



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

FRANCISCO JOSÉ DE MIRANDA NETO

**ESTUDO DE CARGA TÉRMICA PARA PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO.
ESTUDO DE CASO: BIBLIOTECA DO INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ -
CAMPUS TERESINA CENTRAL.**

TERESINA

2021

FRANCISCO JOSÉ DE MIRANDA NETO

ESTUDO DE CARGA TÉRMICA PARA PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO.
ESTUDO DE CASO: BIBLIOTECA DO INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ -
CAMPUS TERESINA CENTRAL.

Trabalho de Conclusão de Curso
(monografia) apresentado como exigência
parcial para obtenção do diploma do Curso
de Engenharia Mecânica do Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.
Campus Teresina Central.

Orientador: Prof. Me. Francisco
José Patrício Franco.

TERESINA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Miranda Neto, Francisco José de

M672e Estudo de carga térmica para projeto de climatização : estudo de caso: biblioteca do Instituto Federal do Piauí - campus Teresina Central / Francisco José de Miranda Neto. - 2021.
107 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica)

- Instituto Federal do Piauí, Campus Teresina Central, 2021.

Orientador : Prof. Me. Francisco José Patrício Franco.

1. Climatização. 2. Carga térmica. 3. Ar condicionado. I. Título.

CDD - 620

**Elaborado por Sindya Santos Melo CRB
3/1085**

FRANCISCO JOSÉ DE MIRANDA NETO

ESTUDO DE CARGA TÉRMICA PARA PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO.
ESTUDO DE CASO: BIBLIOTECA DO INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ -
CAMPUS TERESINA CENTRAL.

Trabalho de Conclusão de Curso
(monografia) apresentado como exigência
parcial para obtenção do diploma do Curso
de Engenharia Mecânica do Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.
Campus Teresina Central.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Francisco José Patrício Franco. (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Me. Edivaldo Feitosa Pereira Filho
Engenheiro Mecânico

Prof. Me. José Agamenon da Silva Rocha
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí

Aos pais, meus irmãos e minha esposa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus e à nossa Senhora de Nazaré por terem iluminado meu caminho e colocado pessoas que me incentivaram e encorajaram durante essa trajetória longa e árdua, mas que me proporcionou um grande crescimento pessoal e profissional, alcançando, agora, ao final, a maior vitória, a graduação.

. Aos meus pais, que são meus exemplos de perseverança, amor e dedicação, agradeço por todo esforço e incentivo que sempre direcionaram a mim durante toda a vida e pelo apoio incondicional.

Aos meus irmãos, pelos diálogos, acolhimento e por estarem ao meu lado mesmo nas dificuldades em que passamos.

Ao meu orientador Prof. Francisco José Patrício Franco e a todos os mestres que tive a honra de conhecer durante a minha formação acadêmica, por toda orientação no presente trabalho e por todos os ensinamentos repassados ao longo do curso.

Aos meus colegas de turma, pelo auxílio prestado durante esse tempo.

E, por fim, quero agradecer a minha esposa Tainá por todo companheirismo, amor e paciência a mim dedicados. Sabemos que não foi fácil essa caminhada, por isso te agradeço por nunca ter me deixado fraquejar ou desistir e por sempre me incentivar. Você é o meu maior exemplo como profissional. Te amo!

“Sonhos determinam o que você quer. Ação determina o que você conquista.”

Aldo Novak

RESUMO

Resumo: Com a universalização do uso da climatização em ambientes fechados, percebeu-se que aquela mesma atua como facilitadora das relações pessoais dentro de ambientes fechados. A utilização de sistemas de climatização tem o intuito de proporcionar não só conforto térmico, mas também maior qualidade de vida, garantindo, que os ocupantes estejam respirando um ar apropriado para o organismo. Em bibliotecas, a presença de um sistema de condicionamento de ar traz maior qualidade para o estudo de seus frequentadores e controla o nível de poeira, insetos, fungos e roedores existente no acervo bibliográfico, através do controle de umidade. Desta forma, apresenta-se nesse trabalho, de forma preliminar ao desenvolvimento do sistema de climatização, um estudo da carga térmica do ambiente proposto com intuito de auxiliar um projeto de climatização futuro para o local. A metodologia utilizada neste trabalho será baseada na norma regulamentadora onde fez-se um cálculo detalhado do dimensionamento da carga térmica do ambiente em estudo: ABNT NBR 16401.

Palavras-chave: Climatização, Carga Térmica, Ar Condicionado

ABSTRACT

According to the universalization of the use of air conditioning indoors, it was noticed that it acts as a facilitator of personal relationships inside closed environments. The use of air conditioning systems is intended to provide not only thermal comfort, but also a better quality of life, ensuring that the selected occupants are breathing an appropriate air for the body. In libraries, the presence of an air conditioning system brings greater quality to the study of its users and control of the level of dust in the bibliographic collection, in which there are always unwanted microorganisms to human health. In this way, this work presents, in a preliminary way to the development of the HVAC system, a study of the thermal load of the proposed environment in order to assist in a future HVAC project for the location. The methodology used in this work will be based on the regulatory standard where a detailed calculation of the thermal load sizing of the environment under study was made: ABNT NBR 16401.

Keywords: Climatization, Thermal Charge, Air Conditioning, HVAC system.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Carta Psicométrica.....	34
Figura 2	Tabela referente aos dados utilizados em projeto de climatização para a cidade de Teresina.....	37
Figura 3	Planta baixa da biblioteca atualmente.....	39
Figura 4	Planta baixa da biblioteca expandida.....	41
Figura 5	Tabela referente as taxas típicas de calor liberado por pessoa..	42
Figura 6	Tabela referente as taxas típicas de dissipação de calor pela iluminação.....	44
Figura 7	Tabela referente as taxas típicas de dissipação de calor de equipamentos de escritórios – computadores.....	47
Figura 8	Tabela referente as taxas típicas de dissipação de calor de equipamentos de escritórios – impressoras e copiadoras.....	47
Figura 9	Tabela referente a vazão eficaz mínima de ar exterior para ventilação.....	49
Figura 10	Tabela referente a eficiência da distribuição de ar nas zonas de ventilação.....	50
Figura 11	Tabela referente ao $CLTD_{tab}(h)$ para vidros.....	54
Figura 12	Tabela referente fator LM para vidros.....	54
Figura 13	Tabela referente fator SC para vidros.....	55
Figura 14	Tabela referente fator $SHGF$ para vidros.	55
Figura 15	Tabela referente fator $CFL(h)$ para vidros.	55
Figura 16	Tabela de Transmitância térmica, capacidade térmica e atraso térmico para algumas paredes.	57
Figura 17	Seleção de grupos de paredes externas.	58

Figura 18	<i>CLTDs</i> para paredes externas.....	58
Figura 19	Fator de correção horaria $f(h)$	59
Figura 20	<i>CLTDs</i> para o teto.....	61
Gráfico 1	Variação térmica do ambiente durante o dia.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Informações dos Ambientes da biblioteca atualmente	38
Tabela 2	–	Informações dos Ambientes da biblioteca expandida	40
Tabela 3	–	Taxa de carga térmica gerada por pessoas nos ambientes da biblioteca expandida.....	43
Tabela 4	–	Referência a seleção do indicador "a"	44
Tabela 5	–	Referência a seleção do indicador "b"	45
Tabela 6	–	Referência a seleção do fator CFL (h) segundo os indicadores "a" e "b"	45
Tabela 7	–	Taxa de carga térmica gerada pela iluminação nos ambientes da biblioteca expandida.	45
Tabela 8	–	Referência a seleção do fator CFL (h).....	46
Tabela 9	–	Taxa de carga térmica gerada pelos equipamentos nos ambientes da biblioteca expandida.	48
Tabela 10	–	Taxa de carga térmica gerada pela renovação de ar nos ambientes da biblioteca expandida.	51
Tabela 11	–	Taxa de carga térmica gerada pela insolação nas superfícies transparentes nos ambientes da biblioteca expandida.....	56
Tabela 12	–	Taxa de carga térmica gerada pela insolação nas superfícies opacas (paredes) nos ambientes da biblioteca expandida.....	59
Tabela 13	–	Taxa de carga térmica gerada no teto do ambiente da biblioteca expandida.....	61
Tabela 14	–	Lotação máxima dos ambientes.....	62
Tabela 15	–	Variação da carga térmica do ambiente x tempo.	63
Tabela 16	–	Média de valores da carga térmica em horário de maior incidência solar para a biblioteca expandida.	64

Tabela 17 – Resultados da carga térmica gerada em cada ambiente da biblioteca expandida.	64
Tabela 18 – Média de valores da carga térmica em horário de maior incidência solar para a biblioteca atual.	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAVA	Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado
CFL	Cooling Load Factor
CLTD	Cooling Load Temperature Difference
IFPI	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora (Norma Técnica)
QAI	Qualidade do ar interno
<i>SHG</i> <i>por pessoa</i>	Calor sensível liberado por pessoa
<i>Az</i>	Área útil ocupada pelas pessoas
<i>CFL (h)</i>	Fator horário
<i>EM</i>	Eficiência do motor
<i>Ec</i>	Energia cinética
<i>Ep</i>	Energia potencial
<i>Ez</i>	Eficiência da distribuição de ar na zona
<i>FLM</i>	Fator de carga
<i>FUM</i>	Fator de uso
<i>Fa</i>	Vazão por área útil ocupada
<i>Fp</i>	Vazão por pessoa

F_{sa}	Fator de avaliação de efeitos de transferência de calor.
F_{ul}	Porcentagem da potência
$LHG_{pessoas}$	Calor latente liberado por pessoa
LM	Fator de correção por latitude
N	Lotação máxima do recinto
P_z	Número máximo de pessoas na zona de ventilação
SC	Coeficiente de sombreamento
V_{ef}	Vazão eficaz de ar exterior
V_z	Vazão de ar exterior a ser suprida na zona de ventilação

LISTA DE SÍMBOLOS

L/s	Litros por segundo
$\dot{Q}$	Fluxo de calor
m/s	Metros por segundo
Δ	Variação
$^{\circ}C$	Graus Celsius
A	Área
h	Entalpia
h	Coeficiente de convecção
h_{ext}	Coeficiente de condutividade térmica do ar externo
h_{int}	Coeficiente de condutividade térmica do ar interno
KW	Quilo Watt
X	Titulo
BTU	Unidade britânica de temperatura
C_p	Calor latente da água
E	ENERGIA TOTAL
G	Gravidade
J	Joule
K	Escala de temperatura Kelvin
$KJ/Kg^{\circ}C$	Quilo Joule por quilograma Graus Celsius
Kg/m^3	Quilograma por metro cubico
P	Pressão
Q	Quantidade de calor

T_e	Temperatura externa do ar
T_i	Temperatura interna do ar
T_m	Temperatura média
U	Coeficiente global de transferência de calor
V	Velocidade
W	Trabalho
W	Potência dissipada
cal	Caloria
k	Condutividade térmica
m	Metros
m	Massa
m^2	Metros quadrados
u	Energia interna
w_e	Umidade absoluta externa
w_i	Umidade absoluta interna
z	Posição do campo gravitacional
ε	Emissividade
ρ	Densidade do ar seco
σ	Constante de Stefan-Boltzman

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
2	EMBASAMENTO TEÓRICO	23
2.1	PROPRIEDADES TERMODINÂMICAS	23
2.2	PRINCÍPIOS DA TERMODINÂMICA	26
2.3	PRINCÍPIOS DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR.....	30
2.3.1	<i>TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR CONDUÇÃO.....</i>	<i>30</i>
2.3.2	<i>TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR CONVEÇÃO.....</i>	<i>31</i>
2.3.3	<i>TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RADIAÇÃO.....</i>	<i>32</i>
2.4	COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR.....	32
2.5	PSICOMETRIA.....	33
2.6	CARGA TÉRMICA.....	34
3	ESTUDO DE CASO.....	37
3.1	ORIENTAÇÃO DO AMBIENTE.....	37
3.2	DISPOSIÇÃO DO AMBIENTE.....	38
3.3	PARAMETROS CLIMÁTICOS INTERNOS.....	41
3.4	LOTAÇÃO MÁXIMA DO RECINTO.....	41
3.5	CARGA TÉRMICA POR ILUMINAÇÃO.....	43
3.6	CARGA TÉRMICA POR EQUIPAMENTOS.....	46
3.7	CARGA TÉRMICA POR RENOVAÇÃO DE AR.....	48
3.8	CARGA TÉRMICA POR INSOLAÇÃO.....	52
3.9	CARGA TÉRMICA DO TETO.....	60
4	RESULTADOS.....	61

5	CONCLUSÃO	65
	REFERÊNCIAS	67
	APÊNDICE A – MEMORIAL DE CÁLCULO.....	70

1. INTRODUÇÃO

Um sistema de condicionamento de ar para as pessoas passou a ser necessário e fundamental para a vida, pois está interligado ao conforto do corpo humano em relação à sua sensação térmica.

A relação entre o ser humano com a sensação de conforto térmico é debatida a centenas de anos, por estudiosos e especialistas. A procura pelo bem-estar físico, fisiológico e mental humano vem de longa data, entretanto, somente nas últimas décadas têm se buscado intensificar os estudos dos efeitos do conforto térmico sobre as pessoas em ambientes fechados (LAMBERTS; XAVIER, 2003).

Estudos mostram que a sensação de conforto térmico para o ser humano é de suma importância para a sua produtividade diária. Estes mostram que nos humanos, o conforto térmico interfere principalmente na alimentação, na vestimenta e no tipo e intensidade das atividades. Tais estudos são direcionados, geralmente, para o conforto térmico no interior de ambientes residenciais e de ambientes organizacionais (FROTA, Anésia; SCHIFFER, Sueli, 2001).

Um projeto de climatização não tem apenas o intuito de promover um conforto térmico, mas sim um ambiente em que haja um ar de qualidade para a absorção do corpo humano.

A qualidade do ar interior está relacionada à contaminação do ar exterior que entra no edifício, da eficiência do sistema de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC) na remoção de contaminantes do ar, e das próprias atividades realizadas nas áreas internas, como poluição causada por materiais de construção, equipamentos, e pelas próprias pessoas usuárias do ambiente (ANVISA, 2013, Apud FAKHOURY, Nicolas 2017).

Um dos fatores importantes para o ambiente de uma biblioteca, em especial do seu acervo técnico, é o controle da umidade, o qual contribui significativamente para a deterioração de material bibliográfico. A umidade representa o vapor d'água contido na atmosfera circunvizinha ao acervo bibliográfico e é resultante da combinação de fenômenos de evaporação e condensação da água. Esses fenômenos estão diretamente relacionados com as variações de temperatura ambiental.

As variações de umidade e temperatura são fatores climáticos responsáveis pelo desenvolvimento de microrganismos e insetos, inclusive, por vezes roedores. Em razão desses perigos para os acervos, é necessário que haja o controle da umidade e temperatura em seus locais.

O controle da umidade nos locais de guarda de acervos é feito através de aparelhagens de desumidificação do ar, em situação de ambientes úmidos e de umidificação, em situação de ambientes secos. A temperatura pode ser controlada a partir do uso de sistemas de condicionamento de ar. Por outro lado, a ventilação natural ou forçada pode ser um recurso para o controle simultâneo da umidade e da temperatura.

Uma série de outros fatores interferem nas condições de um ambiente interno; dentre eles, destacam-se as características do ambiente externo, aspectos construtivos do prédio, a rotina dos ocupantes do prédio, além das atividades realizadas pelos ocupantes do local. Cada edificação possui variáveis a serem monitoradas e que se comportam distintamente se comparadas com outros prédios. O conhecimento das características do ar em ambiente interno é fundamental, pois ele é o maior fator pelo qual se realiza a interação entre o clima, prédio e pessoas; e também fator determinante da saúde e bem estar dos ocupantes; além de ser peça fundamental para controle e racionalização (MEYER, 1983 apud, NASCIMENTO, Guilherme, 2011)

As pesquisas científicas colaboraram para o estabelecimento dos princípios da avaliação da sensação térmica das pessoas em relação a um ambiente, o que possibilitou a elaboração de normas (BATIZ, Eduardo, et al., 2009).

No Brasil, o clima passa por mudanças ao longo do ano e em certas regiões, a sensação térmica é um problema a ser superado nas estações de mais calor. Teresina, capital do Piauí, faz parte de uma dessas regiões.

Sendo uma das capitais mais quentes do país, Teresina registra temperaturas altas durante o ano todo, com maior regularidade no segundo semestre, onde o clima seco se instala. Segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2020), Teresina registrou, em outubro de 2020, o seu recorde de calor no ano, atingindo a temperatura máxima de 40,9°C e média de aproximadamente 35°C, naquele mês, caracterizando, assim, o mês mais quente do ano na capital.

A fim de solucionar a sensação térmica no corpo humano, é necessário que ambientes fechados com a presença de público sejam equipados por sistemas de climatização. Para isso, é necessário um projeto de engenharia que leve em consideração vários fatores que podem agregar calor gerado ao ambiente.

Para que se possa concluir acerca da quantidade exata de calor gerado ao ambiente, de forma a trazer maior precisão nos índices de calorimetria, entidades científicas ao redor do mundo realizam estudos cada vez mais aprofundados com o intuito de definir os fatores que ocasionam aumento ou diminuição de calor nos mais variados tipos de ambiente.

A ASHRAE é uma das principais organizações mundiais responsável por pesquisas e estudos sobre climatização de ambientes, por sua vez, no cenário nacional, a ABRAVA é referência em climatização, deste modo, as normas brasileiras se baseiam nas orientações de tais órgãos para elaborar suas determinações.

Desta forma, preliminarmente ao desenvolvimento de um sistema de climatização para um ambiente, é necessário que haja um estudo da carga térmica gerada pelo ambiente nas condições do dia a dia de sua utilização, com o intuito de que seja elaborado um projeto adequado que atenda às necessidades do local.

A carga térmica é dada pela quantidade de calor sensível e latente gerada no ambiente e segundo Silva (2013), os cálculos são realizados no Sistema Internacional de unidades (watts). Mas é comum encontrar esses cálculos em kcal/h. Para converter uma unidade em outra basta lembrar que 1kcal/h é igual a 1,16W.

A carga térmica é o balanço energético da zona térmica. Neste balanço se leva em consideração a transferência de calor através das paredes, pavimentos e envidraçados, além da renovação do ar devido à ventilação ou infiltrações e fontes de calor internas como equipamentos, iluminação e ocupantes. (Campos, Rafael; Almeida Rafael, 2010)

Garantir a qualidade do ar interno (QAI) nos recintos é de suma importância para que os ocupantes estejam protegidos e seguros de efeitos prejudiciais de determinados contaminantes (sejam de origem física, química ou biológica). (MORENO, 2017).

2. EMBASAMENTO TEÓRICO

Serão abordadas, a partir de então, as teorias necessárias para que os objetivos deste trabalho, anunciados anteriormente, sejam alcançados. Para tanto, se trará conceitos básicos de termodinâmica e transferência de calor, bem como conceitos mais específicos de conforto térmico necessários para definir a carga térmica a ser vencida pelo sistema de refrigeração.

Para Incropera (2014), os escopos da transferência de calor e da termodinâmica são altamente complementares e inter-relacionados, mas eles também têm diferenças fundamentais. Enquanto a termodinâmica pode ser usada para determinar a quantidade de energia requerida na forma de calor por um sistema para passar de um estado para outro, ela não trata dos mecanismos que promovem a troca de calor nem dos métodos que existem para calcular a taxa de troca de calor. Os conceitos da transferência de calor procuram especificamente quantificar a taxa na qual o calor é trocado através das equações de taxas.

Conceitos de transferência de calor e de conforto térmico são a base para poder dimensionar a carga térmica existente em um recinto, tendo em vista as variações e objetivos físicos ou térmicos que terão de ser alcançados para conseguir o conforto e condições necessárias ao ambiente. São eles: propriedades e conceitos da termodinâmica, princípios de transferência de calor, conceitos de psicometria, conforto térmico e estudos de carga térmica.

2.1 PROPRIEDADES TERMODINÂMICAS

Para descrever um sistema e prever seu comportamento é necessário o conhecimento de suas propriedades e de como estas propriedades estão relacionadas. Uma propriedade é uma característica macroscópica de um sistema, tal como massa, volume, energia, pressão e temperatura, para os quais um valor numérico pode ser atribuído em dado tempo sem o conhecimento do comportamento prévio do sistema. (SHAPIRO, 2013)

As propriedades termodinâmicas podem ser divididas em duas classes gerais, as intensivas e as extensivas. Uma propriedade intensiva é

independente da massa e o valor de uma propriedade extensiva varia diretamente com a mesma. (BORGNAKKE, 2013)

Desta forma, tem-se que as principais propriedades são:

- Temperatura: Basicamente se remete a igualdade de temperatura entre dois corpos/ambientes. Esta é a chamada lei zero da termodinâmica e constitui a base para a medida de temperatura;
- Pressão: É a razão da força normal pela área. É considerada positiva quando se dirige para fora da fronteira. A pressão em qualquer ponto no sistema em equilíbrio é a mesma em qualquer direção;
- Densidade: Equivale a massa que sobrepõe uma unidade de volume;
- Volume: Volume preenchido pela unidade de massa. Pode ser apresentado pelo inverso da massa específica;
- Energia Interna: É a energia que a matéria detém devido ao movimento e/ou forças intermoleculares. Pode ser decomposta em duas partes: a) Energia cinética interna referente à velocidade das moléculas; b) Energia potencial interna referente às forças de atração entre as moléculas;
- Calor: Para Çengel (2013), calor é definido como a forma de energia transferida entre dois sistemas (ou entre um sistema e sua vizinhança) em virtude da diferença de temperaturas;
- Calor específico: É a energia necessária para aumentar a temperatura de uma massa unitária de tal substância;
- Calor latente: É a quantidade de calor que se acrescenta ou retira de um corpo, causando a sua mudança de estado, sem mudar a temperatura (CREDER,2004);
- Calor sensível: É a quantidade de calor que deve ser acrescentada ou retirada de um recinto devido à diferença de temperatura entre o exterior e o interior, a fim de fornecer as condições de conforto desejadas (CREDER,2004);
- Entalpia: é uma propriedade usada com frequência para determinar balanços de energia, pois a energia que um fluido “transporta” ao entrar ou

sair de um sistema é determinado exatamente por sua entalpia (BORGNAKKE, 2013). Matematicamente, tem-se:

$$h = u + pv \quad (1)$$

- Entropia: Baseando-se na literatura, tem-se duas definições. Autores definem como medição da desordem molecular da substância. Outros, como avaliação da possibilidade de acontecimentos de um dado estado da substância;

Da mesma forma, faz-se necessário a definição de conceitos e princípios os quais são utilizados para análises termodinâmicas, são eles:

- Estado Termodinâmico – é a configuração física e química de um sistema, descrita a partir dos valores de suas propriedades. Se qualquer propriedade sofrer alteração de valor, o sistema também se altera;
- Processo termodinâmico – é descrito por uma sequência de alterações de estado a qual um sistema sofre ao longo de um determinado intervalo de tempo. É comum os processos serem nomeados de acordo com a propriedade que varia;
- Ciclo - É um processo, ou uma série de processos, onde o estado inicial e o estado final do sistema (substância) coincidem;
- Substância Pura - Para que seja uma substância pura é necessário que esta tenha sua composição química invariável e homogênea. Sua composição química é a mesma em qualquer das fases seja ela sólida, líquida ou gasosa;
- Temperatura de saturação – Define-se temperatura de saturação aquela na qual se dá a vaporização de uma substância pura a uma dada pressão. Essa pressão é chamada pressão de saturação para a temperatura dada;
- Líquido Saturado - O estado de líquido saturado é definido quando a substância se encontra estado líquido à temperatura e pressão de saturação;

- Líquido Sub-resfriado – Chama-se de líquido sub-resfriado aquele cuja temperatura é menor do que a de saturação, para a pressão existente, podendo ser denominado, também, de líquido comprimido;
- Vapor Saturado - é chamado de vapor saturado quando uma substância se apresenta completamente como vapor na temperatura de saturação, tendo então a massa total igual à massa de vapor. Isto posto, o título é igual a 1 ou 100%;
- Vapor Superaquecido - é aquele que está submetido a uma temperatura maior do que a temperatura de saturação. A pressão e a temperatura são propriedades independentes do vapor superaquecido, com isso, a temperatura pode ser elevada para uma pressão constante;
- Título (X) - A definição de título é dada pela relação entre a massa de vapor e a massa total (massa de líquido somada à massa de vapor). Ocorre quando uma substância apresenta uma composição parte líquida e parte vapor, na temperatura de saturação (isto ocorre, em particular, nos sistemas de refrigeração, no condensador e no evaporador).

$$X = \frac{m_v}{m_l + m_v} = \frac{m_v}{m_t} \quad (2)$$

m_v = massa de vapor

X = Título

m_l = massa de líquido

m_t = massa total

- Volume de controle – O tamanho e a forma do volume de controle são arbitrários e podem ser definidos de modo que a análise a ser feita seja a mais simples possível. A superfície do volume de controle pode ser fixa ou móvel, entretanto, o movimento desta deve ser referenciado em relação a algum sistema de coordenadas (WYLEN, 2003).

2.2 PRINCÍPIOS DA TERMODINÂMICA

Segundo Çengel (2013), a termodinâmica pode ser definida como a ciência da energia. Ainda que toda pessoa tenha uma noção do que seja

energia, é complexo estabelecer uma definição exata para ela. A energia pode ser entendida como a capacidade de causar alterações.

O princípio de conservação da energia é considerado uma das leis mais fundamentais da natureza, pode-se dizer que durante uma interação, a energia pode mudar de uma forma para outra, mas a quantidade total permanece constante, dessa forma, a energia não pode ser criada ou destruída.

Neste sentido, a análise da primeira lei da termodinâmica se faz com base no princípio de conservação da energia, o qual prevê que a energia é uma propriedade termodinâmica.

Segundo Shapiro (2013), a primeira lei da termodinâmica se caracteriza de forma que a energia pode ser conservada no interior de sistemas sob várias maneiras. Destarte, esta pode ser convertida de uma forma em outra e transmitida entre sistemas. Para sistemas fechados, a energia pode ser transferida por meio do trabalho e da transferência de calor, sendo a quantidade total de energia conservada em todas as transformações e transferências.

A termodinâmica nada afirma sobre o valor absoluto da energia total. Ela trata apenas da variação da energia total, que é o mais importante para os problemas de engenharia.

Para Van Wylen (2013), a primeira lei da termodinâmica determina que, integral cíclica do calor durante qualquer ciclo percorrido por um sistema é proporcional cíclica do trabalho. Desta forma, baseia-se no “princípio da conservação de energia” dentro de um sistema termodinâmico.

A primeira lei se faz conduzida por propriedades físicas, tais como: pressão, temperatura, massa específica, volume específico, energia interna e entalpia.

Uma das principais consequências da primeira lei é a existência e definição da propriedade energia total (E). Para Çengel (2013), considerando o trabalho líquido como o mesmo em todos os processos adiabáticos de um sistema fechado entre dois estados especificados, o valor do trabalho líquido deve depender apenas dos estados inicial e final do sistema e, portanto, deve corresponder à variação de uma propriedade do sistema. Essa propriedade é a energia total.

Termodinamicamente falando, a energia total dentro de um sistema pode ser dividida em macroscópica e microscópica. As formas macroscópicas de energia, são denominadas energias cinética e potencial. As formas microscópicas de energia são aquelas relacionadas à estrutura molecular de um sistema e ao grau de atividade molecular. Assim, a soma de todas as formas microscópicas de energia é chamada de energia interna.

A energia cinética (E_c) está relacionada a velocidade do sistema em relação a um referencial externo. Isto posto, pode-se definir da seguinte forma:

$$E_c = \frac{mV^2}{2} \quad (3)$$

Sendo m a massa do sistema em kg e V a velocidade do sistema em m/s . Com isso, segundo o sistema internacional de medida, E_c é determinada em Joule (J).

A energia potencial (E_p), está relacionada à posição do sistema dentro do campo gravitacional ao qual está situado. Isto posto, pode-se definir da seguinte forma:

$$E_p = mgz \quad (4)$$

Sendo m a massa do sistema em kg e g a gravidade a qual está submetida em m/s e z a posição do sistema dentro do campo gravitacional (altura). Com isso, segundo o sistema internacional de medida, E_p é determinada em Joule (J).

A energia interna (U) corresponde a energia interna do sistema, ou seja, corresponde a qualquer energia que, de algum modo, está armazenada nos átomos e moléculas que constituem o sistema. As alterações na velocidade das moléculas são identificadas, macroscopicamente, pela alteração da temperatura da substância (sistema), enquanto que as variações na posição são identificadas pela mudança de fase da substância (sólido líquido ou vapor). (Hitalo, 2019)

Dessa forma, a energia total (E) de um sistema é definida da seguinte forma:

$$E = E_c + E_p + U \quad (5)$$

Assim, segundo o sistema internacional de medida, E é determinada em Joule (J), assim como as outras parcelas de energia citadas.

Van Wylen (2013) define o trabalho (W) como um sistema que realiza trabalho, desde que o único efeito sobre o meio (tudo externo a sistema) for o levantamento de um peso. O trabalho realizado por um sistema é considerado positivo e o trabalho realizado sobre um sistema é considerado negativo, onde o símbolo W representa o trabalho realizado por um sistema.

Por conseguinte, Van Wylen (2013), também, conceitua o calor como forma de transferência de energia, ocorrendo através da fronteira de um sistema numa dada temperatura à um outro sistema/meio, numa temperatura inferior, em virtude da diferença de temperatura entre eles. Desta forma, o calor é transferido do sistema de temperatura superior para o sistema de temperatura inferior. Assim, a transferência de calor ocorre devido a diferença de temperatura entre os dois sistemas.

O trabalho e o calor são formas de transferência de energia entre sistemas, assim sendo, as unidades de calor e qualquer outra forma de energia possuem as mesmas unidades daquelas utilizadas nas de trabalho ou, pelo menos, são diretamente proporcionais a elas. No Sistema Internacional, SI, a unidade de calor é, portanto, Joule.

A análise de primeira lei é feita através do balanço de energia exercido pelo sistema, ou seja, são realizadas as ponderações de energias que entram no sistema através de calor e trabalho e a energia que sai em forma de energia cinética, potencial e interna. Para determinar o sentido da energia Moran (2013) diz que, a transferência de calor para um sistema é considerada positiva e a transferência de calor de um sistema é considerada negativa.

Van Wylen (2013) aduz, ainda, que entre as formas de energia que podem atravessar a fronteira de um volume de controle estão incluídos os fluxos de calor (Q), os fluxos de trabalho (W) e os fluxos de energia associados à massa ultrapassando estas fronteiras. Estabelece, também, que uma quantidade de massa em movimento possui energia potencial e energia cinética.

Desta forma, tem-se a equação que rege o balanço de energia no sistema.

$$Q - W = \Delta E_c + \Delta E_p + \Delta U \quad (6)$$

$$Q - W = \left[\frac{1}{2} m (V_2^2 - V_1^2) \right] + [mg(z_2 - z_1)] + [h_2 - h_1] \quad (7)$$

$$\sum Q - \sum_{ent} m \left(h + \frac{V^2}{2} + gz \right) = \sum W + \sum_{sai} m \left(h + \frac{V^2}{2} + gz \right) \quad (8)$$

Onde:

Q – Quantidade de calor;

W – Quantidade de trabalho;

ΔE_c – Variação de energia cinética;

ΔE_p – Variação de energia potencial;

ΔU – Variação de energia interna.

2.3 PRINCÍPIOS DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Antes de iniciar o cálculo da carga térmica de ambientes, é necessário o conhecimento dos princípios de transferência de calor.

Calor é energia térmica em trânsito devido a uma diferença de temperaturas no espaço (INCROPERA, 2014). Esta ocorre de três formas: condução, convecção ou radiação.

2.3.1 TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR CONDUÇÃO

Quando existe um gradiente de temperatura em um meio estacionário, sólido ou fluido, a transferência de calor ocorre por condução (INCROPERA, 2014). A condução pode ser vista como a transferência de energia das partículas mais energéticas para menos energéticas de uma substância devido as interações entre partículas (INCROPERA, 2014).

Desta forma, pode-se definir o cálculo da transmissão de calor por condução para placas planas e cilindros, respectivamente, da seguinte forma:

$$\dot{Q} = -kA \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (\text{Placas planas}) \quad (9)$$

$$\dot{Q} = 2\pi kL \frac{\Delta T}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)} \quad (\text{Cilindros}) \quad (10)$$

Sendo:

- $\dot{Q}$ - Fluxo de calor [W];
- k - Condutividade térmica [W/m. K];
- A - Área normal ao fluxo de calor [m²];
- ΔT - Diferença de temperatura [K];
- Δx - Espessura da placa [m];
- r_1 - Raio interno do cilindro [m];
- r_2 - Raio externo do cilindro [m];
- L - Comprimento do cilindro [m]

2.3.2 TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR CONVECÇÃO

A convecção se refere à transferência de calor que ocorre entre uma superfície e um fluido em movimento quando eles estiverem sujeitos à diferentes temperaturas. O modo de transferência de calor por convecção abrange dois mecanismos, além de transferência de energia devido ao movimento molecular aleatório (difusão), a energia também é transferida através do movimento global, um macroscópico do fluido (INCROPERA, 2014).

Apresenta-se o modo de transferência de calor por convecção como a transferência de energia que parte do interior de um fluido diante dos efeitos combinados da condução e do escoamento global ao macroscópico do fluido. Desta forma, pode-se definir um coeficiente de transmissão de calor por convecção, usada dessa forma em resoluções de problemas, utilizando a seguinte equação:

$$\dot{Q} = h \times A \times \Delta T \quad (11)$$

Sendo:

- $\dot{Q}$ - Fluxo de calor [W];
- h - Coeficiente de convecção [W/m². K].
- A - Área normal ao fluxo de calor [m²];
- ΔT - Diferença de temperatura [K];

2.3.3 TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RADIAÇÃO

Radiação é a energia emitida pela matéria sob a forma de ondas eletromagnéticas (ou fótons) como resultado das mudanças nas configurações eletrônicas de átomos ou moléculas. Ao contrário da condução e da convecção, a transferência de calor por radiação não exige a presença de um meio interveniente (Cengel, 2012).

Segundo Incropera (2014), todas as superfícies com temperatura diferentes de zero emitem energia no formato de ondas eletromagnéticas. Desta forma, na ausência de um meio inserido participante, existe transferência de calor líquida, por radiação, entre duas superfícies a desiguais temperaturas.

O calor trocado entre duas superfícies pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$\dot{Q}_{1 \rightarrow 2} = \varepsilon \times A \times \sigma(T_1^4 - T_2^4) \quad (12)$$

Sendo:

ε - Emissividade

T_1 - Temperatura da superfície

T_2 - Temperatura da superfície vizinhança

A - área da superfície

σ - Constante de Stefan-Boltzman ($5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$).

2.4 COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

O coeficiente global de transferência de calor (U) é um parâmetro importante que deverá ser usado para o cálculo da carga térmica. Este facilita o cálculo da transferência de calor, pois quando há uma combinação de permuta térmica por condução e convecção, este parâmetro unifica esta combinação, diante da equação a seguir:

$$\dot{Q} = UA\Delta T \quad (13)$$

Sendo:

U - Coeficiente global de transferência de calor

A - área da superfície

ΔT - Diferença de temperatura [K];

2.5 PSICOMETRIA

Atualmente, aceita-se que a psicometria é a ciência que estuda o envolvimento das propriedades do ar úmido (uma mistura de ar seco e vapor d'água) e do processo (secagem, umidificação, resfriamento, aquecimento) na mudança da temperatura ou do conteúdo de vapor d'água da mistura.

Os princípios da psicometria são aplicados diretamente em assuntos relacionados com o cálculo da carga térmica, dentre eles: sistemas de ar condicionado, serpentinas de desumidificação e resfriamento, torres de resfriamento e condensadores evaporativos (Jesus, Marcos; Silva, Gabriel; 2002).

Na elaboração de projetos, principalmente de condicionamento de ar, necessita-se de determinadas propriedades, que são denominadas propriedades psicrométricas (Jesus, Marcos; Silva, Gabriel; 2002).

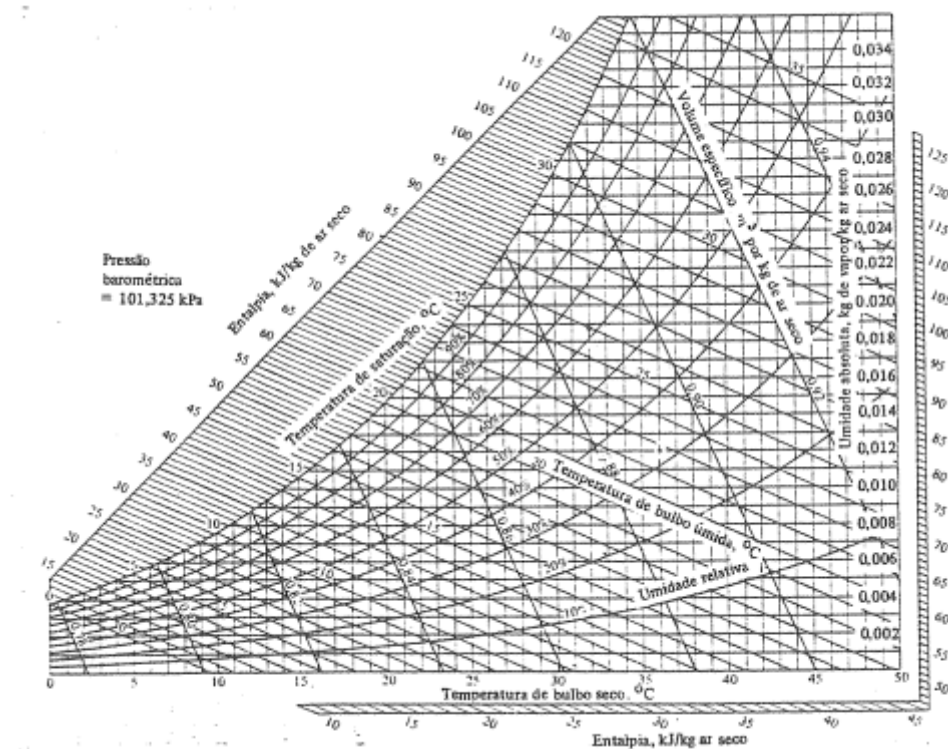
Para o cálculo da carga térmica se utiliza os parâmetros constantes na psicometria, através dos quais é definida a zona de conforto térmico humano. São eles:

- Ar seco – com exceção do vapor d'água, é a mistura de todos os gases do ar atmosférico.
- Ar saturado e Ar não saturado – ar saturado corresponde a mistura de ar seco e de vapor de água saturado, e ar não saturado corresponde a mistura de ar seco e vapor de água superaquecido.
- Umidade relativa – é conceituada como a relação entre a pressão de saturação correspondente à temperatura da mistura e a pressão parcial do vapor de água na mistura.
- Umidade absoluta – é determinada como a razão entre a massa de vapor e a massa de ar seco, ou seja, é a quantidade total de vapor de água presente na atmosfera.
- Temperatura de bulbo seco – é a temperatura sinalizada por um termômetro comum, sem a incidência de radiação.
- Temperatura de bulbo úmido – é a temperatura apontada pelo termômetro cujo bulbo está imerso em uma mecha úmida. A leitura neste ponto é chamada de temperatura de bulbo úmido do ar.

- Ponto de orvalho - é a temperatura na qual o vapor d'água satura e condensa.
- Volume específico do ar úmido – é determinado como a relação entre o volume da mistura e a massa de ar seco.

Estes parâmetros dão base para a chamada Carta psicométrica, a qual é utilizada de forma essencial para determinar a zona de conforto térmico para o condicionamento do ar em um ambiente. A seguir, mostra-se uma carta psicométrica usada para estudos de conforto térmico dentro de ambientes.

Figura 1 - Carta psicométrica



Fonte: STOECKER (1985).

2.6 CARGA TÉRMICA

A carga térmica é definida como o calor sensível e latente a ser fornecido ou extraído do ar por unidade de tempo, para manter as condições desejadas no recinto a ser climatizado. (JORDÃO, 2018).

A carga térmica do ambiente é constituída por fatores externos e internos. A denominada carga térmica externa tem os seus fatores relacionados a carga de calor exterior ao local que será climatizado, são eles: Insolação oriundas das janelas, Insolação oriundas das paredes, Temperatura do ar externo, Pressão do vapor de água, Ventos os quais sopram contra as paredes do recinto (infiltração de ar exterior) e Ar exterior utilizado para a renovação interna. Por outro lado, tem-se como interna aquela cujos os fatores relacionados a carga de calor formam-se dentro do espaço que será climatizado; são eles: Pessoas, Iluminação, Utensílios e equipamentos, Máquinas elétricas, Motores elétricos, Tubos e dispositivos de água quente, outras fontes de calor.

Para análise do ambiente em estudo, utilizou-se as instruções presentes na norma regulamentadora de serviços de instalações de ar condicionado. Segundo a Norma ABNT NBR 16401, a determinação da carga térmica é dada através da identificação das zonas térmicas presentes no local.

A norma AB NBR 16401-1, diz que o cálculo para determinação da carga térmica é inviável sem o auxílio de um programa de computador, exceto para casos simples. Para casos de zona única ou pequenos números de zonas é admissível utilizar o método da ASHRAE CLTD/CFL (Cooling Load Temperature Difference / Cooling Load Factor), descrito detalhadamente em seu handbook, referenciado neste trabalho. Este método é uma versão simplificada, adaptada para o cálculo manual, baseando-se em tabelas de fatores e coeficientes pré-calculados para construções e situações típicas.

A zona térmica é definida, segundo ABNT (2008), como um grupo de ambientes com o mesmo regime de utilização e mesmo perfil de carga térmica, permitindo que as condições requeridas possam ser mantidas com um único dispositivo de controle ou atendidas por um único equipamento condicionador destinado somente aquela zona. Diante disso, faz-se necessária a análise do ambiente de forma que haja uma interpretação de zonas de calor, provenientes de parâmetros determinados pela norma.

As cargas devem ser calculadas em quantas horas do dia ou de projeto forem necessárias para a determinação da carga máxima de cada zona e as cargas máximas, simultaneamente, de cada unidade de tratamento de ar e do conjunto do sistema, bem como as épocas de suas respectivas ocorrências.

Preliminarmente ao cálculo de carga térmica, se faz necessário definir as características do recinto a ser calculado, como por exemplo: Orientação do ambiente (posição geográfica, sombreamento, insolação), Tipo de recinto (residencial, escritório, hotel, entre outros), dimensões físicas do ambiente (altura, comprimento e largura), tipo de materiais utilizados na concepção (tipos de tijolo, janela, telhado ou laje, entre outros), condições exteriores (tipo de fachada, cores, sombras), equipamentos (quantidade e potência), pessoas (quantidade, sexo), iluminação (tipo e quantidade), Portas (localização e quantidade).

Esta determinação se faz necessária pois todos estes parâmetros influenciam diretamente em fatores internos como: temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, umidade relativa, transmissão de calor pela insolação, transmissão de calor na parede externa, transmissão de calor no telhado, transmissão de calor no vidro, transmissão de calor na parede interna, transmissão de calor no piso interno, Iluminação, carga de ocupantes, equipamentos eletrônicos e calor de ar exterior para renovação.

A soma das cargas térmicas é a carga máxima simultaneamente do conjunto de zonas servidas pela unidade, porém, não é necessariamente a soma dos máximos das zonas, que podem não ocorrer simultaneamente. Deve-se considerar um possível fator de simultaneidade para alguns dos componentes da carga térmica (pessoas, iluminação e equipamentos) ao nível de conjunto das zonas.

Fontes internas de calor

- a) Lotação máxima
- b) Iluminação
- c) Equipamentos
- d) Infiltração de ar

Fontes externas de calor

- e) Paredes externas
- f) Janelas

Para determinar estes fatores, foram tomadas, como base, as informações dadas pela norma regulamentadora, a NBR 16401-1, NBR 16401-

2 e NBR 16401-3, somadas às referências bibliográficas já consolidadas nos meios acadêmicos.

3. ESTUDO DE CASO:

Biblioteca do Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia do Piauí, campus Teresina Central.

Nos tópicos a seguir, evidencia-se as características necessárias para a análise térmica do local escolhido para estudo.

3.1 Orientação do ambiente

O estudo térmico foi executado na biblioteca do Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia do Piauí, localizada do prédio B da instituição. Locada na cidade de Teresina, Piauí, na rua Quintino Bocaiúva.

Para a cidade de Teresina, capital do estado do Piauí, localizada a 74,36 metros a cima do nível do mar, se tem uma temperatura média anual considerada alta e em outubro, segundo dados do INMET (Instituto Nacional de Metrologia) se tem o período mais quente do ano. Anualmente, a temperatura média da cidade chega a aproximadamente 27 °C, tendo dias de pico com temperaturas a cima de 40 °C.

Para dados de condições externas, usa-se valores já pré-determinados pela norma regulamentadora ABNT NBR 16401. Nela são definidos os parâmetros com base em dados médios climáticos da região, referenciado o mês de outubro já que historicamente apresenta as maiores médias de temperatura na região de Teresina – PI. Segundo a norma, para projetos comerciais e residências, utiliza-se a frequência de ocorrência de 1% a 99%. Com isso, os valores de temperatura de bulbo seco e de bulbo úmido que serão utilizados no projeto serão, respectivamente, 37,2 °C e 24,6 °C e com variação de temperatura de 12,2 °C.

Figura 2: Tabela referente aos dados utilizados em projeto de climatização para a cidade de Teresina.

PI	Teresina		Latitude	Longit.	Altitude	Pr.atm	Período	Extrem. anuais	TBU	TBSmx	s	TBSmn	s	
			5.05S	42.82W	69m	100.50	83/01		32,6	39,5	1,4	19,2	2,0	
Mês>Qt Out	Freq. anual	Resfriamento e desumidificação				Baixa umidade			Mês>Fr Mar	Freq. anual	Aquec.	Umidificação		
		TBS	TBUc	TBU	TBSc	TPO	w	TBSc			TBS	TPO	w	TBSc
	0,4%	37,9	24,7	26,9	32,9	25,4	20,7	28,9		99,6%	21,8	15,2	10,9	33,2
ΔT_{md}	1%	37,2	24,6	26,9	32,7	25,1	20,4	28,8		99%	22,3	16,3	11,7	32,5
12,2	2%	36,8	24,6	26,4	32,5	24,9	20,2	28,6						

Fonte: Adaptado (ABNT NBR 16401, 2008).

3.2 Disposição do ambiente

Inicialmente a biblioteca da instituição apresenta o layout de acordo com a figura 3 a seguir. Nela, pode-se perceber a existência de ambientes delimitados. São eles: hall, sala de auto devolução, sala de processos técnicos, 3 salas de estudos, 1 sala para deficientes, área de cabines de estudos, área de leitura, depósito, local para atendimento ao público, sala de referência, sala da coordenação e sala de acervo bibliográfico.

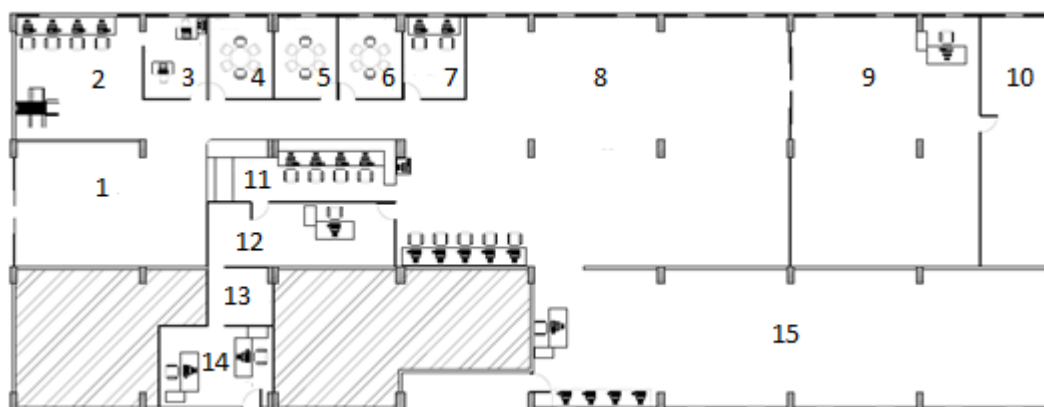
A tabela abaixo evidencia os espaços que compõem a biblioteca do Instituto Federal do Piauí, com as respectivas áreas, quantidade máxima de ocupantes (lotação) e equipamentos utilizados no ambiente.

Tabela 1: Informações dos Ambientes da biblioteca atualmente.

	Ambiente	Área	Lotação	Equipamentos
1	Hall	56,92 m ²	6 pessoas	1 Televisão
2	Sala de Auto Devolução	44,76 m ²	4 pessoas	4 Monitores 4 Desktop 1 Maq. Devolução
3	Processos Técnicos	11,06 m ²	2 pessoas	2 Monitores 2 Desktop 1 Impressora peq. 1 Frigobar
4	Sala de estudo 1	11,01 m ²	6 pessoas	
5	Sala de estudo 2	11,01 m ²	6 pessoas	
6	Sala de estudo 3	11,01 m ²	6 pessoas	
7	Espaço Acessibilidade	10,82 m ²	2 pessoas	2 Monitores 2 Desktop
8	Espaço de estudo	197,50 m ²	100 pessoas	6 Monitores 6 Desktop
9	Ambiente de leitura	100,28 m ²	50 pessoas	1 Monitor 1 Desktop
10	Depósito	39,16 m ²	5 pessoas	
11	Atendimento ao aluno	41,18 m ²	6 pessoas	5 Monitores 5 Desktop

				1 Televisão
12	Referência	25,50 m ²	2 pessoas	1 Monitor 1 Desktop
13	Copa	8,08 m ²	1 pessoa	1 Micro-ondas 1 Bebedouro 1 Frigobar
14	Coordenação	20 m ²	2 pessoas	2 Monitores 2 Desktop
15	Acervo bibliográfico	153,23 m ²	17 pessoas	5 Monitores 5 Desktop

Figura 3: Planta baixa da biblioteca atualmente.



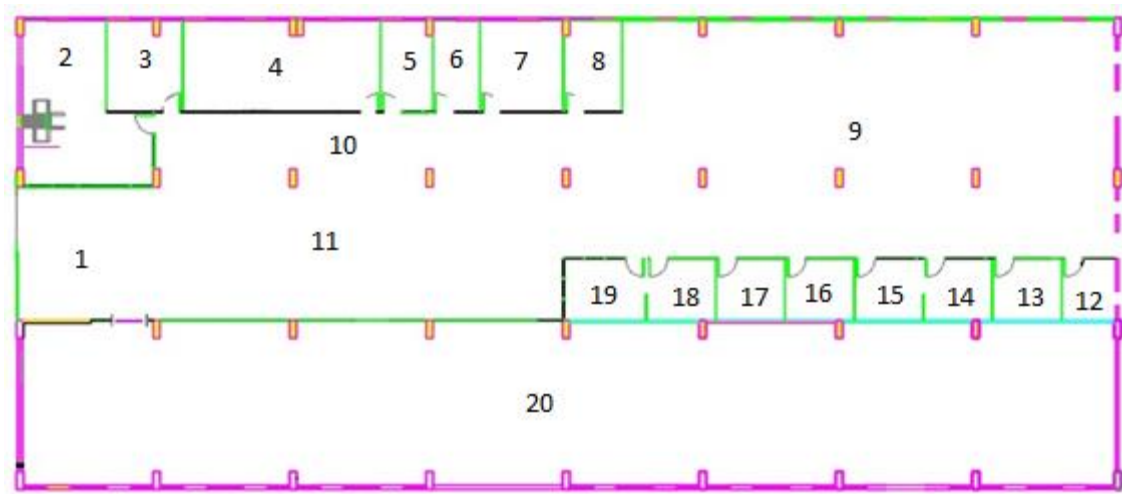
Fonte: Autor.

Entretanto, com a evolução da instituição se faz necessário a expansão do ambiente. Desta forma, o ambiente da biblioteca passaria a incorporar toda a área ao seu redor. Sendo assim, ela passaria a ter: hall de entrada, sala de auto devolução, coordenação, sala de carimbagem e etiquetagem, sala de automação, copa, sala de restauração, sala de referência, espaço de estudos, local para atendimento ao público, espaço de pesquisa, 8 salas de estudos e espaço de acervo bibliográfico.

Tabela 2: Informações dos Ambientes da biblioteca expandida.

	Ambiente	Área	Lotação	Equipamentos
1	Hall	25 m ²	3 pessoas	1 Televisão
2	Sala de auto devolução	36,31 m ²	3 pessoas	3 Monitores 3 Desktop 1 Máq. Devolução
3	Coordenação	13,52 m ²	1 pessoa	1 Monitores 1 Desktop 1 Impressora peq. 1 Frigobar
4	Carimbagem e Etiquetagem	34,57 m ²	3 pessoas	1 Monitor 1 Desktop
5	Sala de Automação	9,44 m ²	1 pessoa	1 Monitor 1 Desktop
6	Copa	8,24 m ²	1 pessoa	1 Micro-ondas 1 Bebedouro 1 Frigobar
7	Restauração	14,52 m ²	2 pessoas	
8	Referência	10,24	2 pessoas	2 Monitor 2 Desktop
9	Espaço de estudo	229,17 m ²	100 pessoas	
10	Atendimento ao público	10 m ²	2 pessoas	2 Monitores 2 Desktop 1 Televisão
11	Espaço de pesquisa	117,88 m ²	40 pessoas	6 Monitores 6 Desktop
12	Sala de estudo 1	6,40 m ²	3 pessoas	
13	Sala de estudo 2	8,10 m ²	5 pessoas	
14	Sala de estudo 3	8,10 m ²	5 pessoas	
15	Sala de estudo 4	8,10 m ²	5 pessoas	
16	Sala de estudo 5	8,10 m ²	5 pessoas	
17	Sala de estudo 6	8,10 m ²	5 pessoas	
18	Sala de estudo 7	8,10 m ²	5 pessoas	
19	Sala de estudo 8	9,72	5 pessoas	
20	Acervo bibliográfico	358,08 m ²	35 pessoas	5 Monitores

Figura 4: Planta baixa da biblioteca expandida.



Fonte: Autor.

3.3 Parâmetros climáticos internos.

Para parâmetros internos de temperatura, necessita-se a compreensão em relação ao conforto térmico do ambiente. Conforto térmico está relacionado a satisfação e conforto das pessoas que frequentam o ambiente. A definição segundo a norma é conceituada de forma que 80 % das pessoas de um mesmo grupo homogêneo em termos de atividade física e tipo de vestimenta usada as quais estão dentro do recinto se sintam satisfeitas em relação ao conforto térmico.

A norma define um intervalo referente a temperatura e umidade relativa para ser utilizada em ambientes internos. São eles:

- 22,5 °C a 25,5 °C e umidade relativa de 65%;
- 23,0 °C a 26,0 °C e umidade relativa de 35%.

Tendo em vista estas indicações da norma, neste projeto, utiliza-se os valores de 24°C e umidade relativa de 50%.

3.4 Lotação máxima do recinto

É necessária saber a quantidade máxima de pessoas possíveis para permanência no local, pois geram dissipação de calor para o ambiente. Homens e mulheres transmitem uma quantidade diferente de calor para o ambiente, por questões metabólicas e suas peculiaridades. Desta forma, a

Norma Regulamentadora indica, em sua tabela anexada, as taxas de liberação de calor para ambos os sexos e da mesma forma para calor sensível e calor latente, de acordo com o tipo de ambiente e na atividade exercida no local.

Utilizando o método CLTD/CLF da ASHRAE utilizamos os dados da tabela indicada na seguinte equação:

$$CT_{pessoas,sensível}(h) = N \times (SHG_{pessoas}) \times (CLF_{pessoas}(h)) \quad (14)$$

$$CT_{pessoas,latente} = N \times (LHG_{pessoas}) \quad (15)$$

Dessa forma, N corresponde a lotação máxima do recinto, $SHG_{pessoas}$ corresponde ao calor sensível liberado pela pessoa (dado citado em tabela) e $CLF(h)$ corresponde ao fator horário referenciado pela tabela de cálculos presentes no handbook da ASHRAE, para carga térmica sensível.

Para carga térmica latente, N corresponde a lotação máxima do recinto e $LHG_{pessoas}$ corresponde ao calor latente liberado pela pessoa (dado citado em tabela).

Utilizando os registros referentes a ambientes e atividades análogas, temos os valores indicados na figura a seguir.

Figura 5: Tabela referente as 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		

Fonte: Adaptado (ABNT NBR 16401, 2008).

Com isso, a lotação do recinto é indicada em casa ambiente da biblioteca e temos os seguintes resultados:

Tabela 3: Taxa de carga térmica gerada por pessoas nos ambientes da biblioteca expandida

Ambiente	$CT_{pessoas,sensível}$	$CT_{pessoas,latente}$	$CT_{pessoas,total}$
	[kW]	[kW]	[kW]
Hall	0,357	0,135	0,171
Cabine de devolução	0,357	0,135	0,171
Coordenação	0,012	0,045	0,056
Carimbagem/etiquetagem	0,357	0,135	0,171
Automação	0,012	0,045	0,056
Copa	0,012	0,045	0,056
Restauração	0,024	0,090	0,113
Referencia	0,024	0,090	0,113
Cabines de estudo	1,119	4,500	5,690
Atendimento ao aluno	0,024	0,090	0,113
Area de pesquisa	0,476	1,800	2,276
Sala de estudo 1	0,357	0,135	0,171
Sala de estudo 2	0,059	0,225	0,284
Sala de estudo 3	0,059	0,225	0,284
Sala de estudo 4	0,059	0,225	0,284
Sala de estudo 5	0,059	0,225	0,284
Sala de estudo 6	0,059	0,225	0,284
Sala de estudo 7	0,059	0,225	0,284
Sala de estudo 8	0,059	0,225	0,284
Acervo	0,416	1,575	1,991
Total	3,96	10,395	13,136

3.5 Carga térmica por Iluminação

Para o cálculo de carga térmica gerada pela iluminação do ambiente, necessita-se consultar a tabela presente no anexo da norma ABNT NBR 16401-1. Onde nela é determinada a quantidade de potência dissipada e nível de iluminação necessária de acordo com o ambiente onde será aplicada. Desta forma, segundo a ABNT (2008), o nível de iluminação necessária seria de 500 lux e uma potência dissipada de 16 W/m², para lâmpadas fluorescentes. Ressalta-se a necessidade de acrescentar 20% à carga térmica, pois este

resultado não leva em consideração as perdas de calor referentes aos reatores.

Figura 6: Tabela referente as taxas típicas de dissipação de calor pela iluminação.

Local	Tipos de iluminação	Nível de iluminação	Potência dissipada
		Lux	W/m ²
Escritórios e bancos	Fluorescente	500	16
Bibliotecas	Fluorescente	500	16
	Fluorescente compacta		28
Restaurantes	Fluorescente compacta	150	13
	Incandescente		41

Fonte: Adaptado (ABNT NBR 16401, 2008).

Utilizando o método CLTD/CLF da ASHRAE utilizamos os dados da tabela indicada na seguinte equação:

$$CT_{iluminação}(h) = (HG_{iluminação}) \times (CLF_{iluminação}(h)) \quad (16)$$

$$HG_{iluminação} = W \times F_{ul} \times F_{sa} \quad (17)$$

Desta forma, W corresponde a potencia dissipada pela lâmpada, F_{ul} porcentagem da potência W usada em determinado instante (usual = 1,0) e F_{sa} fator que avalia os efeitos de transferência de calor devido a arranjos especiais tais como (para escritórios = 1,0). O fator $CFL(h)$ corresponde ao fator horário referenciado pela tabela de cálculos presentes no handbook da ASHRAE.

O fator $CFL(h)$ é determinado como mostra a Tabela 4:

Tabela 4: Referência a seleção do indicador “a”.

a	Mobiliário	Fornecimento e retorno de ar	Tipo de luminária
0,55	Móveis comuns, sem carpete.	Taxa de ventilação média a alta; fornecimento e retorno abaixo do teto ou através da grade do teto e espaço ($V > 2,5$) ^a	Recesso, não ventilado.

Fonte: Adaptado (ASHRAE Handbook 2005).

Tabela 5: Referência a seleção do indicador “b”.

Construção do envelope da sala (massa da área do piso, kg, m²)	Circulação de ar ambiente e tipo de fornecimento e retorno			
	Baixa	Média	Alta	Muito alto
Piso de concreto de 150 mm (370)	c	c	c	b

Fonte: Adaptado (ASHRAE Handbook 2005).

Tabela 6: Referência a seleção do fator CFL (h) segundo os indicadores “a” e “b”.

Cooling load factor when light are on for 10 hours																	
Coef. "a"	coef. "b"	Number of hours after lights are on															
0,55	B	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
		0,80	0,82	0,32	0,85	0,32	0,29	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,1

Fonte: Adaptado (ASHRAE Handbook 2005).

Com isso, a iluminação dos recintos é calculada e temos os seguintes resultados:

Tabela 7: Taxa de carga térmica gerada pela iluminação nos ambientes da biblioteca expandida.

Ambiente	$CT_{Iluminacao}$ [kW]
Hall	0,400
Cabine de devolução	0,581
Coordenação	0,216
Carimbagem/etiquetagem	0,553
Automação	0,151
Copa	0,131
Restauração	0,232
Referencia	0,163
Cabines de estudo	3,667
Atendimento ao aluno	0,160
Area de pesquisa	1,886

Sala de estudo 1	0,102
Sala de estudo 2	0,130
Sala de estudo 3	0,130
Sala de estudo 4	0,130
Sala de estudo 5	0,130
Sala de estudo 6	0,130
Sala de estudo 7	0,130
Sala de estudo 8	0,155
Acervo	5,729
Total	14,906

3.6 Carga térmica gerada por equipamentos

Esta definição é dada por tabelas existentes na norma regulamentadora de forma onde ela classifica os equipamentos perante o seu tipo de utilização e ambiente a qual se encontra.

Utilizando o método CLTD/CLF da ASHRAE utilizamos os dados da tabela indicada na seguinte equação:

$$CT_{equipamentos}(h) = (HG_{equipamentos}) \times (CLF_{equipamentos}(h)) \quad (18)$$

$$HG_{equipamentos} = \left(\frac{P}{E_M} \right) \times F_{LM} \times F_{UM} \quad (19)$$

Desta forma, P corresponde a potência nominal do equipamento (vide tabelas), E_M eficiência do motor, F_{LM} fator de carga (usualmente = 1,0) e F_{UM} corresponde ao fator de uso (usualmente = 1,0). Esta equação do fator $HG_{equipamentos}$ é utilizado quando motor e equipamento estão localizados dentro do ambiente condicionado.

O fator $CFL(h)$ corresponde ao fator horário referenciado pela tabela de cálculos presentes no handbook da ASHRAE e é determinado segundo a Tabela 8:

Tabela 8: Referência a seleção do fator CFL (h)

Sensible heat cooling load factors for appliances																
Total de horas operacionais	Hours after appliance are on															
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	0,89	0,9	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,96	0,97	0,42	0,34	0,29	0,24	0,2	0,18

Fonte: Adaptado (ASHRAE Handbook 2005).

Conforme as tabelas presentes na norma, os referidos equipamentos têm seus valores mostrados a seguir.

Figura 7: Tabela referente as taxas típicas de dissipação de calor de equipamentos de escritórios – computador.

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

Fonte: Adaptado (ABNT NBR 16401, 2008).

Figura 8: Tabela referente as taxas típicas de dissipação de calor de equipamentos de escritórios – impressoras e copiadoras.

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

Fonte: Adaptado (ABNT NBR 16401, 2008).

Com isso, a carga térmica gerada pelos equipamentos presentes nos recintos é calculada e temos os seguintes resultados:

Tabela 9: Taxa de carga térmica gerada pelos equipamentos nos ambientes da biblioteca expandida.

Ambiente	$CT_{Equipamentos}$ [kW]
Hall	0,69
Cabine de devolução	0,818
Coordenação	0,752
Carimbagem/etiquetagem	0,122
Automação	0,122
Copa	2,427
Restauração	0
Referencia	0,244
Cabines de estudo	0
Atendimento ao aluno	0,244
Area de pesquisa	0,731
Sala de estudo 1	0
Sala de estudo 2	0
Sala de estudo 3	0
Sala de estudo 4	0
Sala de estudo 5	0
Sala de estudo 6	0
Sala de estudo 7	0
Sala de estudo 8	0
Acervo	0,609
Total	6,759

3.7 Carga Térmica por renovação de Ar

Para determinar a taxa de renovação de ar, utiliza-se referências existentes na parte 3 da ABNT NBR 16401, nomeada como qualidade de ar interior.

Esta parte da norma, estipula a vazão mínima de ar exterior de qualidade aceitável a ser suprida pelo sistema para promover a renovação do a

r interior e manter a concentração dos poluentes e no ar em nível aceitável. As vazões estipuladas são dimensionadas considerando os poluentes biológicos, físicos e químicos esperados nas condições normais de utilização e de ocupação dos locais

A determinação desta taxa se faz adotando a metodologia da ASHRAE e se faz necessário calcular primeiramente a vazão de ar necessária para a renovação, dada pela seguinte equação (20):

$$V_{ef} = P_z * F_p + A_z * F_a \quad (20)$$

Na equação 20, V_{ef} corresponde a vazão eficaz de ar exterior [L/s]; F_p corresponde a vazão por pessoa [L/s * pessoa]; F_a corresponde a vazão por área útil ocupada [L/s * m²]; P_z corresponde ao numero máximo de pessoas na zona de ventilação; A_z corresponde a área útil ocupada pelas pessoas [m²]. Para determinar F_p e F_a é necessário consultar dados estipulados na tabela a seguir:

Figura 9: Tabela referente a vazão eficaz mínima de ar exterior para ventilação.

Local	D pessoas/ 100 m ²	Nível 1		Nível 2		Nível 3		Exaustão mecânica L/s* m ² a
		F _p L/s* pess.	F _a L/s* m ²	F _p L/s* pess.	F _a L/s* m ²	F _p L/s* pess.	F _a L/s* m ²	
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 plateia	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	--

Fonte: Adaptado (ABNT NBR 16401-parte 3, 2008).

Seguindo, se faz necessário a determinação da vazão de ar a ser suprida na zona de ventilação e é calculada pela seguinte equação (21):

$$V_z = V_{ef} / E_z \quad (21)$$

Na equação 21, V_z corresponde a vazão de ar exterior a ser suprida na zona de ventilação e E_z corresponde a eficiência da distribuição de ar na zona. E_z é determinado segundo a tabela a seguir:

Figura 10: Tabela referente a 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: Adaptado (ABNT NBR 16401-parte 3, 2008).

Com a vazão determinada, podemos verificar o calor sensível e latente de renovação através das equações (22) e (23) respectivamente:

$$CT_{sensivel,renovacao} = \rho * c_p * V_z * (T_{BS,ext} - T_{BS,int}) \quad (22)$$

$$CT_{latente,renovacao} = \rho * C_p * V_z * (w_e - w_i) \quad (23)$$

Na equação 22, $CT_{sensivel,renovacao}$ representa o calor sensível de renovação de ar em [kW]; ρ representa a densidade do ar seco em [Kg/m³]; c_p representa o calor específico do ar seco em [KJ/Kg°C]; $T_{BS,ext}$ representa a temperatura de bulbo seco externa em [°C]; $T_{BS,int}$ representa a temperatura de bulbo seco interna em [°C].

Na equação 23, $CT_{latente,renovacao}$ representa o calor latente de renovação de ar em [kW]; C_p representa o calor latente da água em [KJ/Kg];

w_e representa a umidade absoluta externa [Kg de água/ Kg de ar]; w_i representa a umidade absoluta interna [Kg de água/ Kg de ar];

Com isso, a carga térmica gerada pela renovação de ar necessária para os recintos da biblioteca é calculada e temos os seguintes resultados:

Tabela 10: Taxa de carga térmica gerada pela renovação de ar nos ambientes da biblioteca expandida

Ambiente	$CT_{Renovacao,sensível}$ [kW]	$CT_{Renovacao,latente}$ [kW]	$CT_{Renovacao,total}$ [kW]2011
Hall	1,272	2,374	3,646
Cabine de devolução	1,658	3,093	4,752
Coordenação	0,622	1,159	1,781
Carimbagem/etiquetagem	1,599	2,982	4,581
Automação	0,482	0,900	1,382
Copa	0,441	0,823	1,265
Restauração	0,785	1,465	2,250
Referencia	0,639	1,192	1,832
Cabines de estudo	20,812	38,821	59,632
Atendimento ao aluno	0,63	1,18	1,81
Area de pesquisa	9,24	17,23	26,47
Sala de estudo 1	0,638	1,190	1,828
Sala de estudo 2	0,955	1,782	2,737
Sala de estudo 3	0,955	1,782	2,737
Sala de estudo 4	0,955	1,782	2,737
Sala de estudo 5	0,955	1,782	2,737
Sala de estudo 6	0,955	1,782	2,737
Sala de estudo 7	0,955	1,782	2,737
Sala de estudo 8	1,010	1,885	2,895
Acervo	16,783	31,306	48,090
Total	62,341	116,292	178,636

3.8 Carga térmica por Insolação

A carga térmica gerada pela insolação corresponde ao resultado da relação de temperatura entre o ambiente externo e interno, adicionado à radiação solar incidente no local.

Essas cargas são geradas decorrentes da radiação solar direta e difusa através das janelas, radiação solar através das superfícies opacas (paredes), calor transmitido através do vidro das janelas e das paredes devido à transferência de temperatura entre o ar externo e ar interno.

Para casos de superfícies a qual não recebem radiação solar (paredes e vidros internos, teto e piso entre andares), a carga térmica por transmissão é calculado por:

$$CT = A \times U(T_e - T_i) \quad (24)$$

Onde CT refere-se ao ganho de calor devido à transmissão de calor pelas superfícies, dada em Watts (W); A se refere a área superficial de troca de calor (área de parede ou de vidro interno), dada em m^2 . U corresponde ao coeficiente global de transmissão de calor pela superfície, dado em $W/m^2 \cdot ^\circ C$. T_e indica a temperatura externa do ar e T_i indica a temperatura interna do ar do ambiente, em $^\circ C$. Para paredes internas, indica-se que o diferencial de temperatura seja diminuído em $3^\circ C$. (SILVA, Jesué. 2004).

No geral, pisos que estejam diretamente sobre o solo e as paredes onde o ambiente vizinho já esteja climatizado não se leva em consideração a carga térmica gerada.

Para superfícies transparentes, ou seja, os vidros, tem-se uma das maiores parcelas externas de carga térmica de um ambiente pois a radiação solar atravessa suas superfícies transparentes e atinge suas paredes, quase em sua totalidade. A energia solar aquece esses objetos, que liberam calor ao ambiente através de convecção. (SILVA, Jesué. 2004).

Para evitar que a radiação solar atravessasse a superfície transparente com tanta facilidade, instala-se proteções solares como toldos externos, persianas externas horizontais ou verticais, defletores tipo quebra-sol ou cortinas, entre outros. Ou, pode-se utilizar tipos especiais de vidros existentes no mercado como vidros duplos e vidros coloridos, onde reduzem de 10% a 65%, dependendo do seu material.

Este ganho térmico, proveniente de superfícies transparentes se da através das seguintes equação:

$$CT_{vidros}(h) = CT_{condução}(h) + CT_{radiação}(h) \quad (25)$$

$$CT_{condução}(h) = U_{vidro} + A_{vidro} \times (CLTD_{vidro}(h)) \quad (26)$$

$$CT_{radiação}(h) = A \times (SC) \times (SHGF) \times (CLF(h)) \quad (27)$$

Desta forma, CT_{vidros} se refere a carga térmica proveniente da insolação que atinge as superfícies transparentes, sendo resultante da soma da carga térmica gerada por condução e radiação.

Para determinar a carga termica por condução, faz-se necessario determinar o coeficiente global de transferencia de calor (U), a area (A) e o fator $CLTD_{vidro}$.

Para determinação de U_{vidro} é necessário calcular através da equação:

$$U_{vidro} = \frac{1}{h_{ext} + \sum \frac{e_j}{k_j} + h_{int}} \quad (28)$$

Onde, h_{ext} corresponde ao coeficiente de condutividade térmica do ar externo; h_{int} corresponde ao coeficiente de condutividade térmica do ar interno; e_j corresponde a espessura do material; e k_j correspondrode ao coeficiente de condutividade térmica do material.

Desta forma, U_{vidro} fica definido assim:

$$U_{vidro} = \frac{1}{h_{ext} + \sum \frac{e_j}{k_j} + h_{int}} = \frac{1}{0,059 + \frac{1}{6,19} + 0,121} = 2,93 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Seguindo, faz-se necessário o cálculo do CLTD corrigido o qual é feito analisando os dados referentes as temperaturas externas e internas dos ambientes juntamente com o fator de atraso térmico devido a sua localização. O cálculo é feito através da equação a seguir:

$$CLTD_{corr}(h) = [(CLTD_{tab}(h) + LM) + (25,5 - T_i) + (T_m - 29,4)] \quad (29)$$

onde $CLTD_{tab}(h)$ é determinado utilizando tabela com valores já determinados; LM corresponde ao fator de correção por latitude; T_i

corresponde a temperatura interna do ambiente; e T_m corresponde a temperatura média encontrada. As tabelas são mostradas a seguir:

Figura 11: Tabela referente ao $CLTD_{tab}(h)$ para vidros:

Solar time, h	CLTD °C	Solar time, h	CLTD °C
0100	1	1300	7
0200	0	1400	7
0300	-1	1500	8
0400	-1	1600	8
0500	-1	1700	7
0600	-1	1800	7
0700	-1	1900	6
0800	0	2000	4
0900	1	2100	3
1000	2	2200	2
1100	4	2300	2
1200	5	2400	1

Fonte: Adaptado (ASHRAE Handbook 2005).

Figura 12: Tabela referente fator LM para vidros

Lat.	Month	N	NNE	NE	ENE	E	ESW	SE	SSE	S	HOR
0	Dec	-1.6	-2.7	-2.7	-2.7	-1.1	0.0	1.6	3.3	5.0	-0.5
	Jan/Nov	-1.6	-2.7	-2.2	-2.2	-0.5	0.0	1.1	2.2	3.8	-0.5
	Feb/Oct	-1.6	-1.1	-1.1	-1.1	-0.5	-0.5	0.0	-0.5	3.8	0.0
	Mar/Sept	-1.6	0.0	0.5	-0.5	-0.5	-1.6	-1.6	-2.7	-4.4	-1.1
	Apr/Aug	2.7	2.2	1.6	0.0	-1.1	-2.7	-3.3	-4.4	-4.4	-2.2
	May/Jul	5.5	3.8	2.7	0.0	-1.6	-3.8	-4.4	-5.0	-4.4	-2.7
8	Jun	6.6	5.0	2.7	0.0	-1.6	-3.8	5.0	-5.5	-4.4	-2.7
	Dec	-2.2	-3.3	-3.3	-3.3	-1.6	0.0	2.2	4.4	6.6	-2.7
	Jan/Nov	-1.6	-2.7	3.3	-2.7	-1.1	0.0	1.6	3.3	5.5	-2.2
	Feb/Oct	-1.6	-2.2	-1.6	-1.6	-0.5	-0.5	0.5	1.1	2.2	-0.5
	Mar/Sept	-1.6	-1.1	-0.5	-0.5	-0.5	-1.1	1.1	-1.6	-2.2	0.0
	Apr/Aug	1.1	1.1	1.1	0.0	-0.5	-2.2	-2.7	-3.8	-3.8	-0.5
	May/Jun	3.8	2.7	2.2	0.0	-1.1	-3.3	-4.4	-5.0	-3.8	-1.1
	Jun	5.0	3.3	2.2	0.0	-1.1	-3.3	-4.4	-5.0	-3.8	-1.1

Fonte: Adaptado (ASHRAE Handbook 2005).

Para determinar a carga térmica por radiação, faz-se necessário determinar a área (A), o coeficiente de sombreamento (SC), o ganho de fator solar ($SHGF$) e o fator para carga térmica horária ($CLF(h)$).

Para isto, SC , $SHGF$ e $CLF(h)$ são determinados através de tabelas. São elas:

Figura 13: Tabela referente fator *SC* para vidros

A. Single Glass				
Type of Glass	Nominal Thickness ^b	Solar Trans. ^b	Shading Coefficient	
			$h_0 = 22.7$	$h_0 = 7.0$
Clear	3 mm	0.86	1.00	1.00
	6 mm	0.78	0.94	0.95
	10 mm	0.72	0.90	0.92
	13 mm	0.67	0.87	0.88
Heat Absorbing	3 mm	0.64	0.83	0.85
	6 mm	0.46	0.69	0.73
	10 mm	0.33	0.60	0.64
	13 mm	0.24	0.53	0.58

Fonte: Adaptado (ASHRAE Handbook 2005).

Figura 14: Tabela referente fator *SHGF* para vidros

8°N Lat										
	N	NNE/NNW	NE/NW	ENE/ENW	E/W	ESE/ESW	SE/SSW	S	SSW/SSW	SSW
Jan.	101	101	224	514	707	789	764	640	511	868
Feb.	107	107	360	600	754	782	691	521	347	928
Mar.	117	211	492	678	760	738	581	347	176	867
Apr.	139	369	581	697	710	615	423	167	123	912
May	223	691	625	694	679	527	306	123	120	874
June	284	489	631	685	631	445	299	123	123	849
July	243	457	615	678	644	511	294	126	123	858
Aug.	148	369	565	675	681	587	404	161	129	890
Sep.	120	208	470	647	726	691	555	338	177	915
Oct.	110	110	353	590	729	754	666	505	341	909
Nov.	104	104	224	508	694	773	735	611	505	861
Dec.	98	98	174	470	678	736	779	678	565	836

Fonte: Adaptado (ASHRAE Handbook 2005).

Figura 15: Tabela referente fator *CFL (h)* para vidros

Orientation Facing	Construction	Solar Time, h																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N (Shaded)	L	0.17	0.14	0.11	0.09	0.08	0.33	0.42	0.48	0.56	0.63	0.71	0.76	0.80	0.82	0.82	0.79	0.75	0.64	0.61	0.48	0.38	0.31	0.25	0.20
	M	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.34	0.41	0.46	0.53	0.59	0.65	0.70	0.73	0.75	0.76	0.74	0.73	0.79	0.80	0.90	0.94	0.96	0.99	0.97
	H	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.38	0.45	0.49	0.55	0.60	0.65	0.69	0.72	0.72	0.72	0.70	0.70	0.75	0.57	0.46	0.39	0.34	0.31	0.28
E	L	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.19	0.37	0.51	0.57	0.57	0.50	0.42	0.37	0.32	0.29	0.25	0.22	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05
	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.18	0.33	0.44	0.50	0.51	0.46	0.39	0.35	0.31	0.29	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08
	H	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.20	0.34	0.45	0.49	0.49	0.43	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
S	L	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04	0.06	0.09	0.14	0.22	0.34	0.48	0.59	0.65	0.65	0.59	0.50	0.43	0.36	0.28	0.22	0.18	0.15	0.12	0.10
	M	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.08	0.11	0.14	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.47	0.41	0.36	0.29	0.23	0.21	0.18	0.16	0.14
	H	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.11	0.14	0.17	0.24	0.33	0.43	0.51	0.56	0.55	0.50	0.43	0.37	0.32	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15
W	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12	0.14	0.20	0.32	0.45	0.57	0.64	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.19	0.29	0.40	0.50	0.58	0.55	0.42	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
	H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14	0.15	0.16	0.21	0.30	0.40	0.49	0.54	0.52	0.38	0.30	0.24	0.21	0.18	0.16

Fonte: Adaptado (ASHRAE Handbook 2005).

Com isso, a carga térmica proveniente de superfícies transparentes presentes no ambiente é calculada e temos os seguintes resultados:

Tabela 11: Taxa de carga térmica gerada pela insolação nas superfícies transparentes nos ambientes da biblioteca expandida

Ambiente	$CT_{Conducao}$ [kW]	$CT_{Radiacao}$ [kW]	$CT_{vidro,total}$ [kW]
Hall	0,29	7,09	7,38
Cabine de devolução	0,10	0,41	0,51
Coordenação	0,680	0,282	0,350
Carimbagem/etiquetagem	0,197	0,818	1,0154
Automação	0,340	0,141	0,175
Copa	0,340	0,141	0,175
Restauração	0,098	0,409	0,508
Referencia	0,340	0,141	0,175
Cabines de estudo	0,496	2,060	2,556
Atendimento ao aluno	0	0	0
Area de pesquisa	0	0	0
Sala de estudo 1	0	0	0
Sala de estudo 2	0	0	0
Sala de estudo 3	0	0	0
Sala de estudo 4	0	0	0
Sala de estudo 5	0	0	0
Sala de estudo 6	0	0	0
Sala de estudo 7	0	0	0
Sala de estudo 8	0	0	0
Acervo	0,863	3,583	4,447
Total	3,744	15,075	17,2914

Para o caso de superfícies opacas onde existe a incidência solar, a anergia térmica é transmitida para o local por condução térmica, pois precisa de um meio pra conduzi-la e esta ocorrência se dá por conta da infiltração de calor através da superfície externa e da diferença de temperatura entre o lado externo e interno da superfície.

Para determinar a quantidade de energia térmica a qual se propaga pela superfície é necessário saber os elementos que a constituem. São eles: o

tipo de superfície; a orientação solar a qual está postada; cor da superfície externa; latitude em que está localizada; época do ano e hora do dia.

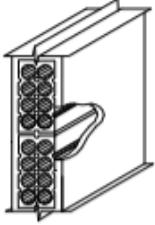
O cálculo da carga térmica gerada pela insolação nas paredes se da através das seguintes equação:

$$CT_{paredes}(h) = U \times A \times (CLTD_{corr}(h)) \quad (30)$$

Assim, U corresponde ao coeficiente global de transferencia de calor da parede, A corresponde a area da parede e $CLTD$ corresponde a diferença de temperatura para a carga térmica.

Para definir o coeficiente global de transferencia de calor da parede é preciso determinar o material utilizado para sua confecção e assim definir suas propriedades térmicas. Segundo a NBR 15220, utilizada como referencia pela NBR 16401, defini-se o coeficiente global de transferencia de calor de calor através de suas tabelas correspondentes a algumas paredes ja definidas, como segue:

Figura 16: Tabela de Transmitância térmica, capacidade térmica e atraso térmico para algumas paredes

Parede	Descrição	U [W/(m ² .K)]	C _T [kJ/(m ² .K)]	φ [horas]
	Parede de tijolos de 8 furos circulares, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 10,0x20,0x20,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 15,0 cm	2,24	167	3,7
	Parede de tijolos maciços, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 10,0x6,0x22,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 15,0 cm	3,13	255	3,8

Fonte: Adaptado (NBR 15220 - PARTE 3).

Desta forma, define-se:

$$U_{parede} = \frac{1}{h_{ext} + \sum \frac{e_j}{k_j} + h_{int}} = 3,13 [W/(m^2.K)]$$

Seguindo, faz-se necessário calcular o fator de diferença de temperatura para a carga térmica ($CLTD$). Dado pela seguinte equação:

$$CLTD_{corr}(h) = [(CLTD_{tab}(h) + LM)K + (25,5 - T_i) + (T_m - 29,4)] \quad (31)$$

Onde, assim como o calculo de fator CLTD para o vidro, o $CLTD_{tab}(h)$ é verificado usando tabela com valores já determinados; LM satisfaz ao fator de correção por latitude; K corresponde ao fator de correção devido a cor da superfície; T_i corresponde a temperatura interna do ambiente; e T_m corresponde a temperatura média encontrada. As tabelas utilizadas são mostradas a seguir:

Figura 17: Seleção de grupos de paredes externas

Group No.	Description of Construction	Mass, kg/m ²	U-Value, W/(m ² .°C)
E	Heavyweight concrete wall + (finish)	308	3.32
D	100-mm concrete	308	0.68 1.14
C	100-mm concrete + 25-mm or 50-mm insulation	308	0.68
C	50-mm insulation + 100-mm concrete	532	2.78
C	200-mm concrete	537	0.65-1.06
B	200-mm concrete + 25-mm or 50-mm insulation	537	0.65
A	50-mm insulation + 200-mm concrete	762	2.39
B	300-mm concrete	762	0.64
A	300-mm concrete + insulation		

Fonte: Adaptado (ASHRAE, 1989).

Figura 18: CLTDs para paredes externas.

	Solar Time, h																								Hr of Maximum CLTD	Minimum CLTD	Maximum CLTD	Difference CLTD
	0100	0200	0300	0400	0500	0600	0700	0800	0900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400				
N	7	6	5	4	3	2	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	10	11	12	12	11	10	9	8	20	2	12	10
NE	7	6	5	4	3	2	3	3	5	8	11	13	14	14	14	14	15	14	14	13	12	11	9	8	16	2	15	13
E	8	7	6	5	4	3	3	6	10	15	18	20	21	21	20	19	18	18	17	15	14	12	11	9	13	3	21	18
SE	8	7	6	5	4	3	3	4	7	10	14	17	19	20	20	19	18	17	16	14	13	11	10	15	3	20	17	
S	8	7	6	5	4	3	2	2	2	3	5	7	10	14	16	18	19	18	17	16	14	13	11	10	17	2	19	17
SW	12	10	8	7	6	4	4	3	3	3	4	5	7	10	14	18	21	24	25	24	22	19	17	14	19	3	25	22
W	14	12	10	8	6	5	4	3	3	4	4	5	6	8	11	15	20	24	27	27	25	22	19	16	20	3	27	24
NW	11	9	8	6	5	4	3	3	3	3	4	5	6	7	9	11	14	18	21	21	20	18	15	13	20	3	21	18

Fonte: Adaptado (ASHRAE, 1989).

Para o fator K usamos equivalente a 1 ($K = 1$), usualmente utilizado, já que se utiliza para paredes escuras ou claras em áreas industriais e urbanas.

Para T_m utiliza-se a seguinte equação:

$$T_m = T_{tab} - f(h) * AD \quad (32)$$

Onde, T_{tab} e AD são dados pela norma NBR 16401, determinados através da localização geográfica e $f(h)$ corresponde ao fator de correção horaria, encontrado em tabela, como mostra a seguir.

Figura 19: Fator de correção horaria ($f(h)$):

hora	f	hora	f	hora	f
01	0,87	09	0,71	17	0,10
02	0,92	10	0,56	18	0,21
03	0,96	11	0,39	19	0,34
04	0,99	12	0,23	20	0,47
05	1,00	13	0,11	21	0,58
06	0,98	14	0,03	22	0,68
07	0,93	15	0,00	23	0,76
08	0,84	16	0,03	24	0,82

Fonte: Adaptado (ASHRAE, 1989).

Sendo assim, tem-se determinado o valor de T_m para cada hora útil diária e com isso, pode-se definir então o valor final do $CLTD_{corr}$, e logo o valor da carga térmica gerada nas paredes, como é mostrado na sequência:

Tabela 12: Taxa de carga térmica gerada pela insolação nas superfícies opacas (paredes) nos ambientes da biblioteca expandida

Ambiente	$CT_{paredes}$ [kW]
Hall	0,378
Cabine de devolução	1,860
Coordenação	0,475
Carimbagem/etiquetagem	1,146
Automação	0,368
Copa	0,309
Restauração	0,442
Referencia	0,407
Cabines de estudo	5,544
Atendimento ao aluno	0
Area de pesquisa	0
Sala de estudo 1	0,726
Sala de estudo 2	0
Sala de estudo 3	0
Sala de estudo 4	0
Sala de estudo 5	0

Sala de estudo 6	0
Sala de estudo 7	0
Sala de estudo 8	0
Acervo	12,065
Total	23,72

3.9 Carga térmica do teto

A carga térmica gerada no teto da biblioteca corresponde ao resultado da relação de temperatura entre o ambiente externo e interno, adicionado ao material utilizado e espessura da laje existe entre os andares do prédio. Desta forma, o cálculo se faz de forma parecida ao das superfícies opacas calculadas anteriormente. Como segue:

$$CT_{teto}(h) = U \times A \times (CLTD_{corr}(h)) \quad (33)$$

$$CLTD_{corr}(h) = [(CLTD_{tab}(h) + LM)K + (25,5 - T_i) + (T_m - 29,4)] \quad (34)$$

Tendo como base a espessura de 20 cm para a laje de concreto e mais 2,5 cm de lã de vidro como componentes, segue-se as orientações das tabelas da ASHRAE. o coeficiente de transferência de calor global (U) referente as lajes dos andares, é dado da seguinte forma:

$$U_{teto} = \frac{1}{0,059 + \frac{20 \times 10^{-2}}{1,75} + \frac{2,5 \times 10^{-2}}{1,75} + 0,121} = 1,259 [W/(m^2.K)]$$

Seguindo, faz-se necessário calcular o fator de diferença de temperatura para a carga térmica $CLTD_{corr}$, dado pela equação (34). Onde, assim como o calculo de fator CLTD para paredes, o $CLTD_{tab}(h)$ é determinado utilizando tabela com valores já determinados; o fator LM satisfaz ao fator de correção por latitude, assim como o cálculo para superfícies transparentes, utilizando a figura 16 ($LM = -0,5$); K corresponde ao fator de correção devido a cor da superfície ($K = 1$); T_i corresponde a temperatura interna do ambiente; e T_m corresponde a temperatura média encontrada. A tabela utilizada para determinar o $CLTD_{tab}$ para o teto é mostrada a seguir:

Figura 20: CLTDs para o teto.

				With Suspended Ceiling																												
1	Steel Sheet with 25-mm (or 50-mm) insulation	44 (49)	0.761 (0.522)	1	0	-1	-2	-3	-3	0	5	13	20	28	35	40	43	43	41	37	31	23	15	10	7	5	3	15	-3	43	46	
2	25-mm wood with 25-mm insulation	49	0.653	11	8	6	5	3	2	1	2	4	7	12	17	22	27	31	33	35	34	32	28	24	20	17	14	17	1	35	34	
3	100-mm l.w. concrete	97	0.761	10	8	6	4	2	1	0	0	2	6	10	16	21	27	31	34	36	36	34	30	26	21	17	13	17	0	36	36	
4	50-mm h.w. concrete with 25-mm insulation	146	0.744	16	14	13	11	10	8	7	7	8	9	11	14	17	19	22	24	25	26	26	25	23	21	20	18	18	7	26	19	
5	25-mm wood with 50-mm insulation	49	0.471	14	11	9	7	5	4	3	3	4	6	10	14	18	23	27	30	31	32	31	29	26	22	19	16	18	3	32	30	
6	150-mm l.w. concrete	127	0.619	18	15	13	11	9	7	6	4	4	6	9	12	16	20	24	27	29	30	30	28	26	23	20	20	4	30	26		
7	60-mm wood with 25-mm insulation	73	0.545	19	18	16	14	13	12	10	9	8	8	9	10	12	14	17	19	21	23	24	25	24	23	22	21	20	8	25	17	
8	200-mm l.w. concrete	161	0.528	22	20	18	16	15	13	11	10	9	8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21	21	21	20	19	18	17
9	100-mm h.w. concrete with 25-mm (or 50-mm) ins.	259 (264)	0.727 (0.511)	17	16	15	14	13	12	11	11	11	12	13	15	16	18	19	20	21	21	21	21	21	20	19	18	19	11	21	10	
10	25-mm wood with 25-mm insulation	73	0.545	19	18	16	14	13	12	11	10	10	11	12	14	16	18	19	21	22	23	23	22	22	21	21	20	19	10	23	13	
11	Roof terrace system	376	0.466	17	16	16	15	15	14	13	13	13	12	12	13	13	14	15	16	16	17	18	18	19	18	18	21	12	19	7		
12	150-mm h.w. concrete with 25-mm (or 50-mm) ins.	376 (376)	0.710 (0.499)	16	16	15	15	14	13	13	12	12	12	12	13	14	15	16	17	18	18	19	19	19	18	18	20	12	19	7		
13	100-mm wood with 25-mm (or 50-mm) insulation	93 (97)	0.465 (0.363)	20	19	19	18	17	16	15	14	14	13	12	12	12	13	14	15	16	18	19	20	20	20	20	23	12	20	8		

Fonte: Adaptado (ASHRAE, 1989).

Sendo assim, o valor da carga térmica gerada no teto em cada hora do dia é mostrado na sequência:

Tabela 13: Taxa de carga térmica gerada no teto do ambiente da biblioteca expandida.

Hora	CT teto [kW]
7	7,57
8	7,69
9	9,55
10	11,69
11	15,30
12	18,76
13	22,82
14	25,14
15	27,92
16	28,66
17	28,83
18	28,43
19	26,57
20	24,71
21	23,14
22	20,53

4. Resultados

Referenciados pelas Normas vigentes deste país, os resultados apresentados neste trabalho estão, conforme referência, norteados pelos materiais teórico adquiridos durante o curso nas disciplinas de Transferência de calor massa, Máquinas térmicas, e Refrigeração.

Como resultados deste trabalho, podemos determinar as condições de utilização do ambiente para que os seus usuários possam utiliza-lo de forma confortável e saudável, tanto para sua saúde quanto para as suas atividades.

Diante disso, determinou-se:

- A lotação máxima dos ambientes que compõe a biblioteca;
- A variação horaria da energia térmica gerada em todos os ambientes que compõe o espaço destinado a biblioteca;
- A carga térmica total máxima a qual o ambiente pode estar imerso no período mais quente do ano, de onde está locado.
- E uma comparação quantitativa com relação ao aumento da geração de carga térmica do ambiente diante de sua expansão.

Logo, a tabela a seguir mostra a lotação máxima dos ambientes da biblioteca em estudo.

Tabela 14 - Lotação máxima dos ambientes

Ambiente	Quantidade
Hall	3
Cabine de devolução	3
Coordenação	1
Carimbagem/etiquetagem	3
Automação	1
Copa	1
Restauração	2
Referencia	2
Cabines de estudo	100
Atendimento ao aluno	2
Area de pesquisa	40
Sala de estudo 1	3
Sala de estudo 2	5
Sala de estudo 3	5
Sala de estudo 4	5
Sala de estudo 5	5
Sala de estudo 6	5
Sala de estudo 7	5
Sala de estudo 8	5
Acervo	35
Total	231

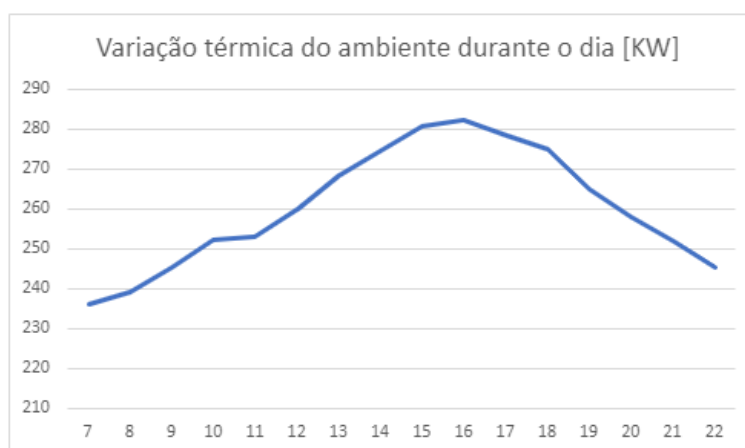
Levando em consideração as recomendações técnicas existentes na norma e a necessidade do ambiente, esta lotação se faz necessária para que haja controle dos parâmetros existentes de conforto térmico dentro de ambientes fechados.

Através dos cálculos realizados foi possível determinar como que a energia térmica varia dentro do ambiente de acordo com a hora. Com isso a tabela a seguir evidencia o fato e o gráfico demonstra a variação.

Tabela 15 - Variação da carga térmica do ambiente X tempo

Hora	Total [kW]	Total [BTU/h]	Total [TR]
7	236,23	806.017,62	67,17
8	239,29	816.470,85	68,04
9	245,42	837.382,01	69,78
10	252,33	860.951,12	71,75
11	253,35	864.443,00	72,04
12	259,96	886.994,95	73,92
13	268,44	915.909,33	76,33
14	274,85	937.776,86	78,15
15	280,74	957.885,15	79,82
16	282,34	963.329,42	80,28
17	278,51	950.287,27	79,19
18	275,33	939.424,65	78,29
19	264,94	903.969,40	75,33
20	258,26	881.181,46	73,43
21	252,13	860.252,50	71,69
22	245,47	837.537,87	69,79

Gráfico 1 - Variação térmica do ambiente durante o dia.



Fonte: Autor

Desta forma, pode-se perceber que o período de maior geração de carga térmica ao ambiente é no intervalo de 13h as 16h. Tendo em vista este período de maior incidência de calor, determina-se que o valor referente a carga térmica do ambiente seja uma média aritmética desses valores. Desta forma, a tabela a seguir mostram esses números:

Tabela 16 - Média de valores da carga térmica em horário de maior incidência solar para a biblioteca expandida.

Hora	Total [kW]	Total [BTU/h]	Total [TR]
13	268,4376713	915.909,33	76,33
14	274,8466751	937.776,86	78,15
15	280,7400778	957.885,15	79,82
16	282,3357043	963.329,42	80,28
Média	277,79	947.831,00	78,99

A tabela a seguir evidencia os valores alcançados através da metodologia utilizada em momento de pico.

Tabela 17: Resultados da carga térmica gerada em cada ambiente da biblioteca.

Ambiente	kW	BTU/h	TR
Hall	12,04	41.086,39	3,42
Cabine de devolução	8,69	29.647,84	2,47
Coordenação	3,63	12.393,10	1,03
Carimbagem/etiquetagem	7,59	25.894,02	2,16
Automação	2,25	7.693,67	0,64
Copa	4,37	14.895,64	1,24
Restauração	3,55	12.099,20	1,01
Referencia	2,93	10.013,98	0,83
Cabines de estudo	77,09	263.042,06	21,92
Atendimento ao aluno	2,33	7.935,69	0,66
Area de pesquisa	31,36	107.008,44	8,92
Sala de estudo 1	2,78	9.468,83	0,79
Sala de estudo 2	3,15	10.751,73	0,90
Sala de estudo 3	3,15	10.751,73	0,90
Sala de estudo 4	3,15	10.751,73	0,90
Sala de estudo 5	3,15	10.751,73	0,90
Sala de estudo 6	3,15	10.751,73	0,90
Sala de estudo 7	3,15	10.751,73	0,90
Sala de estudo 8	3,34	11.380,48	0,95

Acervo	72,83	248.504,23	20,71
Teto	28,66	97.791,42	8,15
Total	282,34	963.329,42	80,28

Destaca-se com estes dados os ambientes que mais geram calor para o espaço. São eles o salão destinado ao ambiente de cabines para estudo e a área de acervo bibliográfico muito pelo fato de, além de agregar maior espaço físico, é onde pode abrigar o maior número de pessoas ao mesmo tempo. Consequentemente, liberando maior calor latente e se faz necessária uma taxa de renovação de ar maior, quando comparado com os outros ambientes.

Em contrapartida, a mudança de posição das salas de estudo foi necessária pois, onde estão no local atual, as paredes geram, junto com as superfícies transparentes, uma quantidade maior de calor, por conta da incidência de raios solares, somados ao calor latente e sensível liberado pelas pessoas que estariam no local.

Para uma análise quantitativa, mostra-se o aumento da geração de calor diante do plano de expansão do espaço da biblioteca, utilizando os mesmos parâmetros para ambas as situações.

Tabela 18: Média de valores da carga térmica em horário de maior incidência solar para a biblioteca atual.

Hora	Total [kW]	Total [BTU/h]	Total [TR]
13	187,16	638.603,57	53,22
14	191,29	652.672,41	54,39
15	195,79	668.022,68	55,67
16	196,95	671.980,19	56,00
Média	193,54	660347,55	55,03

Analisando desta forma, com o projeto de expansão da área da biblioteca, a geração de carga térmica passaria 194 kW para 277 kW. Logo, apresentaria um aumento de mais de 30% na capacidade de geração de calor.

5. Conclusão

Analisando os procedimentos utilizados para execução da determinação da carga térmica gerada pelo ambiente em estudo, o método proposto pela norma ABNT NBR 16401, o qual segue a metodologia

CLTD/CFL da ASHRAE, dispõe uma eficácia relevante para o seu cálculo manual utilizando a ferramenta Excel, tendo em vista sua parametrização através de valores já pré determinados por tabelas existentes.

Diante disso, os valores finais apresentados demonstram que o sistema de refrigeração precisará ser atualizado para promover um conforto térmico aceitável para os usuários diante da expansão de seu espaço.

Hoje, a atual disposição dos ambientes da biblioteca gera, diante dos parâmetros citados, uma carga térmica equivalente a 193,54 kW ou 55 TR. Com o plano de expansão proposto, a geração de carga térmica passa a ser equivalente a 277,79 kW ou 79 TR.

Contudo, será necessário um sistema de refrigeração de maior capacidade capaz de suprir a energia térmica gerada, pois quando comparada com a geração de carga térmica atual, o valor passar a ter 30% a mais.

Como sugestão de trabalhos futuros, pode-se avaliar a implantação de um modelo de sistema de refrigeração capaz de suprir a necessidade do ambiente, buscando gerar o maior custo X benefício para a instituição, tendo em visto o que o presente trabalho detalha o total de energia gerada a ser vencida por este sistema.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 15220-3:2005 – Desempenho térmico de edificações – Parte 3 – Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.

ALVES, Diego Nascimento & SAÚDE, Rafael Reuter Carrera. Procedimento Básico De Elaboração E Implantação De Projetos De Sistemas De Ar Condicionado Baseado Na ABNT NBR 16401. Trabalho de Conclusão de Curso. 2013. Universidade Federal Do Espírito Santo. Vitória.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16401-1: Instalações de Ar Condicionado – Sistemas Centrais e Unitários – Parte 1: Projetos das Instalações. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16401-2: Instalações de Ar Condicionado – Sistemas Centrais e Unitários – Parte 2: Parâmetros de Conforto Térmico. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16401-3: Instalações de Ar Condicionado – Sistemas Centrais e Unitários – Parte 3: Qualidade do Ar Interior. Rio de Janeiro, 2008.

BATIZ, E. C.; GOEDERT, J.; MORSCH, J. J.; KASMIRSKI-Jr, P.; VENSKE, R. Avaliação do conforto térmico no aprendizado: estudo de caso sobre influência na atenção e memória. Produção, v. 19, n. 3, p. 477-488, 2009.

BRANCO, Nuno Miguel Lopes. Avaliação e estudo de medidas de melhoramento do sistema de climatização da Biblioteca das Ciências da Saúde da Universidade de Coimbra. Dissertação de Mestrado 2016. Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade de Coimbra. Coimbra.

BRITTO, J. F. B. Psicometria e carga térmica. SBCC, SÃO PAULO, v. 1, n. 46, p. 42-48, set./2018. Disponível em: <http://www.adriferco.com.br/resources/Artigo%20SBCC%2020Ed%2046%2020A%20psicrometria%20e%20a%20carga%20t%C3%A9rmica%20-%20Parte%201.pdf>. Acesso em: 18.04.2021.

CAMPOS, Rafael; ALMEIDA, Rafael. Desenvolvimento de ferramenta computacional em visual basic para estimativa de carga térmica segundo a

NBR 16401. Trabalho de Conclusão de Curso. 2010. Universidade Federal Do Espírito Santo. Vitoria-ES.

CARVALHO, Leonardo Sousa. Estudo comparativo entre carga térmica detalhada e simplificada para climatização ambiental. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

ÇENGEL, Y.A.; BOLES, M.A. Termodinâmica. 7ª ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

CLAUS, Borgnakke. RICHARD, E. Sonntag; Fundamentos Da Termodinâmica. 8ª ed. São Paulo: Blucher, 2013. climatização. São Paulo, SP: Artliber, 2004.

CREDER, Hélio. Instalações de Ar Condicionado. 6ª Edição. Rio de Janeiro: LTC. 2004.

FAKHOURY, Nicolas A. Estudo da qualidade do ar interior em ambientes educacionais. Dissertação de Mestrado. 2017. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo.

FROTA, Anésia B.; SCHIFFER, Sueli R.. Manual de conforto térmico: arquitetura, urbanismo. 5ª ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

INCROPERA, Frank P. Fundamentos De Transferência De Calor E De Massa. 6. ed. Rio De Janeiro: LTC, 2014.

JESUS, Marcos. SILVA, Gabriel. Programa Para Estimativa Das Propriedades Psicrométricas. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.4, n.1, p.63-70, 2002.

JORDÃO, Marcelo. Cálculo de carga térmica para condicionamento de ar. Apostila de estudo. ABRAVA, São Paulo. 2018.

KARASHIMA, Thiago Machado. Avaliação de Diferentes ferramentas para o cálculo da carga térmica e sua aplicação na análise energética de edifícios. Trabalho de Conclusão de Curso. 2006. Universidade de Brasília. Brasília.

LAMBERTS, R.; XAVIER, A. A. P. Conforto térmico em ambientes internos. Florianópolis: Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, 2003.

MORAN, M J. SHAPIRO, H. N. BOETTNER, D. D. BAILEY, M. B. Princípios De Termodinâmica Para Engenharia. 7ª ed. Rio De Janeiro: LTC, 2013.

MORENO, L. M. Concepção e dimensionamento de redes de dutos de ventilação para unidades de tratamento intensivo. Trabalho de Conclusão de Curso. 2017. Universidade Federal Do Ceará. Fortaleza-Ce.

NASCIMENTO, Guilherme C. Avaliação da qualidade do ar em ambientes internos: Biblioteca pública. Dissertação de Mestrado -Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2011.

SILVA, Hitalo C. Projeto de climatização da igreja nossa senhora de fatima (teresina –pi). Trabalho de Conclusão de Curso. 2019. Instituto Federal do Piauí. Teresina-Pi.

SILVA, Jesué Graciliano da S. Introdução à Tecnologia da Refrigeração e da Climatização. São Paulo: Artliber Editora, 2003.

SILVA, Jesué Graciliano da. Introdução à tecnologia da refrigeração e da
STOECKER, W. F. Refrigeração Industrial. 2. ed. São Paulo: Edgard Bluncher LTDA, 2002.

STOECKER, Wilbert F.; JONES, Jerold W. Refrigeração e Ar Condicionado. São Paulo, McGraw-Hill, 1985.

WYLEN, Gordon Van. Fundamentos Da Termodinâmica Clássica. 4. Ed. São Paulo: Edgard Bluncher LTDA, 1995.

Apêndice A – Memorial de cálculo

CÁLCULO DOS AMBIENTES

1. HALL

PAREDE OESTE

ÁREA DA PAREDE			
ALTURA [m ²]	COMPRIMENTO[m]	Área da Porta de vidro [m ²]	TOTAL [m ²]
3,1	6,01	12,18	6,45

CARGA TÉRMICA DA PAREDE												
hora	T tab	f (h)	AD	Tm (h)	CLTD tab	LM	K	Ti	CLTD corr	U	A	CT parede [W]
7	34,2	0,93	12,2	22,85	4	-2,2	1	24	-3,25	3,13	6,45	-65,54
8	34,2	0,84	12,2	23,95	3	-2,2	1	24	-3,15	3,13	6,45	-63,56
9	34,2	0,71	12,2	25,54	3	-2,2	1	24	-1,56	3,13	6,45	-31,54
10	34,2	0,56	12,2	27,37	4	-2,2	1	24	1,27	3,13	6,45	25,60
11	34,2	0,39	12,2	29,44	4	-2,2	1	24	3,34	3,13	6,45	67,48
12	34,2	0,23	12,2	31,39	5	-2,2	1	24	6,29	3,13	6,45	127,09
13	34,2	0,11	12,2	32,86	6	-2,2	1	24	8,76	3,13	6,45	176,84
14	34,2	0,03	12,2	33,83	8	-2,2	1	24	11,73	3,13	6,45	236,93
15	34,2	0	12,2	34,20	11	-2,2	1	24	15,10	3,13	6,45	304,89
16	34,2	0,03	12,2	33,83	15	-2,2	1	24	18,73	3,13	6,45	378,27
17	34,2	0,1	12,2	32,98	20	-2,2	1	24	22,88	3,13	6,45	461,98
18	34,2	0,21	12,2	31,64	24	-2,2	1	24	25,54	3,13	6,45	515,65
19	34,2	0,34	12,2	30,05	27	-2,2	1	24	26,95	3,13	6,45	544,20
20	34,2	0,47	12,2	28,47	27	-2,2	1	24	25,37	3,13	6,45	512,18
21	34,2	0,58	12,2	27,12	25	-2,2	1	24	22,02	3,13	6,45	444,70
22	34,2	0,68	12,2	25,90	22	-2,2	1	24	17,80	3,13	6,45	359,49

CARGA TÉRMICA DA SUPERFÍCIE TRANSPARENTE (VIDRO)												
hora	Ti	Ttab [°C]	AD	Tm [°C]	U vidro	Area [m ²]	LM	CLTD (h)	CLTD corr	SC	SHGF	CLF (H)
7	24	34,20	12,20	28,10	2,93	12,18	-2,2	-1	-3,00	1	710	0,09
8	24	34,20	12,20	28,10	2,93	12,18	-2,2	0	-2,00	1	710	0,11
9	24	34,20	12,20	28,10	2,93	12,18	-2,2	1	-1,00	1	710	0,13
10	24	34,20	12,20	28,10	2,93	12,18	-2,2	2	0,00	1	710	0,15
11	24	34,20	12,20	28,10	2,93	12,18	-2,2	4	2,00	1	710	0,16
12	24	34,20	12,20	28,10	2,93	12,18	-2,2	5	3,00	1	710	0,17
13	24	34,20	12,20	28,10	2,93	12,18	-2,2	7	5,00	1	710	0,31
14	24	34,20	12,20	28,10	2,93	12,18	-2,2	7	5,00	1	710	0,53
15	24	34,20	12,20	28,10	2,93	12,18	-2,2	8	6,00	1	710	0,72

16	24	34,20	12,20	28,10	2,93	12,18	-2,2	8	6,00	1	710	0,82
17	24	34,20	12,20	28,10	2,93	12,18	-2,2	7	5,00	1	710	0,81
18	24	34,20	12,20	28,10	2,93	12,18	-2,2	7	5,00	1	710	0,61
19	24	34,20	12,20	28,10	2,93	12,18	-2,2	6	4,00	1	710	0,16
20	24	34,20	12,20	28,10	2,93	12,18	-2,2	4	2,00	1	710	0,12
21	24	34,20	12,20	28,10	2,93	12,18	-2,2	3	1,00	1	710	0,10
22	24	34,20	12,20	28,10	2,93	12,18	-2,2	2	0,00	1	710	0,08

hora	CT condução (h) [W]	CT radiação (h) [W]	CT vidros (h) [W]
7	-35,69	778,30	742,61
8	0,00	951,26	951,26
9	35,69	1124,21	1159,90
10	71,37	1297,17	1368,54
11	142,75	1383,65	1526,40
12	178,44	1470,13	1648,56
13	249,81	2680,82	2930,63
14	249,81	4583,33	4833,15
15	285,50	6226,42	6511,92
16	285,50	7091,20	7376,70
17	249,81	7004,72	7254,53
18	249,81	5275,16	5524,97
19	214,12	1383,65	1597,77
20	142,75	1037,74	1180,49
21	107,06	864,78	971,84
22	71,37	691,82	763,20

CARGA TERMICA DEVIDO AS PESSOAS

hora	A	N	SHG (h)	LHG (h)	CLF (h)	CT pessoas, sensível [W]	CT pessoas,latente [W]
7	25,00	3,0	70	45	0,83	174,300	135,00
8	25,00	3,0	70	45	0,85	178,500	135,00
9	25,00	3,0	70	45	0,87	182,700	135,00
10	25,00	3,0	70	45	0,89	186,900	135,00
11	25,00	3,0	70	45	0,42	88,200	135,00
12	25,00	3,0	70	45	0,34	71,400	135,00
13	25,00	3,0	70	45	0,28	58,800	135,00
14	25,00	3,0	70	45	0,23	48,300	135,00
15	25,00	3,0	70	45	0,20	42,000	135,00
16	25,00	3,0	70	45	0,17	35,700	135,00
17	25,00	3,0	70	45	0,15	31,500	135,00
18	25,00	3,0	70	45	0,13	27,300	135,00
19	25,00	3,0	70	45	0,11	23,100	135,00
20	25,00	3,0	70	45	0,10	21,000	135,00
21	25,00	3,0	70	45	0,09	18,900	135,00

22	25,00	3,0	70	45	0,08	16,800	135,00
----	-------	-----	----	----	------	--------	--------

CARGA TERMICA DE ILUMINAÇÃO

LOCAL	TIPO DE ILUMINAÇÃO	POTENCIA DISSIPADA [W/m²]	AREA [m²]	CT iluminação [W]
BIBLIOTECA	FLUORESCENTE	16,00	25,00	400,00

CARGA TERMICA DE EQUIPAMENTOS

hora	P	Em	F lm	F um	HG	CLF (h)	CT equipamentos [W]
7	80,00	1,00	1,00	1	80,00	0,88	70,4000
8	80,00	1,00	1,00	1	80,00	0,9	72,0000
9	80,00	1,00	1,00	1	80,00	0,91	72,8000
10	80,00	1,00	1,00	1	80,00	0,92	73,6000
11	80,00	1,00	1,00	1	80,00	0,93	74,4000
12	80,00	1,00	1,00	1	80,00	0,94	75,2000
13	80,00	1,00	1,00	1	80,00	0,95	76,0000
14	80,00	1,00	1,00	1	80,00	0,95	76,0000
15	80,00	1,00	1,00	1	80,00	0,96	76,8000
16	80,00	1,00	1,00	1	80,00	0,87	69,6000
17	80,00	1,00	1,00	1	80,00	0,42	33,6000
18	80,00	1,00	1,00	1	80,00	0,34	27,2000
19	80,00	1,00	1,00	1	80,00	0,26	20,8000
20	80,00	1,00	1,00	1	80,00	0,24	19,2000
21	80,00	1,00	1,00	1	80,00	0,2	16,0000
22	80,00	1,00	1,00	1	80,00	0,18	14,4000

CARGA TÉRMICA DEVIDO A RENOVAÇÃO DE AR

Pz	Fp	Az	Fa	Vef	Ez	Vz	ρ	cp	Cp	TBS ext	TBS int	We	Wi
3,0	3,8	25	0,9	37,3	0,5	74,6	1,2922	1	2256	37,2	24	0,02	0,009377

CT sensível	CT latente
1272,45	2373,51

2. CABINE DE DEVOLUÇÃO MAGNÉTICA

PAREDE OESTE

AREA DA PAREDE OESTE		
ALTURA	COMPRIMENTO[m]	TOTAL
3,1	7,46	23,13

CARGA TERMICA DA PAREDE												
hora	T tab	f (h)	AD	Tm (h)	CLTD tab	LM	K	Ti	CLTD corr	U	A [m²]	CT parede [W]
7	34,2	0,93	12,2	22,85	4	-2,2	1	24	-3,25	3,13	23,13	-234,96
8	34,2	0,84	12,2	23,95	3	-2,2	1	24	-3,15	3,13	23,13	-227,87
9	34,2	0,71	12,2	25,54	3	-2,2	1	24	-1,56	3,13	23,13	-113,06
10	34,2	0,56	12,2	27,37	4	-2,2	1	24	1,27	3,13	23,13	91,78
11	34,2	0,39	12,2	29,44	4	-2,2	1	24	3,34	3,13	23,13	241,91
12	34,2	0,23	12,2	31,39	5	-2,2	1	24	6,29	3,13	23,13	455,59
13	34,2	0,11	12,2	32,86	6	-2,2	1	24	8,76	3,13	23,13	633,94
14	34,2	0,03	12,2	33,83	8	-2,2	1	24	11,73	3,13	23,13	849,36
15	34,2	0	12,2	34,20	11	-2,2	1	24	15,10	3,13	23,13	1093,00
16	34,2	0,03	12,2	33,83	15	-2,2	1	24	18,73	3,13	23,13	1356,05
17	34,2	0,1	12,2	32,98	20	-2,2	1	24	22,88	3,13	23,13	1656,15
18	34,2	0,21	12,2	31,64	24	-2,2	1	24	25,54	3,13	23,13	1848,55
19	34,2	0,34	12,2	30,05	27	-2,2	1	24	26,95	3,13	23,13	1950,90
20	34,2	0,47	12,2	28,47	27	-2,2	1	24	25,37	3,13	23,13	1836,10
21	34,2	0,58	12,2	27,12	25	-2,2	1	24	22,02	3,13	23,13	1594,19
22	34,2	0,68	12,2	25,90	22	-2,2	1	24	17,80	3,13	23,13	1288,73

PAREDE NORTE

AREA DA PAREDE NORTE				
ALTURA[m]	COMPRIMENTO[m]	JANELA1[m²]	JANELA2[m²]	TOTAL[m²]
3,1	7,46	1,45	2,755	8,04

CARGA TERMICA DA PAREDE												
hora	T tab	f (h)	AD	Tm (h)	CLTD tab	LM	K	Ti	CLTD corr	U	A	CT parede [W]
7	37,2	0,93	12,2	25,85	2	1,1	1	24	1,05	3,13	8,04	26,52
8	37,2	0,84	12,2	26,95	2	1,1	1	24	2,15	3,13	8,04	54,16
9	37,2	0,71	12,2	28,54	3	1,1	1	24	4,74	3,13	8,04	119,23
10	37,2	0,56	12,2	30,37	3	1,1	1	24	6,57	3,13	8,04	165,29
11	37,2	0,39	12,2	32,44	4	1,1	1	24	9,64	3,13	8,04	242,64
12	37,2	0,23	12,2	34,39	5	1,1	1	24	12,59	3,13	8,04	316,93
13	37,2	0,11	12,2	35,86	6	1,1	1	24	15,06	3,13	8,04	378,94
14	37,2	0,03	12,2	36,83	7	1,1	1	24	17,03	3,13	8,04	428,66
15	37,2	0	12,2	37,20	8	1,1	1	24	18,40	3,13	8,04	463,04
16	37,2	0,03	12,2	36,83	10	1,1	1	24	20,03	3,13	8,04	504,16
17	37,2	0,1	12,2	35,98	10	1,1	1	24	19,18	3,13	8,04	482,67

18	37,2	0,21	12,2	34,64	11	1,1	1	24	18,84	3,13	8,04	474,06
19	37,2	0,34	12,2	33,05	12	1,1	1	24	18,25	3,13	8,04	459,32
20	37,2	0,47	12,2	31,47	12	1,1	1	24	16,67	3,13	8,04	419,40
21	37,2	0,58	12,2	30,12	11	1,1	1	24	14,32	3,13	8,04	360,47
22	37,2	0,68	12,2	28,90	10	1,1	1	24	12,10	3,13	8,04	304,60

CARGA TERMICA DA PAREDE (TOTAL)

hora	PAREDE OESTE [W]	PAREDE NORTE [W]	CT DE PAREDE TOTAL [W]
7	-234,96	26,52	-208,44
8	-227,87	54,16	-173,71
9	-113,06	119,23	6,17
10	91,78	165,29	257,07
11	241,91	242,64	484,55
12	455,59	316,93	772,52
13	633,94	378,94	1012,88
14	849,36	428,66	1278,02
15	1093,00	463,04	1556,04
16	1356,05	504,16	1860,21
17	1656,15	482,67	2138,82
18	1848,55	474,06	2322,61
19	1950,90	459,32	2410,22
20	1836,10	419,40	2255,51
21	1594,19	360,47	1954,66
22	1288,73	304,60	1593,33

CARGA TERMICA DA SUPERFICIE TRANSPARAENTE (VIDRO)

hora	Ti	Ttab [°C]	AD	Tm [°C]	U vidro	Area [m²]	LM	CLTD (h)	CLTD corr	SC	SHGF	CLF (h)
7	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	-1	3,30	1	139	0,45
8	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	0	4,30	1	139	0,49
9	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	1	5,30	1	139	0,55
10	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	2	6,30	1	139	0,60
11	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	4	8,30	1	139	0,65
12	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	5	9,30	1	139	0,69
13	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	7	11,30	1	139	0,72
14	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	7	11,30	1	139	0,72
15	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	8	12,30	1	139	0,72
16	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	8	12,30	1	139	0,70
17	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	7	11,30	1	139	0,70
18	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	7	11,30	1	139	0,75
19	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	6	10,30	1	139	0,57
20	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	4	8,30	1	139	0,46
21	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	3	7,30	1	139	0,39
22	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	2	6,30	1	139	0,34

hora	CT condução (h)[W]	CT radiação (h) [W]	CT vidros (h) [W]
7	-12,32	263,02	250,70
8	0,00	286,40	286,40
9	12,32	321,47	333,79
10	24,64	350,70	375,34
11	49,28	379,92	429,20
12	61,60	403,30	464,90
13	86,24	420,84	507,08
14	86,24	420,84	507,08
15	98,57	420,84	519,40
16	98,57	409,15	507,71
17	86,24	409,15	495,39
18	86,24	438,37	524,62
19	73,92	333,16	407,09
20	49,28	268,87	318,15
21	36,96	227,95	264,92
22	24,64	198,73	223,37

CARGA TERMICA DEVIDO AS PESSOAS

hora	A	N	SHG (h)	LHG (h)	CLF (h)	CT pessoas, sensível [W]	CT pessoas,latente [W]
7	36,31	3,0	70	45	0,83	174,300	135,00
8	36,31	3,0	70	45	0,85	178,500	135,00
9	36,31	3,0	70	45	0,87	182,700	135,00
10	36,31	3,0	70	45	0,89	186,900	135,00
11	36,31	3,0	70	45	0,42	88,200	135,00
12	36,31	3,0	70	45	0,34	71,400	135,00
13	36,31	3,0	70	45	0,28	58,800	135,00
14	36,31	3,0	70	45	0,23	48,300	135,00
15	36,31	3,0	70	45	0,20	42,000	135,00
16	36,31	3,0	70	45	0,17	35,700	135,00
17	36,31	3,0	70	45	0,15	31,500	135,00
18	36,31	3,0	70	45	0,13	27,300	135,00
19	36,31	3,0	70	45	0,11	23,100	135,00
20	36,31	3,0	70	45	0,10	21,000	135,00
21	36,31	3,0	70	45	0,09	18,900	135,00
22	36,31	3,0	70	45	0,08	16,800	135,00

CARGA TERMICA DE ILUMINAÇÃO

LOCAL	TIPO DE ILUMINAÇÃO	POTENCIA DISSIPADA [W/m²]	AREA [m²]	CT iluminação [W]
-------	-----------------------	------------------------------	--------------	----------------------

BIBLIOTECA	FLUORESCENTE	16,00	36,31	580,97
------------	--------------	-------	-------	--------

CARGA TERMICA DE EQUIPAMENTOS

hora	P	Em	F ml	F um	HG	CLF (h)	CT equipamentos [W]
7	940,00	1,00	1,00	1	940,00	0,88	827,2000
8	940,00	1,00	1,00	1	940,00	0,9	846,0000
9	940,00	1,00	1,00	1	940,00	0,91	855,4000
10	940,00	1,00	1,00	1	940,00	0,92	864,8000
11	940,00	1,00	1,00	1	940,00	0,93	874,2000
12	940,00	1,00	1,00	1	940,00	0,94	883,6000
13	940,00	1,00	1,00	1	940,00	0,95	893,0000
14	940,00	1,00	1,00	1	940,00	0,95	893,0000
15	940,00	1,00	1,00	1	940,00	0,96	902,4000
16	940,00	1,00	1,00	1	940,00	0,87	817,8000
17	940,00	1,00	1,00	1	940,00	0,42	394,8000
18	940,00	1,00	1,00	1	940,00	0,34	319,6000
19	940,00	1,00	1,00	1	940,00	0,26	244,4000
20	940,00	1,00	1,00	1	940,00	0,24	225,6000
21	940,00	1,00	1,00	1	940,00	0,2	188,0000
22	940,00	1,00	1,00	1	940,00	0,18	169,2000

CARGA TERMICA DE devido a renovação de ar

Paz	Fp	Az	Fa	Vef	Ez	Vz	ρ	cp	Cp	TBS ext	TBS int	We	Wi
3	3,8	36,31	0,9	48,6105	0,5	97,221	1,2922	1	2256	37,2	24	0,02	0,009

CT sensível [W]	CT latente [W]
1658,30	3093,23

3. COORDENAÇÃO

PAREDE NORTE

AREA DA PAREDE NORTE			
ALTURA[m]	COMPRIMENTO[m]	JANELA1[m²]	TOTAL[m²]
3,1	3,38	2,9	7,58

CARGA TERMICA DA PAREDE												
hora	T tab	f (h)	AD	Tm (h)	CLTD tab	LM	K	Ti	CLTD corr	U	A	CT parede [W]
7	37,2	0,93	12,2	25,85	2	1,1	1	24	1,054	3,13	7,58	25,000
8	37,2	0,84	12,2	26,95	2	1,1	1	24	2,152	3,13	7,58	51,044
9	37,2	0,71	12,2	28,54	3	1,1	1	24	4,738	3,13	7,58	112,381
10	37,2	0,56	12,2	30,37	3	1,1	1	24	6,568	3,13	7,58	155,787
11	37,2	0,39	12,2	32,44	4	1,1	1	24	9,642	3,13	7,58	228,700
12	37,2	0,23	12,2	34,39	5	1,1	1	24	12,594	3,13	7,58	298,719
13	37,2	0,11	12,2	35,86	6	1,1	1	24	15,058	3,13	7,58	357,163
14	37,2	0,03	12,2	36,83	7	1,1	1	24	17,034	3,13	7,58	404,032
15	37,2	0	12,2	37,20	8	1,1	1	24	18,400	3,13	7,58	436,432
16	37,2	0,03	12,2	36,83	10	1,1	1	24	20,034	3,13	7,58	475,189
17	37,2	0,1	12,2	35,98	10	1,1	1	24	19,180	3,13	7,58	454,933
18	37,2	0,21	12,2	34,64	11	1,1	1	24	18,838	3,13	7,58	446,821
19	37,2	0,34	12,2	33,05	12	1,1	1	24	18,252	3,13	7,58	432,922
20	37,2	0,47	12,2	31,47	12	1,1	1	24	16,666	3,13	7,58	395,303
21	37,2	0,58	12,2	30,12	11	1,1	1	24	14,324	3,13	7,58	339,753
22	37,2	0,68	12,2	28,90	10	1,1	1	24	12,104	3,13	7,58	287,096

CARGA TERMICA DA SUPERFICIE TRANSPARAENTE (VIDRO)												
hora	Ti	Ttab [°C]	AD	Tm [°C]	U vidro	Area [m²]	LM	CLTD (h)	CLTD corr	SC	SHGF	CLF (h)
7	24	37,20	12,20	31,10	2,93	2,90	1,1	-1	3,30	1	139	0,45
8	24	37,20	12,20	31,10	2,93	2,90	1,1	0	4,30	1	139	0,49
9	24	37,20	12,20	31,10	2,93	2,90	1,1	1	5,30	1	139	0,55
10	24	37,20	12,20	31,10	2,93	2,90	1,1	2	6,30	1	139	0,60
11	24	37,20	12,20	31,10	2,93	2,90	1,1	4	8,30	1	139	0,65
12	24	37,20	12,20	31,10	2,93	2,90	1,1	5	9,30	1	139	0,69
13	24	37,20	12,20	31,10	2,93	2,90	1,1	7	11,30	1	139	0,72
14	24	37,20	12,20	31,10	2,93	2,90	1,1	7	11,30	1	139	0,72
15	24	37,20	12,20	31,10	2,93	2,90	1,1	8	12,30	1	139	0,72
16	24	37,20	12,20	31,10	2,93	2,90	1,1	8	12,30	1	139	0,70
17	24	37,20	12,20	31,10	2,93	2,90	1,1	7	11,30	1	139	0,70
18	24	37,20	12,20	31,10	2,93	2,90	1,1	7	11,30	1	139	0,75
19	24	37,20	12,20	31,10	2,93	2,90	1,1	6	10,30	1	139	0,57
20	24	37,20	12,20	31,10	2,93	2,90	1,1	4	8,30	1	139	0,46
21	24	37,20	12,20	31,10	2,93	2,90	1,1	3	7,30	1	139	0,39
22	24	37,20	12,20	31,10	2,93	2,90	1,1	2	6,30	1	139	0,34

hora	CT condução (h)[W]	CT radiação (h) [W]	CT vidros (h) [W]
7	-8,497	181,395	172,898

8	0,000	197,519	197,519
9	8,497	221,705	230,202
10	16,994	241,860	258,854
11	33,988	262,015	296,003
12	42,485	278,139	320,624
13	59,479	290,232	349,711
14	59,479	290,232	349,711
15	67,976	290,232	358,208
16	67,976	282,170	350,146
17	59,479	282,170	341,649
18	59,479	302,325	361,804
19	50,982	229,767	280,749
20	33,988	185,426	219,414
21	25,491	157,209	182,700
22	16,994	137,054	154,048

CARGA TERMICA DEVIDO AS PESSOAS

hora	A	N	SHG (h)	LHG (h)	CLF (h)	CT pessoas, sensível [W]	CT pessoas,latente [W]
7	13,52	1,0	70	45	0,83	58,100	45,00
8	13,52	1,0	70	45	0,85	59,500	45,00
9	13,52	1,0	70	45	0,87	60,900	45,00
10	13,52	1,0	70	45	0,89	62,300	45,00
11	13,52	1,0	70	45	0,42	29,400	45,00
12	13,52	1,0	70	45	0,34	23,800	45,00
13	13,52	1,0	70	45	0,28	19,600	45,00
14	13,52	1,0	70	45	0,23	16,100	45,00
15	13,52	1,0	70	45	0,20	14,000	45,00
16	13,52	1,0	70	45	0,17	11,900	45,00
17	13,52	1,0	70	45	0,15	10,500	45,00
18	13,52	1,0	70	45	0,13	9,100	45,00
19	13,52	1,0	70	45	0,11	7,700	45,00
20	13,52	1,0	70	45	0,10	7,000	45,00
21	13,52	1,0	70	45	0,09	6,300	45,00
22	13,52	1,0	70	45	0,08	5,600	45,00

CARGA TERMICA DE ILUMINAÇÃO

LOCAL	TIPO DE ILUMINAÇÃO	POTENCIA DISSIPADA [W/m²]	AREA [m²]	CT iluminação [W]
BIBLIOTECA	FLUORESCENTE	16,00	13,52	216,32

CARGA TERMICA DE EQUIPAMENTOS							
hora	P	Em	F lm	F um	HG	CLF (h)	CT equipamentos [W]
7	865,00	1,00	1,00	1	865,00	0,88	761,2000
8	865,00	1,00	1,00	1	865,00	0,9	778,5000
9	865,00	1,00	1,00	1	865,00	0,91	787,1500
10	865,00	1,00	1,00	1	865,00	0,92	795,8000
11	865,00	1,00	1,00	1	865,00	0,93	804,4500
12	865,00	1,00	1,00	1	865,00	0,94	813,1000
13	865,00	1,00	1,00	1	865,00	0,95	821,7500
14	865,00	1,00	1,00	1	865,00	0,95	821,7500
15	865,00	1,00	1,00	1	865,00	0,96	830,4000
16	865,00	1,00	1,00	1	865,00	0,87	752,5500
17	865,00	1,00	1,00	1	865,00	0,42	363,3000
18	865,00	1,00	1,00	1	865,00	0,34	294,1000
19	865,00	1,00	1,00	1	865,00	0,26	224,9000
20	865,00	1,00	1,00	1	865,00	0,24	207,6000
21	865,00	1,00	1,00	1	865,00	0,2	173,0000
22	865,00	1,00	1,00	1	865,00	0,18	155,7000

CARGA TERMICA DE devido a renovação de ar													
Pz	Fp	Az	Fa	Vef	Ez	Vz	ρ	cp	Cp	TBS ext	TBS int	We	Wi
1	3,8	13,52	0,9	18,22	0,5	36,44	1,2922	1	2256	37,2	24	0,02	0,009

CT sensível [W]	CT latente [W]
621,56	1159,39

4. CARIMBAGEM/ETIQUETAGEM

PAREDE NORTE

AREA DA PAREDE NORTE				
ALTURA[m]	COMPRIMENTO[m]	JANELA1[m²]	JANELA2[m²]	TOTAL[m²]
3,1	8,61	2,9	5,51	18,28

CARGA TERMICA DA PAREDE													
hora	T tab	f (h)	AD	Tm (h)	CLTD tab	LM	K	Ti	CLTD corr	U	A	CT parede [W]	
7	37,2	0,93	12,2	25,85	2	1,1	1	24	1,05	3,13	18,28	60,31	
8	37,2	0,84	12,2	26,95	2	1,1	1	24	2,15	3,13	18,28	123,14	
9	37,2	0,71	12,2	28,54	3	1,1	1	24	4,74	3,13	18,28	271,11	

10	37,2	0,56	12,2	30,37	3	1,1	1	24	6,57	3,13	18,28	375,82
11	37,2	0,39	12,2	32,44	4	1,1	1	24	9,64	3,13	18,28	551,71
12	37,2	0,23	12,2	34,39	5	1,1	1	24	12,59	3,13	18,28	720,62
13	37,2	0,11	12,2	35,86	6	1,1	1	24	15,06	3,13	18,28	861,61
14	37,2	0,03	12,2	36,83	7	1,1	1	24	17,03	3,13	18,28	974,68
15	37,2	0	12,2	37,20	8	1,1	1	24	18,40	3,13	18,28	1052,84
16	37,2	0,03	12,2	36,83	10	1,1	1	24	20,03	3,13	18,28	1146,34
17	37,2	0,1	12,2	35,98	10	1,1	1	24	19,18	3,13	18,28	1097,47
18	37,2	0,21	12,2	34,64	11	1,1	1	24	18,84	3,13	18,28	1077,90
19	37,2	0,34	12,2	33,05	12	1,1	1	24	18,25	3,13	18,28	1044,37
20	37,2	0,47	12,2	31,47	12	1,1	1	24	16,67	3,13	18,28	953,62
21	37,2	0,58	12,2	30,12	11	1,1	1	24	14,32	3,13	18,28	819,61
22	37,2	0,68	12,2	28,90	10	1,1	1	24	12,10	3,13	18,28	692,59

CARGA TERMICA DA SUPERFICIE TRANSPARAENTE (VIDRO)

hora	Ti	Ttab [°C]	AD	Tm [°C]	U vidro	Area [m²]	LM	CLTD (h)	CLTD corr	SC	SHGF	CLF (h)
7	24	37,20	12,20	31,10	2,93	8,41	1,1	-1	3,30	1	139	0,45
8	24	37,20	12,20	31,10	2,93	8,41	1,1	0	4,30	1	139	0,49
9	24	37,20	12,20	31,10	2,93	8,41	1,1	1	5,30	1	139	0,55
10	24	37,20	12,20	31,10	2,93	8,41	1,1	2	6,30	1	139	0,60
11	24	37,20	12,20	31,10	2,93	8,41	1,1	4	8,30	1	139	0,65
12	24	37,20	12,20	31,10	2,93	8,41	1,1	5	9,30	1	139	0,69
13	24	37,20	12,20	31,10	2,93	8,41	1,1	7	11,30	1	139	0,72
14	24	37,20	12,20	31,10	2,93	8,41	1,1	7	11,30	1	139	0,72
15	24	37,20	12,20	31,10	2,93	8,41	1,1	8	12,30	1	139	0,72
16	24	37,20	12,20	31,10	2,93	8,41	1,1	8	12,30	1	139	0,70
17	24	37,20	12,20	31,10	2,93	8,41	1,1	7	11,30	1	139	0,70
18	24	37,20	12,20	31,10	2,93	8,41	1,1	7	11,30	1	139	0,75
19	24	37,20	12,20	31,10	2,93	8,41	1,1	6	10,30	1	139	0,57
20	24	37,20	12,20	31,10	2,93	8,41	1,1	4	8,30	1	139	0,46
21	24	37,20	12,20	31,10	2,93	8,41	1,1	3	7,30	1	139	0,39
22	24	37,20	12,20	31,10	2,93	8,41	1,1	2	6,30	1	139	0,34

hora	CT condução (h)[W]	CT radiação (h) [W]	CT vidros (h) [W]
7	-24,64	526,05	501,40
8	0,00	572,81	572,81
9	24,64	642,94	667,59
10	49,28	701,39	750,68
11	98,57	759,84	858,41
12	123,21	806,60	929,81
13	172,49	841,67	1014,16
14	172,49	841,67	1014,16
15	197,13	841,67	1038,80

16	197,13	818,29	1015,42
17	172,49	818,29	990,78
18	172,49	876,74	1049,23
19	147,85	666,32	814,17
20	98,57	537,74	636,30
21	73,92	455,91	529,83
22	49,28	397,46	446,74

CARGA TERMICA DEVIDO AS PESSOAS

hora	A	N	SHG (h)	LHG (h)	CLF (h)	CT pessoas, sensível [W]	CT pessoas,latente [W]
7	34,57	3,0	70	45	0,83	174,300	135,00
8	34,57	3,0	70	45	0,85	178,500	135,00
9	34,57	3,0	70	45	0,87	182,700	135,00
10	34,57	3,0	70	45	0,89	186,900	135,00
11	34,57	3,0	70	45	0,42	88,200	135,00
12	34,57	3,0	70	45	0,34	71,400	135,00
13	34,57	3,0	70	45	0,28	58,800	135,00
14	34,57	3,0	70	45	0,23	48,300	135,00
15	34,57	3,0	70	45	0,20	42,000	135,00
16	34,57	3,0	70	45	0,17	35,700	135,00
17	34,57	3,0	70	45	0,15	31,500	135,00
18	34,57	3,0	70	45	0,13	27,300	135,00
19	34,57	3,0	70	45	0,11	23,100	135,00
20	34,57	3,0	70	45	0,10	21,000	135,00
21	34,57	3,0	70	45	0,09	18,900	135,00
22	34,57	3,0	70	45	0,08	16,800	135,00

CARGA TERMICA DE ILUMINAÇÃO

LOCAL	TIPO DE ILUMINAÇÃO	POTENCIA DISSIPADA [W/m²]	AREA [m²]	CT iluminação [W]
BIBLIOTECA	FLUORESCENTE	16,00	34,57	553,120

CARGA TERMICA DE EQUIPAMENTOS

hora	P	Em	F lm	F um	HG	CLF (h)	CT equipamentos [W]
7	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,88	123,2000
8	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,9	126,0000
9	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,91	127,4000
10	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,92	128,8000
11	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,93	130,2000

12	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,94	131,6000
13	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,95	133,0000
14	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,95	133,0000
15	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,96	134,4000
16	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,87	121,8000
17	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,42	58,8000
18	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,34	47,6000
19	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,26	36,4000
20	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,24	33,6000
21	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,2	28,0000
22	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,18	25,2000

CARGA TERMICA DE devido a renovação de ar

Pz	Fp	Az	Fa	Vef	Ez	Vz	ρ	cp	Cp	TBS ext	TBS int	We	Wi
3	3,8	34,57	0,9	46,87	0,5	93,74	1,2922	1	2256	37,2	24	0,02	0,009

CT sensível [W]	CT latente [W]
1598,97	2982,48

5. AUTOMAÇÃO

PAREDE NORTE

AREA DA PAREDE NORTE			
ALTURA[m]	COMPRIMENTO[m]	JANELA1[m²]	TOTAL[m²]
3,1	2,36	1,45	5,87

CARGA TERMICA DA PAREDE

hora	T tab	f (h)	AD	Tm (h)	CLTD tab	LM	K	Ti	CLTD corr	U	A	CT parede [W]
7	37,2	0,93	12,2	25,85	2	1,1	1	24	1,05	3,13	5,87	19,35
8	37,2	0,84	12,2	26,95	2	1,1	1	24	2,15	3,13	5,87	39,51
9	37,2	0,71	12,2	28,54	3	1,1	1	24	4,74	3,13	5,87	86,99
10	37,2	0,56	12,2	30,37	3	1,1	1	24	6,57	3,13	5,87	120,59
11	37,2	0,39	12,2	32,44	4	1,1	1	24	9,64	3,13	5,87	177,03
12	37,2	0,23	12,2	34,39	5	1,1	1	24	12,59	3,13	5,87	231,23
13	37,2	0,11	12,2	35,86	6	1,1	1	24	15,06	3,13	5,87	276,47
14	37,2	0,03	12,2	36,83	7	1,1	1	24	17,03	3,13	5,87	312,75
15	37,2	0	12,2	37,20	8	1,1	1	24	18,40	3,13	5,87	337,83
16	37,2	0,03	12,2	36,83	10	1,1	1	24	20,03	3,13	5,87	367,84
17	37,2	0,1	12,2	35,98	10	1,1	1	24	19,18	3,13	5,87	352,16
18	37,2	0,21	12,2	34,64	11	1,1	1	24	18,84	3,13	5,87	345,88

19	37,2	0,34	12,2	33,05	12	1,1	1	24	18,25	3,13	5,87	335,12
20	37,2	0,47	12,2	31,47	12	1,1	1	24	16,67	3,13	5,87	306,00
21	37,2	0,58	12,2	30,12	11	1,1	1	24	14,32	3,13	5,87	263,00
22	37,2	0,68	12,2	28,90	10	1,1	1	24	12,10	3,13	5,87	222,24

CARGA TERMICA DA SUPERFICIE TRANSPARAENTE (VIDRO)

hora	Ti	Ttab [°C]	AD	Tm [°C]	U vidro	Area [m²]	LM	CLTD (h)	CLTD corr	SC	SHGF	CLF (H)
7	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	-1	3,30	1	139	0,45
8	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	0	4,30	1	139	0,49
9	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	1	5,30	1	139	0,55
10	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	2	6,30	1	139	0,60
11	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	4	8,30	1	139	0,65
12	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	5	9,30	1	139	0,69
13	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	7	11,30	1	139	0,72
14	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	7	11,30	1	139	0,72
15	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	8	12,30	1	139	0,72
16	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	8	12,30	1	139	0,70
17	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	7	11,30	1	139	0,70
18	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	7	11,30	1	139	0,75
19	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	6	10,30	1	139	0,57
20	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	4	8,30	1	139	0,46
21	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	3	7,30	1	139	0,39
22	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	2	6,30	1	139	0,34

hora	CT condução (h)[W]	CT radiação (h) [W]	CT vidros (h) [W]
7	-4,25	90,70	86,45
8	0,00	98,76	98,76
9	4,25	110,85	115,10
10	8,50	120,93	129,43
11	16,99	131,01	148,00
12	21,24	139,07	160,31
13	29,74	145,12	174,86
14	29,74	145,12	174,86
15	33,99	145,12	179,10
16	33,99	141,09	175,07
17	29,74	141,09	170,82
18	29,74	151,16	180,90
19	25,49	114,88	140,37
20	16,99	92,71	109,71
21	12,75	78,60	91,35
22	8,50	68,53	77,02

CARGA TERMICA DEVIDO AS PESSOAS

hora	A	N	SHG (h)	LHG (h)	CLF (h)	CT pessoas, sensível [W]	CT pessoas,latente [W]
7	9,44	1,0	70	45	0,83	58,100	45,00
8	9,44	1,0	70	45	0,85	59,500	45,00
9	9,44	1,0	70	45	0,87	60,900	45,00
10	9,44	1,0	70	45	0,89	62,300	45,00
11	9,44	1,0	70	45	0,42	29,400	45,00
12	9,44	1,0	70	45	0,34	23,800	45,00
13	9,44	1,0	70	45	0,28	19,600	45,00
14	9,44	1,0	70	45	0,23	16,100	45,00
15	9,44	1,0	70	45	0,20	14,000	45,00
16	9,44	1,0	70	45	0,17	11,900	45,00
17	9,44	1,0	70	45	0,15	10,500	45,00
18	9,44	1,0	70	45	0,13	9,100	45,00
19	9,44	1,0	70	45	0,11	7,700	45,00
20	9,44	1,0	70	45	0,10	7,000	45,00
21	9,44	1,0	70	45	0,09	6,300	45,00
22	9,44	1,0	70	45	0,08	5,600	45,00

CARGA TERMICA DE ILUMINAÇÃO

LOCAL	TIPO DE ILUMINAÇÃO	POTENCIA DISSIPADA [W/m²]	AREA [m²]	CT iluminação [W]
BIBLIOTECA	FLUORESCENTE	16,00	9,44	151,04

CARGA TERMICA DE EQUIPAMENTOS

hora	P	Em	F lm	F um	HG	CLF (h)	CT equipamentos [W]
7	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,88	123,2000
8	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,9	126,0000
9	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,91	127,4000
10	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,92	128,8000
11	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,93	130,2000
12	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,94	131,6000
13	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,95	133,0000
14	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,95	133,0000
15	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,96	134,4000
16	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,87	121,8000
17	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,42	58,8000
18	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,34	47,6000
19	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,26	36,4000
20	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,24	33,6000
21	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,2	28,0000

22	140,00	1,00	1,00	1	140,00	0,18	25,2000
----	--------	------	------	---	--------	------	---------

CARGA TERMICA DE devido a renovação de ar

Pz	Fp	Az	Fa	Vef	Ez	Vz	ρ	cp	Cp	TBS ext	TBS int	We	Wi
1	3,8	9,44	0,9	14,14	0,5	28,28	1,2922	1	2256	37,2	24	0,02	0,009

CT sensível [W]	CT latente [W]
482,37	899,77

6. COPA

PAREDE NORTE

AREA DA PAREDE NORTE			
ALTURA[m]	COMPRIMENTO[m]	JANELA1[m²]	TOTAL[m²]
3,1	2,06	1,45	4,94

CARGA TERMICA DA PAREDE

hora	T tab	f (h)	AD	Tm (h)	CLTD tab	LM	K	Ti	CLTD corr	U	A	CT parede [W]
7	37,2	0,93	12,2	25,85	2	1,1	1	24	1,05	3,13	4,94	16,28
8	37,2	0,84	12,2	26,95	2	1,1	1	24	2,15	3,13	4,94	33,25
9	37,2	0,71	12,2	28,54	3	1,1	1	24	4,74	3,13	4,94	73,20
10	37,2	0,56	12,2	30,37	3	1,1	1	24	6,57	3,13	4,94	101,47
11	37,2	0,39	12,2	32,44	4	1,1	1	24	9,64	3,13	4,94	148,97
12	37,2	0,23	12,2	34,39	5	1,1	1	24	12,59	3,13	4,94	194,57
13	37,2	0,11	12,2	35,86	6	1,1	1	24	15,06	3,13	4,94	232,64
14	37,2	0,03	12,2	36,83	7	1,1	1	24	17,03	3,13	4,94	263,17
15	37,2	0	12,2	37,20	8	1,1	1	24	18,40	3,13	4,94	284,27
16	37,2	0,03	12,2	36,83	10	1,1	1	24	20,03	3,13	4,94	309,52
17	37,2	0,1	12,2	35,98	10	1,1	1	24	19,18	3,13	4,94	296,32
18	37,2	0,21	12,2	34,64	11	1,1	1	24	18,84	3,13	4,94	291,04
19	37,2	0,34	12,2	33,05	12	1,1	1	24	18,25	3,13	4,94	281,99
20	37,2	0,47	12,2	31,47	12	1,1	1	24	16,67	3,13	4,94	257,48
21	37,2	0,58	12,2	30,12	11	1,1	1	24	14,32	3,13	4,94	221,30
22	37,2	0,68	12,2	28,90	10	1,1	1	24	12,10	3,13	4,94	187,00

CARGA TERMICA DA SUPERFICIE TRANSPARAENTE (VIDRO)

hora	Ti	Ttab [°C]	AD	Tm [°C]	U vidro	Area [m²]	LM	CLTD (h)	CLTD corr	SC	SHGF	CLF (h)
7	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	-1	3,30	1	139	0,45
8	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	0	4,30	1	139	0,49

9	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	1	5,30	1	139	0,55
10	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	2	6,30	1	139	0,60
11	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	4	8,30	1	139	0,65
12	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	5	9,30	1	139	0,69
13	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	7	11,30	1	139	0,72
14	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	7	11,30	1	139	0,72
15	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	8	12,30	1	139	0,72
16	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	8	12,30	1	139	0,70
17	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	7	11,30	1	139	0,70
18	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	7	11,30	1	139	0,75
19	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	6	10,30	1	139	0,57
20	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	4	8,30	1	139	0,46
21	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	3	7,30	1	139	0,39
22	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	2	6,30	1	139	0,34

hora	CT condução (h)[W]	CT radiação (h) [W]	CT vidros (h) [W]
7	-4,25	90,70	86,45
8	0,00	98,76	98,76
9	4,25	110,85	115,10
10	8,50	120,93	129,43
11	16,99	131,01	148,00
12	21,24	139,07	160,31
13	29,74	145,12	174,86
14	29,74	145,12	174,86
15	33,99	145,12	179,10
16	33,99	141,09	175,07
17	29,74	141,09	170,82
18	29,74	151,16	180,90
19	25,49	114,88	140,37
20	16,99	92,71	109,71
21	12,75	78,60	91,35
22	8,50	68,53	77,02

CARGA TERMICA DEVIDO AS PESSOAS

hora	A	N	SHG (h)	LHG (h)	CLF (h)	CT pessoas, sensível [W]	CT pessoas,latente [W]
7	8,24	1,0	70	45	0,83	58,100	45,00
8	8,24	1,0	70	45	0,85	59,500	45,00
9	8,24	1,0	70	45	0,87	60,900	45,00
10	8,24	1,0	70	45	0,89	62,300	45,00
11	8,24	1,0	70	45	0,42	29,400	45,00
12	8,24	1,0	70	45	0,34	23,800	45,00
13	8,24	1,0	70	45	0,28	19,600	45,00
14	8,24	1,0	70	45	0,23	16,100	45,00

15	8,24	1,0	70	45	0,20	14,000	45,00
16	8,24	1,0	70	45	0,17	11,900	45,00
17	8,24	1,0	70	45	0,15	10,500	45,00
18	8,24	1,0	70	45	0,13	9,100	45,00
19	8,24	1,0	70	45	0,11	7,700	45,00
20	8,24	1,0	70	45	0,10	7,000	45,00
21	8,24	1,0	70	45	0,09	6,300	45,00
22	8,24	1,0	70	45	0,08	5,600	45,00

CARGA TERMICA DE ILUMINAÇÃO

LOCAL	TIPO DE ILUMINAÇÃO	POTENCIA DISSIPADA [W/m²]	AREA [m²]	CT iluminação [W]
BIBLIOTECA	FLUORESCENTE	16,00	8,24	131,84

CARGA TERMICA DE EQUIPAMENTOS

hora	P	Em	F Im	F um	HG	CLF (h)	CT equipamentos [W]
7	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,88	2455,2000
8	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,9	2511,0000
9	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,91	2538,9000
10	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,92	2566,8000
11	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,93	2594,7000
12	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,94	2622,6000
13	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,95	2650,5000
14	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,95	2650,5000
15	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,96	2678,4000
16	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,87	2427,3000
17	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,42	1171,8000
18	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,34	948,6000
19	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,26	725,4000
20	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,24	669,6000
21	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,2	558,0000
22	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,18	502,2000

CARGA TERMICA DE devido a renovação de ar

Pz	Fp	Az	Fa	Vef	Ez	Vz	ρ	cp	Cp	TBS ext	TBS int	We	Wi
1	3,8	8,24	0,9	12,94	0,5	25,88	1,2922	1	2256	37,2	24	0,02	0,009

CT sensível [W]	CT latente [W]
441,44	823,41

7. RESTAURAÇÃO

PAREDE NORTE

AREA DA PAREDE NORTE				
ALTURA [m]	COMPRIMENTO [m]	JANELA1 [m²]	JANELA2 [m²]	TOTAL [m²]
3,1	3,63	1,45	2,755	7,05

CARGA TERMICA DA PAREDE												
hora	T tab	f (h)	AD	Tm (h)	CLTD tab	LM	K	Ti	CLTD corr	U	A	CT parede [W]
7	37,2	0,93	12,2	25,85	2	1,1	1	24	1,05	3,13	7,05	23,25
8	37,2	0,84	12,2	26,95	2	1,1	1	24	2,15	3,13	7,05	47,47
9	37,2	0,71	12,2	28,54	3	1,1	1	24	4,74	3,13	7,05	104,52
10	37,2	0,56	12,2	30,37	3	1,1	1	24	6,57	3,13	7,05	144,89
11	37,2	0,39	12,2	32,44	4	1,1	1	24	9,64	3,13	7,05	212,70
12	37,2	0,23	12,2	34,39	5	1,1	1	24	12,59	3,13	7,05	277,83
13	37,2	0,11	12,2	35,86	6	1,1	1	24	15,06	3,13	7,05	332,18
14	37,2	0,03	12,2	36,83	7	1,1	1	24	17,03	3,13	7,05	375,77
15	37,2	0	12,2	37,20	8	1,1	1	24	18,40	3,13	7,05	405,91
16	37,2	0,03	12,2	36,83	10	1,1	1	24	20,03	3,13	7,05	441,95
17	37,2	0,1	12,2	35,98	10	1,1	1	24	19,18	3,13	7,05	423,12
18	37,2	0,21	12,2	34,64	11	1,1	1	24	18,84	3,13	7,05	415,57
19	37,2	0,34	12,2	33,05	12	1,1	1	24	18,25	3,13	7,05	402,64
20	37,2	0,47	12,2	31,47	12	1,1	1	24	16,67	3,13	7,05	367,66
21	37,2	0,58	12,2	30,12	11	1,1	1	24	14,32	3,13	7,05	315,99
22	37,2	0,68	12,2	28,90	10	1,1	1	24	12,10	3,13	7,05	267,02

CARGA TERMICA DA SUPERFICIE TRANSPARAENTE (VIDRO)												
hora	Ti	Ttab [°C]	AD	Tm [°C]	U vidro	Area [m²]	LM	CLTD (h)	CLTD corr	SC	SHGF	CLF (H)
7	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	-1	3,30	1	139	0,45
8	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	0	4,30	1	139	0,49
9	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	1	5,30	1	139	0,55
10	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	2	6,30	1	139	0,60
11	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	4	8,30	1	139	0,65
12	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	5	9,30	1	139	0,69
13	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	7	11,30	1	139	0,72
14	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	7	11,30	1	139	0,72
15	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	8	12,30	1	139	0,72
16	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	8	12,30	1	139	0,70
17	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	7	11,30	1	139	0,70
18	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	7	11,30	1	139	0,75

19	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	6	10,30	1	139	0,57
20	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	4	8,30	1	139	0,46
21	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	3	7,30	1	139	0,39
22	24	37,20	12,20	31,10	2,93	4,21	1,1	2	6,30	1	139	0,34

hora	CT condução (h)[W]	CT radiação (h) [W]	CT vidros (h) [W]
7	-12,32	263,02	250,70
8	0,00	286,40	286,40
9	12,32	321,47	333,79
10	24,64	350,70	375,34
11	49,28	379,92	429,20
12	61,60	403,30	464,90
13	86,24	420,84	507,08
14	86,24	420,84	507,08
15	98,57	420,84	519,40
16	98,57	409,15	507,71
17	86,24	409,15	495,39
18	86,24	438,37	524,62
19	73,92	333,16	407,09
20	49,28	268,87	318,15
21	36,96	227,95	264,92
22	24,64	198,73	223,37

CARGA TERMICA DEVIDO AS PESSOAS

hora	A	N	SHG (h)	LHG (h)	CLF (h)	CT pessoas, sensível [W]	CT pessoas,latente [W]
7	14,52	2,0	70	45	0,83	116,200	90,00
8	14,52	2,0	70	45	0,85	119,000	90,00
9	14,52	2,0	70	45	0,87	121,800	90,00
10	14,52	2,0	70	45	0,89	124,600	90,00
11	14,52	2,0	70	45	0,42	58,800	90,00
12	14,52	2,0	70	45	0,34	47,600	90,00
13	14,52	2,0	70	45	0,28	39,200	90,00
14	14,52	2,0	70	45	0,23	32,200	90,00
15	14,52	2,0	70	45	0,20	28,000	90,00
16	14,52	2,0	70	45	0,17	23,800	90,00
17	14,52	2,0	70	45	0,15	21,000	90,00
18	14,52	2,0	70	45	0,13	18,200	90,00
19	14,52	2,0	70	45	0,11	15,400	90,00
20	14,52	2,0	70	45	0,10	14,000	90,00
21	14,52	2,0	70	45	0,09	12,600	90,00
22	14,52	2,0	70	45	0,08	11,200	90,00

CARGA TERMICA DE ILUMINAÇÃO				
LOCAL	TIPO DE ILUMINAÇÃO	POTENCIA DISSIPADA [W/m²]	AREA [m²]	CT iluminação [W]
BIBLIOTECA	FLUORESCENTE	16,00	14,52	232,32

CARGA TERMICA DE EQUIPAMENTOS							
hora	P	Em	F lm	F um	HG	CLF (h)	CT equipamentos [W]
7	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,88	2455,2000
8	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,9	2511,0000
9	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,91	2538,9000
10	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,92	2566,8000
11	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,93	2594,7000
12	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,94	2622,6000
13	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,95	2650,5000
14	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,95	2650,5000
15	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,96	2678,4000
16	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,87	2427,3000
17	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,42	1171,8000
18	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,34	948,6000
19	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,26	725,4000
20	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,24	669,6000
21	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,2	558,0000
22	2790,00	1,00	1,00	1	2790,00	0,18	502,2000

CARGA TERMICA DE devido a renovação de ar													
Pz	Fp	Az	Fa	Vef	Ez	Vz	ρ	cp	Cp	TBS ext	TBS int	We	Wi
2	3,8	14,52	0,9	23,02	0,5	46,04	1,2922	1	2256	37,2	24	0,02	0,009

CT sensível [W]	CT latente [W]
785,31	1464,83

8. REFERENCIA

PAREDE NORTE

AREA DA PAREDE NORTE			
ALTURA[m]	COMPRIMENTO[m]	JANELA1[m²]	TOTAL[m²]
3,1	2,56	1,45	6,49

CARGA TERMICA DA PAREDE

hora	T tab	f (h)	AD	Tm (h)	CLTD tab	LM	K	Ti	CLTD corr	U	A	CT parede [W]
7	37,2	0,93	12,2	25,85	2	1,1	1	24	1,05	3,13	6,49	21,40
8	37,2	0,84	12,2	26,95	2	1,1	1	24	2,15	3,13	6,49	43,69
9	37,2	0,71	12,2	28,54	3	1,1	1	24	4,74	3,13	6,49	96,19
10	37,2	0,56	12,2	30,37	3	1,1	1	24	6,57	3,13	6,49	133,34
11	37,2	0,39	12,2	32,44	4	1,1	1	24	9,64	3,13	6,49	195,74
12	37,2	0,23	12,2	34,39	5	1,1	1	24	12,59	3,13	6,49	255,67
13	37,2	0,11	12,2	35,86	6	1,1	1	24	15,06	3,13	6,49	305,70
14	37,2	0,03	12,2	36,83	7	1,1	1	24	17,03	3,13	6,49	345,81
15	37,2	0	12,2	37,20	8	1,1	1	24	18,40	3,13	6,49	373,54
16	37,2	0,03	12,2	36,83	10	1,1	1	24	20,03	3,13	6,49	406,71
17	37,2	0,1	12,2	35,98	10	1,1	1	24	19,18	3,13	6,49	389,38
18	37,2	0,21	12,2	34,64	11	1,1	1	24	18,84	3,13	6,49	382,43
19	37,2	0,34	12,2	33,05	12	1,1	1	24	18,25	3,13	6,49	370,54
20	37,2	0,47	12,2	31,47	12	1,1	1	24	16,67	3,13	6,49	338,34
21	37,2	0,58	12,2	30,12	11	1,1	1	24	14,32	3,13	6,49	290,79
22	37,2	0,68	12,2	28,90	10	1,1	1	24	12,10	3,13	6,49	245,73

CARGA TERMICA DA SUPERFICIE TRANSPARENTE (VIDRO)

hora	Ti	Ttab [°C]	AD	Tm [°C]	U vidro	Area [m²]	LM	CLTD (h)	CLTD corr	SC	SHGF	CLF (H)
7	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	-1	3,30	1	139	0,45
8	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	0	4,30	1	139	0,49
9	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	1	5,30	1	139	0,55
10	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	2	6,30	1	139	0,60
11	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	4	8,30	1	139	0,65
12	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	5	9,30	1	139	0,69
13	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	7	11,30	1	139	0,72
14	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	7	11,30	1	139	0,72
15	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	8	12,30	1	139	0,72
16	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	8	12,30	1	139	0,70
17	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	7	11,30	1	139	0,70
18	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	7	11,30	1	139	0,75
19	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	6	10,30	1	139	0,57
20	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	4	8,30	1	139	0,46
21	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	3	7,30	1	139	0,39
22	24	37,20	12,20	31,10	2,93	1,45	1,1	2	6,30	1	139	0,34

hora	CT condução (h)[W]	CT radiação (h) [W]	CT vidros (h) [W]
7	-4,25	90,70	86,45
8	0,00	98,76	98,76
9	4,25	110,85	115,10
10	8,50	120,93	129,43

11	16,99	131,01	148,00
12	21,24	139,07	160,31
13	29,74	145,12	174,86
14	29,74	145,12	174,86
15	33,99	145,12	179,10
16	33,99	141,09	175,07
17	29,74	141,09	170,82
18	29,74	151,16	180,90
19	25,49	114,88	140,37
20	16,99	92,71	109,71
21	12,75	78,60	91,35
22	8,50	68,53	77,02

CARGA TERMICA DEVIDO AS PESSOAS

hora	A	N	SHG (h)	LHG (h)	CLF (h)	CT pessoas, sensível [W]	CT pessoas,latente [W]
7	10,24	2,0	70	45	0,83	116,200	90,00
8	10,24	2,0	70	45	0,85	119,000	90,00
9	10,24	2,0	70	45	0,87	121,800	90,00
10	10,24	2,0	70	45	0,89	124,600	90,00
11	10,24	2,0	70	45	0,42	58,800	90,00
12	10,24	2,0	70	45	0,34	47,600	90,00
13	10,24	2,0	70	45	0,28	39,200	90,00
14	10,24	2,0	70	45	0,23	32,200	90,00
15	10,24	2,0	70	45	0,20	28,000	90,00
16	10,24	2,0	70	45	0,17	23,800	90,00
17	10,24	2,0	70	45	0,15	21,000	90,00
18	10,24	2,0	70	45	0,13	18,200	90,00
19	10,24	2,0	70	45	0,11	15,400	90,00
20	10,24	2,0	70	45	0,10	14,000	90,00
21	10,24	2,0	70	45	0,09	12,600	90,00
22	10,24	2,0	70	45	0,08	11,200	90,00

CARGA TERMICA DE ILUMINAÇÃO

LOCAL	TIPO DE ILUMINAÇÃO	POTENCIA DISSIPADA [W/m²]	AREA [m²]	CT iluminação [W]
BIBLIOTECA	FLUORESCENTE	16,00	10,24	163,84

CARGA TERMICA DE EQUIPAMENTOS

hora	P	Em	F lm	F um	HG	CLF (h)	CT equipamentos [W]
7	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,88	246,4000

8	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,9	252,0000
9	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,91	254,8000
10	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,92	257,6000
11	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,93	260,4000
12	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,94	263,2000
13	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,95	266,0000
14	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,95	266,0000
15	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,96	268,8000
16	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,87	243,6000
17	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,42	117,6000
18	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,34	95,2000
19	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,26	72,8000
20	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,24	67,2000
21	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,2	56,0000
22	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,18	50,4000

CARGA TERMICA DE devido a renovação de ar

Pz	Fp	Az	Fa	Vef	Ez	Vz	ρ	cp	Cp	TBS ext	TBS int	We	Wi
2	3,8	14,52	0,9	23,02	0,5	46,04	1,2922	1	2256	37,2	24	0,02	0,009

CT sensível [W]	CT latente [W]
639,30	1192,48

9. CABINE DE ESTUDO

PAREDE NORTE

AREA DA PAREDE NORTE				
ALTURA[m]	COMPRIMENTO[m]	JANELA1[m²]	JANELA2[m²]	TOTAL[m²]
3,1	21,93	10,15	11,02	46,81

CARGA TERMICA DA PAREDE

hora	T tab	f (h)	AD	Tm (h)	CLTD tab	LM	K	Ti	CLTD corr	U	A	CT parede [W]
7	37,2	0,93	12,2	25,85	2	1,1	1	24	1,05	3,13	46,81	154,44
8	37,2	0,84	12,2	26,95	2	1,1	1	24	2,15	3,13	46,81	315,32
9	37,2	0,71	12,2	28,54	3	1,1	1	24	4,74	3,13	46,81	694,23
10	37,2	0,56	12,2	30,37	3	1,1	1	24	6,57	3,13	46,81	962,37
11	37,2	0,39	12,2	32,44	4	1,1	1	24	9,64	3,13	46,81	1412,79
12	37,2	0,23	12,2	34,39	5	1,1	1	24	12,59	3,13	46,81	1845,33

13	37,2	0,11	12,2	35,86	6	1,1	1	24	15,06	3,13	46,81	2206,37
14	37,2	0,03	12,2	36,83	7	1,1	1	24	17,03	3,13	46,81	2495,90
15	37,2	0	12,2	37,20	8	1,1	1	24	18,40	3,13	46,81	2696,05
16	37,2	0,03	12,2	36,83	10	1,1	1	24	20,03	3,13	46,81	2935,48
17	37,2	0,1	12,2	35,98	10	1,1	1	24	19,18	3,13	46,81	2810,34
18	37,2	0,21	12,2	34,64	11	1,1	1	24	18,84	3,13	46,81	2760,23
19	37,2	0,34	12,2	33,05	12	1,1	1	24	18,25	3,13	46,81	2674,37
20	37,2	0,47	12,2	31,47	12	1,1	1	24	16,67	3,13	46,81	2441,98
21	37,2	0,58	12,2	30,12	11	1,1	1	24	14,32	3,13	46,81	2098,82
22	37,2	0,68	12,2	28,90	10	1,1	1	24	12,10	3,13	46,81	1773,53

PAREDE LESTE

AREA DA PAREDE LESTE		
ALTURA[m]	COMPRIMENTO[m]	TOTAL[m²]
3,1	10,45	32,395

CARGA TERMICA DA PAREDE												
hora	T tab	f (h)	AD	Tm (h)	CLTD tab	LM	K	Ti	CLTD corr	U	A	CT parede [W]
7	37,2	0,93	12,2	25,85	3	-2,2	1	24	-1,25	3,13	32,40	-126,34
8	37,2	0,84	12,2	26,95	6	-2,2	1	24	2,85	3,13	32,40	289,18
9	37,2	0,71	12,2	28,54	10	-2,2	1	24	8,44	3,13	32,40	855,58
10	37,2	0,56	12,2	30,37	15	-2,2	1	24	15,27	3,13	32,40	1548,12
11	37,2	0,39	12,2	32,44	18	-2,2	1	24	20,34	3,13	32,40	2062,60
12	37,2	0,23	12,2	34,39	20	-2,2	1	24	24,29	3,13	32,40	2463,32
13	37,2	0,11	12,2	35,86	21	-2,2	1	24	26,76	3,13	32,40	2713,16
14	37,2	0,03	12,2	36,83	21	-2,2	1	24	27,73	3,13	32,40	2812,13
15	37,2	0	12,2	37,20	20	-2,2	1	24	27,10	3,13	32,40	2747,84
16	37,2	0,03	12,2	36,83	19	-2,2	1	24	25,73	3,13	32,40	2609,33
17	37,2	0,1	12,2	35,98	17	-2,2	1	24	22,88	3,13	32,40	2319,95
18	37,2	0,21	12,2	34,64	18	-2,2	1	24	22,54	3,13	32,40	2285,27
19	37,2	0,34	12,2	33,05	17	-2,2	1	24	19,95	3,13	32,40	2023,06
20	37,2	0,47	12,2	31,47	15	-2,2	1	24	16,37	3,13	32,40	1659,45
21	37,2	0,58	12,2	30,12	14	-2,2	1	24	14,02	3,13	32,40	1421,98
22	37,2	0,68	12,2	28,90	12	-2,2	1	24	10,80	3,13	32,40	1095,49

hora	CT DE PAREDE TOTAL [W]
7	28,10
8	604,50
9	1549,82
10	2510,49
11	3475,40
12	4308,65

13	4919,53
14	5308,03
15	5443,90
16	5544,81
17	5130,29
18	5045,50
19	4697,43
20	4101,43
21	3520,80
22	2869,02

CARGA TERMICA DA SUPERFICIE TRANSPARAENTE (VIDRO)

hora	Ti	Ttab [°C]	AD	Tm [°C]	U vidro	Area [m²]	LM	CLTD (h)	CLTD corr	SC	SHGF	CLF (H)
7	24	37,20	12,20	31,10	2,93	21,17	1,1	-1	3,30	1	139	0,45
8	24	37,20	12,20	31,10	2,93	21,17	1,1	0	4,30	1	139	0,49
9	24	37,20	12,20	31,10	2,93	21,17	1,1	1	5,30	1	139	0,55
10	24	37,20	12,20	31,10	2,93	21,17	1,1	2	6,30	1	139	0,60
11	24	37,20	12,20	31,10	2,93	21,17	1,1	4	8,30	1	139	0,65
12	24	37,20	12,20	31,10	2,93	21,17	1,1	5	9,30	1	139	0,69
13	24	37,20	12,20	31,10	2,93	21,17	1,1	7	11,30	1	139	0,72
14	24	37,20	12,20	31,10	2,93	21,17	1,1	7	11,30	1	139	0,72
15	24	37,20	12,20	31,10	2,93	21,17	1,1	8	12,30	1	139	0,72
16	24	37,20	12,20	31,10	2,93	21,17	1,1	8	12,30	1	139	0,70
17	24	37,20	12,20	31,10	2,93	21,17	1,1	7	11,30	1	139	0,70
18	24	37,20	12,20	31,10	2,93	21,17	1,1	7	11,30	1	139	0,75
19	24	37,20	12,20	31,10	2,93	21,17	1,1	6	10,30	1	139	0,57
20	24	37,20	12,20	31,10	2,93	21,17	1,1	4	8,30	1	139	0,46
21	24	37,20	12,20	31,10	2,93	21,17	1,1	3	7,30	1	139	0,39
22	24	37,20	12,20	31,10	2,93	21,17	1,1	2	6,30	1	139	0,34

hora	CT condução (h)[W]	CT radiação (h) [W]	CT vidros (h) [W]
7	-62,03	1324,18	1262,16
8	0,00	1441,89	1441,89
9	62,03	1618,45	1680,47
10	124,06	1765,58	1889,63
11	248,11	1912,71	2160,82
12	310,14	2030,41	2340,56
13	434,20	2118,69	2552,89
14	434,20	2118,69	2552,89
15	496,22	2118,69	2614,92
16	496,22	2059,84	2556,07
17	434,20	2059,84	2494,04
18	434,20	2206,97	2641,17

19	372,17	1677,30	2049,47
20	248,11	1353,61	1601,72
21	186,08	1147,63	1333,71
22	124,06	1000,49	1124,55

CARGA TERMICA DEVIDO AS PESSOAS

hora	A	N	SHG (h)	LHG (h)	CLF (h)	CT pessoas, sensível [W]	CT pessoas,latente [W]
7	229,17	100	70	45	0,83	5810,000	4500,00
8	229,17	100	70	45	0,85	5950,000	4500,00
9	229,17	100	70	45	0,87	6090,000	4500,00
10	229,17	100	70	45	0,89	6230,000	4500,00
11	229,17	100	70	45	0,42	2940,000	4500,00
12	229,17	100	70	45	0,34	2380,000	4500,00
13	229,17	100	70	45	0,28	1960,000	4500,00
14	229,17	100	70	45	0,23	1610,000	4500,00
15	229,17	100	70	45	0,20	1400,000	4500,00
16	229,17	100	70	45	0,17	1190,000	4500,00
17	229,17	100	70	45	0,15	1050,000	4500,00
18	229,17	100	70	45	0,13	910,000	4500,00
19	229,17	100	70	45	0,11	770,000	4500,00
20	229,17	100	70	45	0,10	700,000	4500,00
21	229,17	100	70	45	0,09	630,000	4500,00
22	229,17	100	70	45	0,08	560,000	4500,00

CARGA TERMICA DE ILUMINAÇÃO

LOCAL	TIPO DE ILUMINAÇÃO	POTENCIA DISSIPADA [W/m²]	AREA [m²]	CT iluminação [W]
BIBLIOTECA	FLUORESCENTE	16,00	229,17	3666,70

CARGA TERMICA DE devido a renovação de ar

Pz	Fp	Az	Fa	Vef	Ez	Vz	ρ	cp	Cp	TBS ext	TBS int	We	Wi
100	3,8	229,17	0,9	610,0685	0,5	1220,137	1,2922	1	2256	37,2	24	0,02	0,009

CT sensível [W]	CT latente [W]
20811,92	38820,52

10. ATENDIMENTO AO ALUNO

CARGA TERMICA DEVIDO AS PESSOAS

hora	A	N	SHG (h)	LHG (h)	CLF (h)	CT pessoas, sensível	CT pessoas,latente
------	---	---	---------	---------	---------	----------------------	--------------------

						[W]	[W]
7	10,00	2	70	45	0,83	116,200	90,00
8	10,00	2	70	45	0,85	119,000	90,00
9	10,00	2	70	45	0,87	121,800	90,00
10	10,00	2	70	45	0,89	124,600	90,00
11	10,00	2	70	45	0,42	58,800	90,00
12	10,00	2	70	45	0,34	47,600	90,00
13	10,00	2	70	45	0,28	39,200	90,00
14	10,00	2	70	45	0,23	32,200	90,00
15	10,00	2	70	45	0,20	28,000	90,00
16	10,00	2	70	45	0,17	23,800	90,00
17	10,00	2	70	45	0,15	21,000	90,00
18	10,00	2	70	45	0,13	18,200	90,00
19	10,00	2	70	45	0,11	15,400	90,00
20	10,00	2	70	45	0,10	14,000	90,00
21	10,00	2	70	45	0,09	12,600	90,00
22	10,00	2	70	45	0,08	11,200	90,00

CARGA TERMICA DE ILUMINAÇÃO

LOCAL	TIPO DE ILUMINAÇÃO	POTENCIA DISSIPADA [W/m²]	AREA [m²]	CT iluminação [W]
BIBLIOTECA	FLUORESCENTE	16,00	10,00	160,00

CARGA TERMICA DE EQUIPAMENTOS

hora	P	Em	F lm	F um	HG	CLF (h)	CT equipamentos [W]
7	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,88	246,4000
8	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,9	252,0000
9	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,91	254,8000
10	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,92	257,6000
11	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,93	260,4000
12	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,94	263,2000
13	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,95	266,0000
14	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,95	266,0000
15	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,96	268,8000
16	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,87	243,6000
17	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,42	117,6000
18	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,34	95,2000
19	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,26	72,8000

20	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,24	67,2000
21	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,2	56,0000
22	280,00	1,00	1,00	1	280,00	0,18	50,4000

CARGA TERMICA DE devido a renovação de ar

Pz	Fp	Az	Fa	Vef	Ez	Vz	ρ	cp	Cp	TBS ext	TBS int	We	Wi
2	3,8	10,00	0,9	18,5	0,5	37	1,2922	1	2256	37,2	24	0,02	0,009

CT sensível [W]	CT latente [W]
631,11	1177,21

11. AREA DE PESQUISA

CARGA TERMICA DEVIDO AS PESSOAS

hora	A	N	SHG (h)	LHG (h)	CLF (h)	CT pessoas, sensível [W]	CT pessoas,latente [W]
7	117,88	40,0	70	45	0,83	2324,000	1800,00
8	117,88	40,0	70	45	0,85	2380,000	1800,00
9	117,88	40,0	70	45	0,87	2436,000	1800,00
10	117,88	40,0	70	45	0,89	2492,000	1800,00
11	117,88	40,0	70	45	0,42	1176,000	1800,00
12	117,88	40,0	70	45	0,34	952,000	1800,00
13	117,88	40,0	70	45	0,28	784,000	1800,00
14	117,88	40,0	70	45	0,23	644,000	1800,00
15	117,88	40,0	70	45	0,20	560,000	1800,00
16	117,88	40,0	70	45	0,17	476,000	1800,00
17	117,88	40,0	70	45	0,15	420,000	1800,00
18	117,88	40,0	70	45	0,13	364,000	1800,00
19	117,88	40,0	70	45	0,11	308,000	1800,00
20	117,88	40,0	70	45	0,10	280,000	1800,00
21	117,88	40,0	70	45	0,09	252,000	1800,00
22	117,88	40,0	70	45	0,08	224,000	1800,00

CARGA TERMICA DE ILUMINAÇÃO

LOCAL	TIPO DE ILUMINAÇÃO	POTENCIA DISSIPADA [W/m²]	AREA [m²]	CT iluminação [W]
BIBLIOTECA	FLUORESCENTE	16,00	117,88	1886,11

CARGA TERMICA DE EQUIPAMENTOS

hora	P	Em	F lm	F um	HG	CLF (h)	CT equipamentos [W]
7	840,00	1,00	1,00	1	840,00	0,88	739,2000
8	840,00	1,00	1,00	1	840,00	0,9	756,0000
9	840,00	1,00	1,00	1	840,00	0,91	764,4000
10	840,00	1,00	1,00	1	840,00	0,92	772,8000
11	840,00	1,00	1,00	1	840,00	0,93	781,2000
12	840,00	1,00	1,00	1	840,00	0,94	789,6000
13	840,00	1,00	1,00	1	840,00	0,95	798,0000
14	840,00	1,00	1,00	1	840,00	0,95	798,0000
15	840,00	1,00	1,00	1	840,00	0,96	806,4000
16	840,00	1,00	1,00	1	840,00	0,87	730,8000
17	840,00	1,00	1,00	1	840,00	0,42	352,8000
18	840,00	1,00	1,00	1	840,00	0,34	285,6000
19	840,00	1,00	1,00	1	840,00	0,26	218,4000
20	840,00	1,00	1,00	1	840,00	0,24	201,6000
21	840,00	1,00	1,00	1	840,00	0,2	168,0000
22	840,00	1,00	1,00	1	840,00	0,18	151,2000

CARGA TERMICA DE devido a renovação de ar

Pz	Fp	Az	Fa	Vef	Ez	Vz	ρ	cp	Cp	TBS ext	TBS int	We	Wi
40	3,8	117,88	0,9	270,782	0,5	541,564	1,2922	1	2256	37,2	24	0,02	0,009

CT sensível [W]	CT latente [W]
9237,48	17230,68

12. SALA DE ESTUDO 1

PAREDE LESTE

AREA DA PAREDE LESTE		
ALTURA[m]	COMPRIMENTO[m]	TOTAL[m²]
3,1	2,7	8,37

CARGA TERMICA DA PAREDE

hora	T tab	f (h)	AD	Tm (h)	CLTD tab	LM	K	Ti	CLTD corr	U	A	CT parede [W]
7	37,2	0,93	12,2	25,85	3	-2,2	1	24	-1,25	3,13	8,37	-32,64
8	37,2	0,84	12,2	26,95	6	-2,2	1	24	2,85	3,13	8,37	74,72
9	37,2	0,71	12,2	28,54	10	-2,2	1	24	8,44	3,13	8,37	221,06
10	37,2	0,56	12,2	30,37	15	-2,2	1	24	15,27	3,13	8,37	399,99

11	37,2	0,39	12,2	32,44	18	-2,2	1	24	20,34	3,13	8,37	532,92
12	37,2	0,23	12,2	34,39	20	-2,2	1	24	24,29	3,13	8,37	636,46
13	37,2	0,11	12,2	35,86	21	-2,2	1	24	26,76	3,13	8,37	701,01
14	37,2	0,03	12,2	36,83	21	-2,2	1	24	27,73	3,13	8,37	726,58
15	37,2	0	12,2	37,20	20	-2,2	1	24	27,10	3,13	8,37	709,97
16	37,2	0,03	12,2	36,83	19	-2,2	1	24	25,73	3,13	8,37	674,18
17	37,2	0,1	12,2	35,98	18	-2,2	1	24	23,88	3,13	8,37	625,61
18	37,2	0,21	12,2	34,64	18	-2,2	1	24	22,54	3,13	8,37	590,45
19	37,2	0,34	12,2	33,05	17	-2,2	1	24	19,95	3,13	8,37	522,70
20	37,2	0,47	12,2	31,47	15	-2,2	1	24	16,37	3,13	8,37	428,76
21	37,2	0,58	12,2	30,12	14	-2,2	1	24	14,02	3,13	8,37	367,40
22	37,2	0,68	12,2	28,90	12	-2,2	1	24	10,80	3,13	8,37	283,04

CARGA TERMICA DEVIDO AS PESSOAS

hora	A	N	SHG (h)	LHG (h)	CLF (h)	CT pessoas, sensível [W]	CT pessoas,latente [W]
7	6,40	3,0	70	45	0,83	174,300	135,00
8	6,40	3,0	70	45	0,85	178,500	135,00
9	6,40	3,0	70	45	0,87	182,700	135,00
10	6,40	3,0	70	45	0,89	186,900	135,00
11	6,40	3,0	70	45	0,42	88,200	135,00
12	6,40	3,0	70	45	0,34	71,400	135,00
13	6,40	3,0	70	45	0,28	58,800	135,00
14	6,40	3,0	70	45	0,23	48,300	135,00
15	6,40	3,0	70	45	0,20	42,000	135,00
16	6,40	3,0	70	45	0,17	35,700	135,00
17	6,40	3,0	70	45	0,15	31,500	135,00
18	6,40	3,0	70	45	0,13	27,300	135,00
19	6,40	3,0	70	45	0,11	23,100	135,00
20	6,40	3,0	70	45	0,10	21,000	135,00
21	6,40	3,0	70	45	0,09	18,900	135,00
22	6,40	3,0	70	45	0,08	16,800	135,00

CARGA TERMICA DE ILUMINAÇÃO

LOCAL	TIPO DE ILUMINAÇÃO	POTENCIA DISSIPADA [W/m²]	AREA [m²]	CT iluminação [W]
BIBLIOTECA	FLUORESCENTE	16,00	6,40	102,38

CARGA TERMICA DE devido a renovação de ar

Pz	Fp	Az	Fa	Vef	Ez	Vz	ρ	cp	Cp	TBS ext	TBS int	We	Wi
3	3,8	6,40	0,9	18,699	0,5	37,398	1,2922	1	2256	37,2	24	0,02	0,009

CT sensível [W]	CT latente [W]
637,90	1189,87

13. SALA DE ESTUDO 2,3,4,5,6,7

CARGA TERMICA DEVIDO AS PESSOAS							
hora	A	N	SHG (h)	LHG (h)	CLF (h)	CT pessoas, sensível [W]	CT pessoas,latente [W]
7	8,10	5,0	70	45	0,83	290,500	225,00
8	8,10	5,0	70	45	0,85	297,500	225,00
9	8,10	5,0	70	45	0,87	304,500	225,00
10	8,10	5,0	70	45	0,89	311,500	225,00
11	8,10	5,0	70	45	0,42	147,000	225,00
12	8,10	5,0	70	45	0,34	119,000	225,00
13	8,10	5,0	70	45	0,28	98,000	225,00
14	8,10	5,0	70	45	0,23	80,500	225,00
15	8,10	5,0	70	45	0,20	70,000	225,00
16	8,10	5,0	70	45	0,17	59,500	225,00
17	8,10	5,0	70	45	0,15	52,500	225,00
18	8,10	5,0	70	45	0,13	45,500	225,00
19	8,10	5,0	70	45	0,11	38,500	225,00
20	8,10	5,0	70	45	0,10	35,000	225,00
21	8,10	5,0	70	45	0,09	31,500	225,00
22	8,10	5,0	70	45	0,08	28,000	225,00

CARGA TERMICA DE ILUMINAÇÃO				
LOCAL	TIPO DE ILUMINAÇÃO	POTENCIA DISSIPADA [W/m²]	AREA [m²]	CT iluminação [W]
BIBLIOTECA	FLUORESCENTE	16,00	8,10	129,60

CARGA TERMICA DE devido a renovação de ar													
Pz	Fp	Az	Fa	Vef	Ez	Vz	ρ	cp	Cp	TBS ext	TBS int	We	Wi
5	3,8	8,10	0,9	28	0,5	56	1,2922	1	2256	37,2	24	0,02	0,009

CT sensível [W]	CT latente [W]
955,19	1781,72

14. SALA DE ESTUDO 8

CARGA TERMICA DEVIDO AS PESSOAS							
hora	A	N	SHG (h)	LHG (h)	CLF (h)	CT pessoas, sensível [W]	CT pessoas,latente [W]
7	8,10	5,0	70	45	0,83	290,500	225,00
8	8,10	5,0	70	45	0,85	297,500	225,00
9	8,10	5,0	70	45	0,87	304,500	225,00
10	8,10	5,0	70	45	0,89	311,500	225,00
11	8,10	5,0	70	45	0,42	147,000	225,00
12	8,10	5,0	70	45	0,34	119,000	225,00
13	8,10	5,0	70	45	0,28	98,000	225,00
14	8,10	5,0	70	45	0,23	80,500	225,00
15	8,10	5,0	70	45	0,20	70,000	225,00
16	8,10	5,0	70	45	0,17	59,500	225,00
17	8,10	5,0	70	45	0,15	52,500	225,00
18	8,10	5,0	70	45	0,13	45,500	225,00
19	8,10	5,0	70	45	0,11	38,500	225,00
20	8,10	5,0	70	45	0,10	35,000	225,00
21	8,10	5,0	70	45	0,09	31,500	225,00
22	8,10	5,0	70	45	0,08	28,000	225,00

CARGA TERMICA DE ILUMINAÇÃO				
LOCAL	TIPO DE ILUMINAÇÃO	POTENCIA DISSIPADA [W/m²]	AREA [m²]	CT iluminação [W]
BIBLIOTECA	FLUORESCENTE	16,00	9,72	155,52

CARGA TERMICA DE devido a renovação de ar													
Pz	Fp	Az	Fa	Vef	Ez	Vz	ρ	cp	Cp	TBS ext	TBS int	We	Wi
5	3,8	9,72	0,9	29,62	0,5	59,24	1,2922	1	2256	37,2	24	0,02	0,009

CT sensível [W]	CT latente [W]
1010,46	1884,81

15. ACERVO

PAREDE LESTE

AREA DA PAREDE LESTE		
ALTURA[m]	COMPRIMENTO[m]	TOTAL[m²]
3,1	7,46	23,13

CARGA TERMICA DA PAREDE												
hora	T tab	f (h)	AD	Tm (h)	CLTD tab	LM	K	Ti	CLTD corr	U	A	CT parede [W]
7	37,2	0,93	12,2	25,85	3	-2,2	1	24	-1,25	3,13	23,13	-90,19
8	37,2	0,84	12,2	26,95	6	-2,2	1	24	2,85	3,13	23,13	206,44
9	37,2	0,71	12,2	28,54	10	-2,2	1	24	8,44	3,13	23,13	610,78
10	37,2	0,56	12,2	30,37	15	-2,2	1	24	15,27	3,13	23,13	1105,16
11	37,2	0,39	12,2	32,44	18	-2,2	1	24	20,34	3,13	23,13	1472,44
12	37,2	0,23	12,2	34,39	20	-2,2	1	24	24,29	3,13	23,13	1758,51
13	37,2	0,11	12,2	35,86	21	-2,2	1	24	26,76	3,13	23,13	1936,86
14	37,2	0,03	12,2	36,83	21	-2,2	1	24	27,73	3,13	23,13	2007,51
15	37,2	0	12,2	37,20	20	-2,2	1	24	27,10	3,13	23,13	1961,62
16	37,2	0,03	12,2	36,83	19	-2,2	1	24	25,73	3,13	23,13	1862,74
17	37,2	0,1	12,2	35,98	18	-2,2	1	24	23,88	3,13	23,13	1728,54
18	37,2	0,21	12,2	34,64	18	-2,2	1	24	22,54	3,13	23,13	1631,40
19	37,2	0,34	12,2	33,05	17	-2,2	1	24	19,95	3,13	23,13	1444,21
20	37,2	0,47	12,2	31,47	15	-2,2	1	24	16,37	3,13	23,13	1184,64
21	37,2	0,58	12,2	30,12	14	-2,2	1	24	14,02	3,13	23,13	1015,12
22	37,2	0,68	12,2	28,90	12	-2,2	1	24	10,80	3,13	23,13	782,04

PAREDE SUL

AREA DA PAREDE NORTE				
ALTURA[m]	COMPRIMENTO[m]	JANELA1[m²]	JANELA2[m²]	TOTAL[m²]
3,1	48	20,3	16,53	111,97

CARGA TERMICA DA PAREDE SUL												
hora	T tab	f (h)	AD	Tm (h)	CLTD tab	LM	K	Ti	CLTD corr	U	A	CT parede [W]
7	37,2	0,93	12,2	25,85	2	-0,5	1	24	-0,55	3,13	111,97	-191,35
8	37,2	0,84	12,2	26,95	2	-0,5	1	24	0,55	3,13	111,97	193,46
9	37,2	0,71	12,2	28,54	2	-0,5	1	24	2,14	3,13	111,97	749,30
10	37,2	0,56	12,2	30,37	3	-0,5	1	24	4,97	3,13	111,97	1741,12
11	37,2	0,39	12,2	32,44	5	-0,5	1	24	9,04	3,13	111,97	3168,91
12	37,2	0,23	12,2	34,39	7	-0,5	1	24	12,99	3,13	111,97	4553,96
13	37,2	0,11	12,2	35,86	10	-0,5	1	24	17,46	3,13	111,97	6118,44
14	37,2	0,03	12,2	36,83	14	-0,5	1	24	22,43	3,13	111,97	7862,36
15	37,2	0	12,2	37,20	16	-0,5	1	24	24,80	3,13	111,97	8691,56
16	37,2	0,03	12,2	36,83	18	-0,5	1	24	26,43	3,13	111,97	9264,22
17	37,2	0,1	12,2	35,98	19	-0,5	1	24	26,58	3,13	111,97	9315,39
18	37,2	0,21	12,2	34,64	18	-0,5	1	24	24,24	3,13	111,97	8494,60
19	37,2	0,34	12,2	33,05	17	-0,5	1	24	21,65	3,13	111,97	7588,29
20	37,2	0,47	12,2	31,47	16	-0,5	1	24	19,07	3,13	111,97	6681,99
21	37,2	0,58	12,2	30,12	14	-0,5	1	24	15,72	3,13	111,97	5510,73

22	37,2	0,68	12,2	28,90	13	-0,5	1	24	13,50	3,13	111,97	4732,69
----	------	------	------	-------	----	------	---	----	-------	------	--------	---------

PAREDE OESTE

AREA DA PAREDE OESTE		
ALTURA[m]	COMPRIMENTO[m]	TOTAL[m ²]
3,1	4,6	14,26

CARGA TERMICA DA PAREDE OESTE												
hora	T tab	f (h)	AD	Tm (h)	CLTD tab	LM	K	Ti	CLTD corr	U	A	CT parede [W]
7	34,2	0,93	12,2	22,85	4	-2,2	1	24	-3,25	3,13	14,26	-144,88
8	34,2	0,84	12,2	23,95	3	-2,2	1	24	-3,15	3,13	14,26	-140,51
9	34,2	0,71	12,2	25,54	3	-2,2	1	24	-1,56	3,13	14,26	-69,72
10	34,2	0,56	12,2	27,37	4	-2,2	1	24	1,27	3,13	14,26	56,60
11	34,2	0,39	12,2	29,44	4	-2,2	1	24	3,34	3,13	14,26	149,17
12	34,2	0,23	12,2	31,39	5	-2,2	1	24	6,29	3,13	14,26	280,93
13	34,2	0,11	12,2	32,86	6	-2,2	1	24	8,76	3,13	14,26	390,90
14	34,2	0,03	12,2	33,83	8	-2,2	1	24	11,73	3,13	14,26	523,73
15	34,2	0	12,2	34,20	11	-2,2	1	24	15,10	3,13	14,26	673,97
16	34,2	0,03	12,2	33,83	15	-2,2	1	24	18,73	3,13	14,26	836,17
17	34,2	0,1	12,2	32,98	20	-2,2	1	24	22,88	3,13	14,26	1021,22
18	34,2	0,21	12,2	31,64	24	-2,2	1	24	25,54	3,13	14,26	1139,86
19	34,2	0,34	12,2	30,05	27	-2,2	1	24	26,95	3,13	14,26	1202,97
20	34,2	0,47	12,2	28,47	27	-2,2	1	24	25,37	3,13	14,26	1132,18
21	34,2	0,58	12,2	27,12	25	-2,2	1	24	22,02	3,13	14,26	983,01
22	34,2	0,68	12,2	25,90	22	-2,2	1	24	17,80	3,13	14,26	794,66

hora	CT DE PAREDE TOTAL [W]
7	-426,43
8	259,39
9	1290,36
10	2902,88
11	4790,52
12	6593,39
13	8446,20
14	10393,60
15	11327,15
16	11963,13
17	12065,15
18	11265,85
19	10235,48
20	8998,81
21	7508,86

CARGA TERMICA DA SUPERFICIE TRANSPARAENTE (VIDRO)

hora	Ti	Ttab [°C]	AD	Tm [°C]	U vidro	Area [m²]	LM	CLTD (h)	CLTD corr	SC	SHGF	CLF (H)
7	24	37,20	12,20	31,10	2,93	36,83	-0,5	-1	1,70	1	139	0,45
8	24	37,20	12,20	31,10	2,93	36,83	-0,5	0	2,70	1	139	0,49
9	24	37,20	12,20	31,10	2,93	36,83	-0,5	1	3,70	1	139	0,55
10	24	37,20	12,20	31,10	2,93	36,83	-0,5	2	4,70	1	139	0,60
11	24	37,20	12,20	31,10	2,93	36,83	-0,5	4	6,70	1	139	0,65
12	24	37,20	12,20	31,10	2,93	36,83	-0,5	5	7,70	1	139	0,69
13	24	37,20	12,20	31,10	2,93	36,83	-0,5	7	9,70	1	139	0,72
14	24	37,20	12,20	31,10	2,93	36,83	-0,5	7	9,70	1	139	0,72
15	24	37,20	12,20	31,10	2,93	36,83	-0,5	8	10,70	1	139	0,72
16	24	37,20	12,20	31,10	2,93	36,83	-0,5	8	10,70	1	139	0,70
17	24	37,20	12,20	31,10	2,93	36,83	-0,5	7	9,70	1	139	0,70
18	24	37,20	12,20	31,10	2,93	36,83	-0,5	7	9,70	1	139	0,75
19	24	37,20	12,20	31,10	2,93	36,83	-0,5	6	8,70	1	139	0,57
20	24	37,20	12,20	31,10	2,93	36,83	-0,5	4	6,70	1	139	0,46
21	24	37,20	12,20	31,10	2,93	36,83	-0,5	3	5,70	1	139	0,39
22	24	37,20	12,20	31,10	2,93	36,83	-0,5	2	4,70	1	139	0,34

hora	CT condução (h)[W]	CT radiação (h) [W]	CT vidros (h) [W]
7	-107,91	2303,72	2195,80
8	0,00	2508,49	2508,49
9	107,91	2815,65	2923,57
10	215,82	3071,62	3287,45
11	431,65	3327,59	3759,24
12	539,56	3532,37	4071,92
13	755,38	3685,95	4441,33
14	755,38	3685,95	4441,33
15	863,30	3685,95	4549,24
16	863,30	3583,56	4446,85
17	755,38	3583,56	4338,94
18	755,38	3839,53	4594,91
19	647,47	2918,04	3565,51
20	431,65	2354,91	2786,56
21	323,74	1996,55	2320,29
22	215,82	1740,59	1956,41

CARGA TERMICA DEVIDO AS PESSOAS

hora	A	N	SHG (h)	LHG (h)	CLF (h)	CT pessoas, sensível [W]	CT pessoas,latente [W]
------	---	---	---------	---------	---------	-----------------------------	---------------------------

7	358,08	35	70	45	0,83	2033,500	1575,00
8	358,08	35	70	45	0,85	2082,500	1575,00
9	358,08	35	70	45	0,87	2131,500	1575,00
10	358,08	35	70	45	0,89	2180,500	1575,00
11	358,08	35	70	45	0,42	1029,000	1575,00
12	358,08	35	70	45	0,34	833,000	1575,00
13	358,08	35	70	45	0,28	686,000	1575,00
14	358,08	35	70	45	0,23	563,500	1575,00
15	358,08	35	70	45	0,20	490,000	1575,00
16	358,08	35	70	45	0,17	416,500	1575,00
17	358,08	35	70	45	0,15	367,500	1575,00
18	358,08	35	70	45	0,13	318,500	1575,00
19	358,08	35	70	45	0,11	269,500	1575,00
20	358,08	35	70	45	0,10	245,000	1575,00
21	358,08	35	70	45	0,09	220,500	1575,00

CARGA TERMICA DE ILUMINAÇÃO

LOCAL	TIPO DE ILUMINAÇÃO	POTENCIA DISSIPADA [W/m²]	AREA [m²]	CT iluminação [W]
BIBLIOTECA	FLUORESCENTE	16,00	358,08	5729,28

CARGA TERMICA DE EQUIPAMENTOS

hora	P	Em	F lm	F um	HG	CLF (h)	CT equipamentos [W]
7	700,00	1,00	1,00	1	700,00	0,88	616,0000
8	700,00	1,00	1,00	1	700,00	0,9	630,0000
9	700,00	1,00	1,00	1	700,00	0,91	637,0000
10	700,00	1,00	1,00	1	700,00	0,92	644,0000
11	700,00	1,00	1,00	1	700,00	0,93	651,0000
12	700,00	1,00	1,00	1	700,00	0,94	658,0000
13	700,00	1,00	1,00	1	700,00	0,95	665,0000
14	700,00	1,00	1,00	1	700,00	0,95	665,0000
15	700,00	1,00	1,00	1	700,00	0,96	672,0000
16	700,00	1,00	1,00	1	700,00	0,87	609,0000
17	700,00	1,00	1,00	1	700,00	0,42	294,0000
18	700,00	1,00	1,00	1	700,00	0,34	238,0000
19	700,00	1,00	1,00	1	700,00	0,26	182,0000
20	700,00	1,00	1,00	1	700,00	0,24	168,0000
21	700,00	1,00	1,00	1	700,00	0,2	140,0000
22	700,00	1,00	1,00	1	700,00	0,18	126,0000

CARGA TERMICA DE devido a renovação de ar													
Pz	Fp	Az	Fa	Vef	Ez	Vz	ρ	cp	Cp	TBS ext	TBS int	We	Wi
35	3,8	358,08	0,9	491,98	0,5	983,96	1,2922	1	2256	37,2	24	0,02	0,009

CT sensível [W]	CT latente [W]
16783,44	31306,19

16.TETO

CARGA TÉRMICA DEVIDO AO TETO												
hora	T tab	f (h)	AD	Tm (h)	CLTD tab	LM	K	Ti	CLTD corr	U	A	CT parede [W]
7	34,2	0,93	12,2	22,85	12	-0,5	1	24	6,45	1,259	931,69	7570,53
8	34,2	0,84	12,2	23,95	11	-0,5	1	24	6,55	1,259	931,69	7685,48
9	34,2	0,71	12,2	25,54	11	-0,5	1	24	8,14	1,259	931,69	9545,86
10	34,2	0,56	12,2	27,37	11	-0,5	1	24	9,97	1,259	931,69	11692,44
11	34,2	0,39	12,2	29,44	12	-0,5	1	24	13,04	1,259	931,69	15298,24
12	34,2	0,23	12,2	31,39	13	-0,5	1	24	15,99	1,259	931,69	18760,93
13	34,2	0,11	12,2	32,86	15	-0,5	1	24	19,46	1,259	931,69	22824,19
14	34,2	0,03	12,2	33,83	16	-0,5	1	24	21,43	1,259	931,69	25142,03
15	34,2	0	12,2	34,20	18	-0,5	1	24	23,80	1,259	931,69	27917,35
16	34,2	0,03	12,2	33,83	19	-0,5	1	24	24,43	1,259	931,69	28661,03
17	34,2	0,1	12,2	32,98	20	-0,5	1	24	24,58	1,259	931,69	28832,28
18	34,2	0,21	12,2	31,64	21	-0,5	1	24	24,24	1,259	931,69	28431,12
19	34,2	0,34	12,2	30,05	21	-0,5	1	24	22,65	1,259	931,69	26570,74
20	34,2	0,47	12,2	28,47	21	-0,5	1	24	21,07	1,259	931,69	24710,37
21	34,2	0,58	12,2	27,12	21	-0,5	1	24	19,72	1,259	931,69	23136,21
22	34,2	0,68	12,2	25,90	20	-0,5	1	24	17,50	1,259	931,69	20532,15