3.6 CARGA TÉRMICA DEVIDO AO FATOR DE OCUPAÇÃO 9

4 CARGA TÉRMICA TOTAL 9

5 CONCLUSÕES 10

1 INTRODUÇÃO

Este documento faz referência à estimativa de dimensionamento da carga térmica do sistema de ar condicionado para a climatização de ambientes do Bloco C, do Complexo de Manutenção da Companhia do Metropolitano do Distrito Federal.

Os ambientes a serem climatizados neste estudo de conforto térmico compõem o Bloco C. A construção terá piso térreo e será composto pelos seguintes ambientes, conforme desenho DE.5/67.9A/E1.060:

Tabela 1: Ambientes em estudo

Ambiente	Área (m²)	Altura (m)	Ocupação
Atendimentos / Circulação	45,03	2,74	05
Recepção e Cadastro	27,15	2,74	02
Triagem e Higienização	58,83	2,74	07
Arquivo	192,82	2,74	----

2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Foram utilizados os desenhos disponibilizados pela Divisão de Projetos de Engenharia e Arquitetura e Urbanismo, com as informações constantes nos mesmos, para o levantamento de carga térmica dos ambientes em estudos. São estes:

- DE.5/67.9A/E1.060 – *Layout*;
- DE.5/67.9A/E1.062 – Arquitetura;
- DE.5/67.9A/E1.064 – Cortes AA e BB;
- DE.5/67.9A/E1.066 – Planta de Forro;
- DE.5/67.9A/J2.013 – Planta Baixa de Drenos Bloco C; e
- Recomendações para construção e adaptação de Arquivos - Ministério da Fazenda - 2014.

3 LEVANTAMENTO DE CARGA TÉRMICA

3.1 Características do ambiente externo

Com a finalidade de determinar as condições de conforto térmico internamente aos ambientes que serão climatizados, torna-se necessário a caracterização dos aspectos

climáticos e psicrométricos do local onde o projeto de climatização dos ambientes será implantado. Dessa forma, segundo a norma ABNT NBR 16401-1: 2008, Anexo A, para a cidade de Brasília, têm-se:

Tabela 2: Dados Climáticos

Cidade	**Brasília**
Temperatura de Bulbo Seco – Extrema no verão	32,1ºC
Temperatura de Bulbo Seco - Máxima	34,2ºC
Temperatura de Bulbo Úmido – Extrema no verão	21,9ºC
Temperatura de Bulbo Úmido – Extrema no inverno	9,8 ºC
Umidade Relativa	51%
Umidade Absoluta – Verão	17,6 g/kg de ar seco
Umidade Absoluta – Inverno	5,3 g/kg de ar seco
Pressão Atmosférica Local	89,21 kPa

Na estimativa de dimensionamento da carga térmica de cada ambiente, consideraram-se as informações e os desenhos fornecidos pela Divisão de Projetos de Engenharia e Arquitetura e Urbanismo. Nesses havia as áreas das janelas de cada sala, a estimativa de quantidade de aparelhos eletrônicos, o tipo de iluminação, as áreas dos pisos, as dimensões de portas e as áreas e tipos de teto.

De posse dessas informações, pode-se calcular a estimativa de carga térmica referente a cada ambiente individualmente, uma vez que o tipo de climatização será individual para cada qual.

Assim, foram estimadas as cargas térmicas devido à presença de janelas, considerando-se insolação e transmissão e a presença de proteção externa "*brise*"; devido à quantidade de calor transmitida ao ambiente pelo teto, paredes, portas e piso; e a carga térmica devido à ocupação de pessoas e suas atividades em cada ambiente; além de outras fontes de calor devido ao uso de aparelhos eletrônicos e à presença das luminárias que emitem calor ao ambiente.

O principal objetivo da climatização do ambiente de trabalho é alcançar as condições de conforto térmico para os ambientes internos, definidas pela carta psicrométrica pelos parâmetros de temperatura de T_{amb} = 24ºC e $U_{relativa}$ = 50%.

3.2 Carga térmica emitida por equipamentos eletrônicos

Foi estimada a carga térmica em cada ambiente pela emissão de calor de aparelhos eletrônicos previstos, de acordo com a tabela 3 a seguir.

Tabela 3: Equipamentos eletrônicos presentes nos ambientes a serem climatizados

Ambiente	Nº de computadores	Nº de impressoras	Nº de projetores
Atendimentos / Circulação	05	01	----
Recepção e Cadastro	02	01	----
Triagem e Higienização	----	----	----
Arquivo	----	----	----

De acordo com informações fornecidas pela Divisão de Projetos de Engenharia e Arquitetura e Urbanismo e os desenhos de *layout* e arquitetura dos ambientes, indicado anteriormente, em relação à existência de eletrônicos em cada, foram estimadas as seguintes cargas térmicas devido aos equipamentos eletrônicos para cada ambiente, de acordo com os valores normatizados na NBR 16401-2008:

Tabela 4: Carga térmica devido aos equipamentos eletrônicos

Ambiente	Carga Térmica
	Computadores, Impressoras e Projetores (BTU)
Atendimentos / Circulação	2.883,55
Recepção e Cadastro	1.296,74
Triagem e Higienização	----
Arquivo	----

Para os cálculos, de acordo com os valores normatizados na NBR 16401-1:2008, Anexo C, utilizou-se a potência de cada computador como sendo 155W, que trata-se de valor com fator de segurança alto e monitor grande, e de cada impressora como sendo 70W, que trata-se de impressora a laser de escritório, ligada em espera. O projetor, não tratado na referida norma, foi estimado com potência de 200W, valor médio localizado em pesquisa.

3.3 Carga térmica emitida pelas luminárias

Foi estimada a carga térmica em cada ambiente devido à emissão de calor das luminárias que estão previstas para cada qual, de acordo com a tabela 5 a seguir.

Tabela 5: Luminárias dos ambientes a serem climatizados

Ambiente	Lâmpadas Tipo LED
Atendimentos / Circulação	285 W
Recepção e Cadastro	195 W
Triagem e Higienização	353 W
Arquivo	1048 W

De acordo com o desenho de iluminação, indicado anteriormente, dos ambientes e a descrição das luminárias previstas para os ambientes, foram estimadas as seguintes cargas térmicas:

Tabela 6: Carga térmica devido às luminárias

Ambiente	Carga Térmica (BTU)
Atendimentos / Circulação	1.130,88
Recepção e Cadastro	773,76
Triagem e Higienização	1.400,70
Arquivo	4.158,46

3.4 Carga térmica devido às paredes, janelas, teto e piso

Estimou-se também, as fontes de calor provenientes das regiões externa e internas do prédio, considerando o calor transmitido através de paredes em contato com o ambiente externo e em contato com ambientes internos não climatizados.

Neste cálculo, considerou-se a orientação do prédio e a insolação diária de janelas nas suas direções. Considerou-se o tipo de vidro de cada janela como vidro comum, a localização geográfica das mesmas e a presença de proteção externa (“brise”), conforme observados nos desenhos, anteriormente citados, o que reduz o calor no ambiente.

No cálculo da estimativa de carga térmica devido à transmissão de calor pelas paredes considerou-se o tipo de construção das paredes externas, como construção pesada em alvenaria, e a sua orientação; além da contabilização do calor transmitido por paredes internas não climatizadas, para cada ambiente.

No caso da transmissão de calor através do teto, considerou-se como fator para cada ambiente a área sob telhado sem isolação, por se tratar de um prédio térreo.

As áreas adotadas estão descritas na tabela 7 a seguir.

Tabela 7: Áreas de janelas, paredes, piso e tetos nos ambientes a serem climatizados

Ambiente	Área de janela (m²)	Área de parede externa (m²)	Área de parede interna (m²)	Área de piso / teto (m²)
Atendimentos / Circulação	----	14,84	82,34	45,03
Recepção e Cadastro	----	16,29	----	27,15
Triagem e Higienização	----	35,35	----	58,83
Arquivo	25,50	46,72	29,43	192,82

Conforme as áreas de cada ambiente, de acordo com a tabela 7 acima, foram estimadas as seguintes cargas térmicas, descritas na tabela 8 a seguir:

Tabela 8: Carga térmica devido às janelas, paredes, teto e piso

Ambiente	Carga Térmica (BTU)			
	Janela	Paredes	Teto	Piso
Atendimentos / Circulação	----	4.954,17	8.933,95	2.322,83
Recepção e Cadastro	----	775,87	5.385,67	1.400,27
Triagem e Higienização	----	1.683,04	11.671,87	3.034,69
Arquivo	15.479,84	3.742,47	38.255,49	9.946,43

3.5 Carga térmica devido às portas entre ambientes

Estimou-se também, as fontes de calor provenientes das portas entre os ambientes, quando o ambiente a ser climatizado possui porta de acesso para um ambiente não climatizado, conforme tabela 9 abaixo:

Tabela 9: Áreas portas entre ambientes climatizados e não climatizados

Ambiente	Área de porta (m²)
Atendimentos / Circulação	10,08
Recepção e Cadastro	6,72
Triagem e Higienização	----
Arquivo	1,89

Conforme estas áreas foram estimadas as cargas térmicas foram calculadas, estando descritas na tabela 10 a seguir:

Tabela 10: Carga térmica devido às portas

Ambiente	Carga Térmica (BTU)
	Portas
Atendimentos / Circulação	5.999,62
Recepção e Cadastro	3.999,74
Triagem e Higienização	----
Arquivo	1.124,93

3.6 Carga térmica devido ao fator de ocupação

O último fator considerado na estimativa da carga térmica foi à possibilidade de ocupantes e o tipo de suas atividades. Por se tratar de prédio administrativo onde os ocupantes exercerão atividade moderada em trabalho de escritório, sem forte atividade física e durante o horário comercial foram estimados os seguintes valores de carga térmica para cada ambiente, conforme tabela 11.

Tabela 11: Carga térmica devido à ocupação

Ambientes	Nº de pessoas por ambiente	Carga térmica (BTU)
Atendimentos / Circulação	05	2.976,00
Recepção e Cadastro	02	1.190,40
Triagem e Higienização	07	4.166,40
Arquivo	----	----

Nos cálculos, de acordo com os valores normatizados na NBR 16401-1:2008, Anexo C, utilizou-se a taxa típica de calor liberado por cada ocupante como sendo 140 W, que trata-se de ocupante com atividade moderada em trabalhos de escritório.

4 CARGA TÉRMICA TOTAL

De posse das estimativas dos valores de carga térmica nos ambientes pelos diversos fatores acima descritos, pode-se estimar a carga térmica total por ambiente, demonstradas na tabela 12 a seguir:

Tabela 12: Carga térmica total por ambiente

Ambientes	Carga térmica TOTAL (BTU)
Atendimentos / Circulação	29.200,98
Recepção e Cadastro	14.822,46
Triagem e Higienização	21.956,70
Arquivo	72.707,62

5 CONCLUSÕES

Para cada ambiente, pode-se estimar a climatização que deverá ser utilizada. A climatização deverá ser executada por aparelhos de ar condicionado do tipo *split hi-wall*, *split* piso – teto ou *split* cassete, com controle por ambiente (controle remoto sem fio), com unidade condensadora externa e unidade evaporadora interna e de teto, podendo ser utilizada a tecnologia VRF. A Divisão de Projetos de Engenharia e Arquitetura e Urbanismo deverá ser consultada para a definição do modelo do aparelho e do posicionamento de cada unidade interna e externa, conforme desenhos indicados anteriormente.

Na tabela 13 a seguir, está descrito o quantitativo de aparelhos propostos para cada ambiente, a partir das potências comercialmente encontradas para aquisição.

Tabela 13: Estimativa de aparelhos por ambiente

Ambientes	**Carga térmica TOTAL (BTU)**	**Nº de aparelhos**	**Potência Comercial**
Atendimentos / Circulação	29.200,98	02	18.000 BTU
Recepção e Cadastro	14.822,46	01	18.000 BTU
Triagem e Higienização	21.956,70	01	24.000 BTU
Arquivo	72.707,62	02	30.000 BTU
		01	18.000 BTU

Para os ambientes aos quais foram proposto mais de um de aparelho, a finalidade é de um melhor cumprimento de climatização para os mesmos.

Para o ambiente denominado Arquivo, faz-se necessário algumas observações na aquisição dos aparelhos de ar condicionado a serem instalados neste ambiente. Conforme as recomendações do Ministério da Fazenda, documento anteriormente referenciado, o acervo da arquivo apresenta sensibilidade as excessivas mudanças de

temperatura e umidade, o que pode prejudicá-lo, ocasionando o surgimento de bactérias e fungos. Neste ambiente, faz-se necessário o funcionamento 24 horas (vinte e quatro) dos aparelhos de ar condicionado e na impossibilidade disto, recomenda-se que o ambiente apresente uma boa circulação de ar.

Na ausência de possibilidade de instalação de um sistema de climatização ideal para este tipo de ambiente, o qual apresente controle de temperatura e de umidade relativa do ar, com filtro para agentes poluentes e uma circulação de ar adequada, é recomendado a instalação de aparelhos de ar condicionado, com o fim de controlar a temperatura local; de desumidificador, com a finalidade de retirar a umidade do ambiente; e de ventiladores e exaustores, com o intuito de gerar a circulação e renovação do ar. E para que ocorra as verificações de temperatura e umidade, recomenda-se a instalação de um termômetro, para medir a temperatura; e um higrômetro, para medir a umidade relativa do ar; ou, em sibstituição aos anteriores; de um termo-higrômetro, o qual mede a temperatura e a umidade.

Cabe ressaltar, que as condições ambientais favoráveis recomendadas para ambientes de arquivo, com documentação em papel, deve ter temperatura variando entre 19°C e 21°C e umidade entre 40% e 60%.

Para fins de aquisição de aparelho é importante que se leve em conta o nível de economia de energia informado pelo fabricante para fins de tornar a instalação como um todo mais eficiente do ponto de vista energético.

No projeto arquitônico de forro do teto das instalações devem ser preservados espaços mínimos para passagem de tubulação de cobre, drenos e toda a fiação elétrica para inserção das unidades evaporadoras nos ambientes e, também, deve haver espaço adequado para abrigo das unidades condensadoras, que devem ser alocadas em espaços externos e abertos. Tais passagens devem ser realizadas através do teto e/ou piso da obra para que não haja comprometimento da estrutura.

A distância entre as unidades evaporadoras e suas unidades condensadoras deverá ser a mínima possível, de forma a serem evitadas perdas de carga no sistema, mas poderá ocorrer a necessidade de instalções com distâncias superiores a 20m (vinte metros).

Após estabelecimento do fornecedor de aparelhos, é necessário parecer técnico de Engenheiro Eletricista para avaliação da instalação elétrica predial de acordo com as normas vigentes para evitar quaisquer riscos em consequência da instalação e operação do sistema de climatização.