

CUTTER G/92 e  
ANO/EDIÇÃO 2014

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS**  
**ENGENHARIA MECÂNICA**  
**RODRIGO DE PAIVA GAMBOGE**

**ESTUDO DE VIABILIDADE E DIMENSIONAMENTO DE REFRIGERAÇÃO DE  
UM AMBIENTE FECHADO**

**Varginha**  
**2014**

**RODRIGO DE PAIVA GAMBOGE**

**ESTUDO DE VIABILIDADE E DIMENSIONAMENTO DE REFRIGERAÇÃO DE  
UM AMBIENTE FECHADO**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Prof. Rullyan Marques Vieira.

**Varginha  
2014**

**RODRIGO DE PAIVA GAMBOGE**

**ESTUDO DE VIABILIDADE E DIMENSIONAMENTO DE REFRIGERAÇÃO DE  
UM AMBIENTE FECHADO**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – Unis/MG, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em    /    /

---

Prof. Luiz Carlos Vieira Guedes.

---

Prof.

---

Prof.

OBS.:

**Dedico este trabalho primeiramente a  
minha família e namorada que não  
mediram esforços para me apoiar e aos  
profissionais que me orientaram nesta  
etapa de minha vida.**

## **AGRADECIMENTOS**

**Agradeço a Deus e a todos que me ajudaram na elaboração deste trabalho em especial minha família que me incentivou e apoiou incondicionalmente.**

“Devemos aprender durante toda vida,  
sem imaginar que a sabedoria vem com a  
velhice”.

Platão.

## RESUMO

Devido estar crescendo o interesse pela qualidade do ar interior e ao aumento da temperatura dos últimos anos. Teve um crescimento significativo na procura de ar condicionado para melhoria destes ambientes. Como as potências dos condicionadores variam, deve realizar o cálculo de carga térmica para escolher qual o modelo que melhor atende às necessidades do ambiente, levando em conta vários fatores. Como efeito de estudo bibliográfico e resultados envolve conteúdo sobre ar-condicionado, para que possa ter um melhor entendimento sobre a máquina, e variáveis com um exemplo de um local a ser instalado, para que possa realizar princípios para escolha adequada do ar-condicionado. O ideal é realizar uma consulta a um especialista na área de ar condicionado formado em Engenharia Mecânica para instalação de um ar-condicionado.

**Palavra-Chave:** Ar-condicionado. Qualidade do ar. Calculo de carga térmica.

## **ABSTRACT**

*Due to be growing interest in indoor air quality and increase the temperature of the recent years. Had a significant growth in demand for air conditioning to improve these environments. As the powers of the conditioners vary, must carry out the thermal load calculation to choose which model best meets the needs of the environment, taking into account various factors. The effect and results of bibliographical study involves content about air conditioning, so you can have a better understanding of the machine, and variables with an example of a site to be installed, so you can make the appropriate choice principles for air-conditioning. Ideally hold a consultation with a specialist in the field of air conditioning degree in Mechanical Engineering for the installation of an air conditioner.*

**Keyword:** *Air-conditioning. Air Quality. Calculation of thermal load.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura. 1 Funcionamento ar condicionado.....	15
Figura. 2 Tipo janela ou ACJ.....	16
Figura. 3 Unidade evaporadora.....	17
Figura. 4 Unidade condensadora.....	17
Figura. 5 Split Hi Wall.....	18
Figura. 6 Split Piso Teto.....	19
Figura. 7 Split Tipo Cassete.....	19
Figura. 8 Split tipo portátil.....	20
Figura. 9 Split Multi-Split.....	21
Figura. 10 Formulário do cálculo de carga térmica.....	23
Figura. 11 Planta escritório de advocacia.....	25
Figura. 12 Janela de correr aço grade quadriculada.....	26
Figura. 13 Porta de abrir com veneziana e divisão horizontal.....	27
Figura. 14 Porta de abrir veneziana.....	28
Figura. 15 Fator carga térmica por região.....	34

## LISTA DE QUADROS

Quadro.1	Análise de calor gerado pela janela.....	30
Quadro.2	Análise do calor gerado pelo material da janela.....	30
Quadro.3	Análise do calor gerado pelas paredes.....	31
Quadro.4	Análise do calor gerado pelo teto.....	32
Quadro.5	Análise do calor gerado pela pessoas.....	32
Quadro.6	Análise de calor gerado pela iluminação e aparelhos elétricos.....	33
Quadro.7	Resultado total do calor gerado na sala da secretária.....	33
Quadro.8	Resultado atualizado de acordo com a região.....	34
Quadro.9	Análise de calor gerado pela janela.....	35
Quadro.10	Análise do calor gerado pelo material da janela.....	35
Quadro.11	Análise do calor gerado pelas paredes.....	36
Quadro.12	Análise do calor gerado pelo teto.....	36
Quadro.13	Análise do calor gerado pelas pessoas.....	37
Quadro.14	Análise de calor gerado pela iluminação e aparelhos elétricos.....	37
Quadro.15	Resultado total do calor gerado na sala dos advogados.....	37
Quadro.16	Resultado atualizado de acordo com a região.....	38
Quadro.17	Análise de calor gerado pela janela.....	38
Quadro.18	Análise do calor gerado pelo material da janela.....	39
Quadro.19	Análise do calor gerado pelas paredes.....	39
Quadro.20	Análise do calor gerado pelo teto.....	40
Quadro.21	Análise do calor gerado pelas pessoas.....	40
Quadro.22	Análise de calor gerado pela iluminação e aparelhos elétricos.....	41
Quadro.23	Resultado total do calor gerado na sala do Diretor.....	41
Quadro.24	Resultado atualizado de acordo com a região.....	41
Quadro.25	Análise de calor gerado pela janela.....	42
Quadro.26	Análise do calor gerado pelo material da janela.....	42
Quadro.27	Análise do calor gerado pelas paredes.....	43
Quadro.28	Análise do calor gerado pelo teto.....	43
Quadro.29	Análise do calor gerado pelas pessoas.....	44
Quadro.30	Análise de calor gerado pela iluminação e aparelhos elétricos.....	44
Quadro.31	Resultado total do calor gerado na sala de reunião.....	44
Quadro.32	Resultado atualizado de acordo com a região.....	45

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Princípio do ar condicionado.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 Definição de refrigeração.....</b>	<b>12</b>
<b>2.3 Qualidade do ar interior.....</b>	<b>13</b>
<b>2.4 Funcionamento do ar condicionado.....</b>	<b>14</b>
<b>2.5 Tipos de ar condicionado.....</b>	<b>16</b>
2.5.1 Tipo janela ou ACJ.....	16
2.5.2 Tipo Split.....	16
2.5.2.1 Split Hi Wall.....	17
2.5.2.2 Split Piso teto.....	18
2.5.2.3 Split tipo Cassete.....	19
2.5.2.4 Split tipo Portátil.....	20
2.5.2.5 Split tipo Multi-split.....	20
<b>2.6 Calculo de carga térmica.....</b>	<b>21</b>
2.6.1 Calculo de carga térmica simplificado.....	22
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>24</b>
<b>3.1 Ambiente da instalação.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2 Detalhes do local a ser instalado.....</b>	<b>25</b>
3.2.1 Calor latente gerado nos ambientes.....	26
3.2.2 Descrição das janelas e portas.....	26
3.2.3 Posição do sol.....	28
<b>3.3 Qualidade do ar interior.....</b>	<b>28</b>
<b>3.4 Calculo de carga térmica.....</b>	<b>29</b>
3.4.1 Sala da secretaria.....	29
3.4.2 Sala dos advogados e estagiários.....	34
3.4.3 Sala do diretor.....	38
3.4.4 Sala da reunião.....	41
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>45</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>47</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Melhoria do ar em um ambiente fechado, utilizando o ar condicionado que gaste menos energia e com uma melhor eficiência. Podendo controlar a temperatura, umidade do ar, troca de ar, ventilação e exaustão, retirada de bactérias e poeiras de acordo as necessidades dos seres humanos. Para que possa ter um ar ideal para sua respiração e bem estar, melhorando sua saúde e rendimento no trabalho.

Para o controle de temperatura, tem que descobrir a carga térmica adequada para o ambiente em que engloba vários fatores. Sendo que a carga térmica e a somatória de todas as formas de calor presentes num ambiente. Posteriormente com o valor da carga térmica encontrada, vai auxiliar na escolha que deve ser o ar condicionado.

Para efeitos de cálculos e resultados utilizarei uma sala de escritório de advocacia, em que estará descritos todos os fatores significativos presentes para os devidos cálculos de seu resfriamento e controle de ar da mesma.

Assim este trabalho visa melhorar a qualidade do ar em ambientes fechados, com a utilização da máquina ar condicionado adequada, proporcionando uma fundamentação teórica sobre os fatores de escolha a quais quer ambiente ele seja.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Abaixo segue referencial teórico abordando fundamentos do ar condicionado.

### 2.1 Princípio do ar condicionado

Buscando melhores condições para se viver, o homem sempre procurou criar instrumentos e ferramentas para o seu uso. Assim, aconteceu nos meios de comunicação, transportes e; obviamente em seu habitat. Procurando manter as melhores condições de sua moradia e ambiente de trabalho desenvolveu o ar condicionado para o alcance de temperaturas confortáveis. Utilizado também na produção de vários produtos, onde é necessário ter temperaturas diferentes da temperatura ambiente.

Seu surgimento foi 1902 Willis Carrier desenvolveu o conceito de climatização, a base do ar condicionado. Naquela época, um editor nova-iorquino tinha grandes dificuldades durante o processo de impressão, que impediam o procedimento normal do papel, obtendo uma má qualidade devido às variações de temperatura, calor e umidade. Foi então quando Willis Carrier começou a investigar para resolver o problema. Desenhou uma máquina específica que controlava a umidade através de tubos frios, dando lugar à primeira unidade de climatização da História. Durante aqueles anos, o objetivo principal de Carrier era melhorar o desenvolvimento do processo industrial através de mudanças tecnológicas contínuas que permitiam o controlo da temperatura e da umidade. (CARRIER: Historia da constituição da.[Portugal] c2014.)

Em 1920 que o ar condicionado começou a se popularizar nos Estados Unidos com a instalação em diversos prédios públicos. Mas somente meados de 1950 em que o ar condicionado realmente começou a ser produzido em massa, ano em que o Willis Carrier faleceu.

### 2.2 Definição de refrigeração

Para que o ar fique ideal para respiração do ser humano devemos de deixar o ar em condicionamento que é o processo pelo qual são controlados simultaneamente pelo menos, a temperatura, a umidade, a movimentação e a pureza do ar em recintos fechados, destinados a ocupação do homem.

Ao se discutirem assuntos relacionados com refrigeração e condicionamento de ar, frequentemente é preferível utilizar a expressão resfriamento do que a expressão pouco significativa, remoção de calor. De qualquer maneira, refrigeração e condicionamento de ar referem-se à manutenção das condições mais adequadas para

a saúde e conforto do corpo humano, e estão relacionados com temperaturas que o ser humano usualmente classifica como fria e quente. (Division, 2004, p. 11, tradução nossa).

Esse controle é realizado através da renovação do ar ambiente, trocando o ar interno continuamente com ar externo, controle de temperatura e também pela filtragem do ar.

### 2.3 Qualidade do ar interior

Para que acha uma boa qualidade do ar e conforto em relação ao ser humano no ambiente, deve-se retirar as impurezas do local e controlar a temperatura.

Devido ao organismo humano ser homeotérmico, tendo que manter sua temperatura interna entre 36,1 e 37,2 °C em condições normais. O organismo humano pode ser comparado com uma máquina térmica, pois sua energia é conseguida através de fenômenos térmicos. Sendo isso possível através dos alimentos ingeridos que transformam principalmente em carbono, que combinado com ar aspirado contendo oxigênio. Esse processo é denominado de metabolismo.

O organismo através do metabolismo adquire energia. Cerca de 20 % dessa energia é transformada em potencialidade de trabalho. Então termodinamicamente falando, a “máquina humana” tem um rendimento muito baixo. A parcela restante, cerca de 80%, se transforma em calor, que deve ser dissipado para que o organismo seja mantido em equilíbrio.

Tanto o calor produzido como o dissipado depende da atividade que o indivíduo desenvolve. Em repouso absoluto – Metabolismo basal – o calor dissipado pelo corpo, cedido no ambiente, é de cerca de 75W. (FROTA, 2006, v.7, p. 19).

A boa utilização do ar condicionado contribui bastante para o estado de saúde daqueles que se encontra em espaços fechados. Devido à limpeza de impurezas presentes neste ambiente e conservação de temperatura entre 23°C a 26°C, assim ajudando no controle de temperatura do corpo humano. Auxiliando na troca de calor entre corpo e ambiente. Sendo que a conservação de temperatura é de grande valor a ambientes de trabalho, comprovado cientificamente que aumenta o seu desempenho no serviço.

Preocupado com a segurança, saúde e conforto dos ambientes fechados a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA cria uma resolução conforme descrita abaixo:

1. Estabelecer critérios que informe a população sobre a qualidade do ar interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, cujo desequilíbrio poderá causar agravos a saúde dos seus ocupantes;

2. Instrumentalizar as equipes profissionais envolvidas no controle de qualidade do ar interior, no planejamento, elaboração, análise e execução de projetos físicos e ações de inspeção de ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. (2003 Re N°9).

## 2.4 Funcionamento do ar condicionado

O princípio do ar condicionado é o mesmo da geladeira uma substância capaz de resfriar dentro do aparelho um conjunto de serpentina, algo como um sistema de mangueiras por onde passa líquido ou gás.

Utilizando um dispositivo mecânico para bombear um refrigerante num circuito fechado e fazê-lo sofrer variação de pressão em pontos selecionados, o calor pode ser absorvido de uma área e liberado em outra. O Princípio básico através do qual se consegue a refrigeração é: ao aumentar a pressão de um líquido, sua temperatura de ebulição aumenta; ao diminuir-se, a temperatura diminui. Alternando-se estas variações de pressões, o refrigerante, ao mudar de estado, absorve ou libera calor. Nos sistemas modernos de refrigeração, um líquido com um ponto de ebulição muito baixo é utilizado e ciclado desta maneira. (Division, 2004, p. 27, tradução nossa).

No caso do ar-condicionado, essa substância- à base de cloro, flúor e carbono é chamada fluido refrigerante. O R22 é o fluido refrigerante utilizado nos ar-condicionado mais antigo. Atualmente é utilizado o R 410a devido ser menos poluente ao meio ambiente, sendo obrigatório a utilização em todos os novos ar-condicionado. Sendo ecologicamente correto, pois não contém cloro, por isso não afeta a camada de ozônio. O R 410a também apresenta maior capacidade e pressão de descarga que o R 22, permitindo assim, a concepção de equipamentos menores e ar condicionado compacto. Esses gases refrigerantes deixam o seu estado líquido e vira gás a uma temperatura bem baixa aos seus 7°C ao contrário da água que só ocorre o mesmo a uma temperatura de 100°C.

O gás percorre através de um circuito de serpentinas, condensadores e evaporadores absorvendo o calor do ar sugado do ambiente interno. O que os mais diversos modelos de ar-condicionado ainda não conseguiram eliminar é um incômodo efeito colateral: o ressecamento do ar. Que em contato com o frio, a umidade do ar se condensa em gotinhas dentro do ar-condicionado, como acontece em uma garrafa de cerveja gelada.

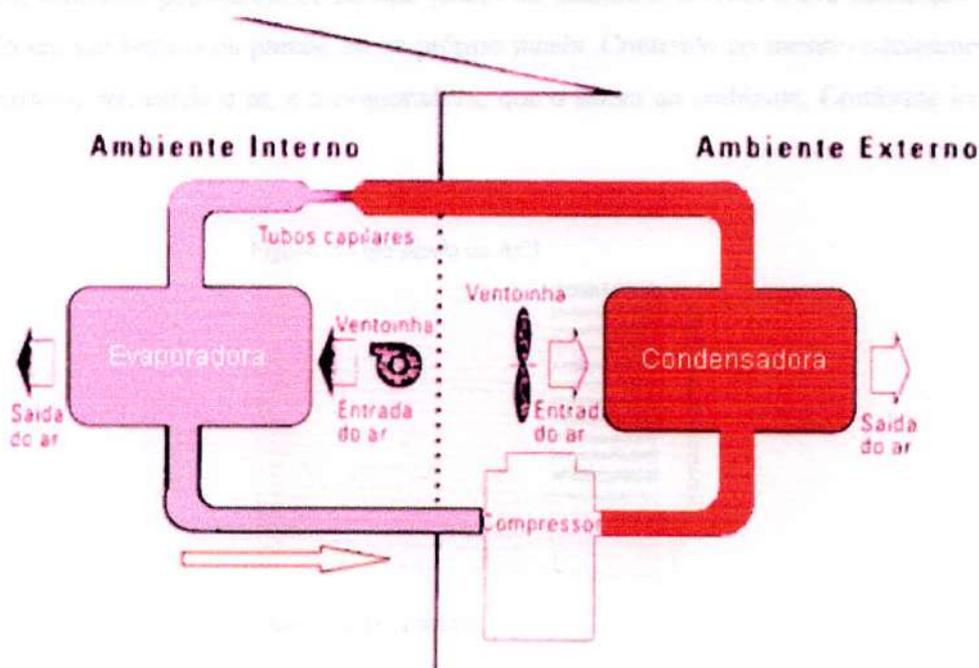
Segue abaixo passo a passo do ciclo para o resfriamento do ar através de um ar condicionado que utiliza o gás refrigerante R22:

- a) O ar do ambiente é sugado por um ventilador que atravessa em um evaporador, passando em volta de uma serpentina cheia de R-22, substância refrigeradora à temperatura de 7 °C e em estado líquido. Em contato com a serpentina gelada, o ar se resfria e volta para a sala.

- b) Ao absorver o calor do ar, o R-22 muda de estado dentro da serpentina e vira gás, passando depois num compressor elétrico. Essa peça, que produz o barulho do ar-condicionado, comprime o R-22 até que, sob alta pressão, ele vire um gás quente, a 52 °C.
- c) Esse gás entra numa outra serpentina, do lado de fora do aparelho, chamada condensador. Mais quente que o ambiente externo, o R-22 se resfria um pouco. Com isso, ele vira líquido de novo mesmo antes de chegar aos 7 °C, pois está sob alta pressão. Um outro ventilador sopra o ar quente que sobrou para a rua.
- d) O R-22 (em estado líquido por causa da alta pressão) entra numa válvula de expansão, espécie de orifício onde o líquido perde pressão rapidamente e se resfria até os 7 °C que o mantém em estado líquido. A partir daí, o ciclo recomeça tudo de novo.

Segue abaixo figura para exemplificar o funcionamento do ar condicionado de acordo descrito acima:

Figura. 1 Funcionamento ar condicionado.



Fonte: Adias

Para o bom funcionamento do ar condicionado devem-se ter vários cuidados na hora de sua instalação. O correto é verificar o local a ser colocado para evitar possíveis falhas futuras.

Estabelecendo então uma norma para instalação a ser seguida de acordo a Associação Brasileira de Normas Técnicas- ABNT (NBR 6401 DEZ 1980) "As condições estabelecidas nesta Norma são as mínimas exigidas para que se possam obter resultados satisfatórios em

instalações desse gênero, não impedindo, porém, quaisquer outros aprimoramentos da técnica de condicionamento de ar”.

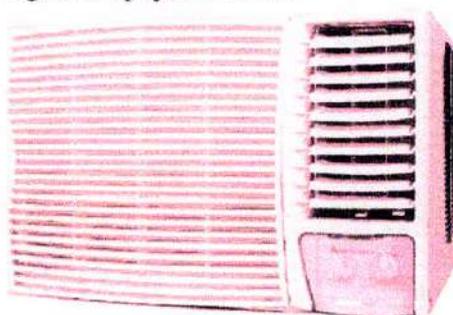
## 2.5 Tipos de ar condicionado

A vários tipos de ar-condicionado destinado a escritório, consultório e residências. Que variam sua potência de 7000 Btu/h a 80000 Btu/h de acordo a cada tipo. Contendo várias variáveis que o leva a escolher determinado tipo. Muitas vezes por questão de custo benefício, espaço destinado, potência, barulho emitido ou até mesmo por ficar uma estética mais bonita. Abaixo segue os tipos de ar condicionado existentes no mercado.

### 2.5.1 Tipo Janela ou ACJ

Os primeiros ar-condicionado destinados a escritório, consultórios e residências era do tipo ACJ, chamado popularmente de tipo janela ou janelheiro. Devido a sua instalação que é colocado em um buraco na parede ou na própria janela. Contendo no mesmo equipamento, a condensadora, que esfria o ar, e a evaporadora, que o libera no ambiente. Conforme imagem abaixo:

Figura. 2 Tipo janela ou ACJ



Fonte: Carrier, (2014).

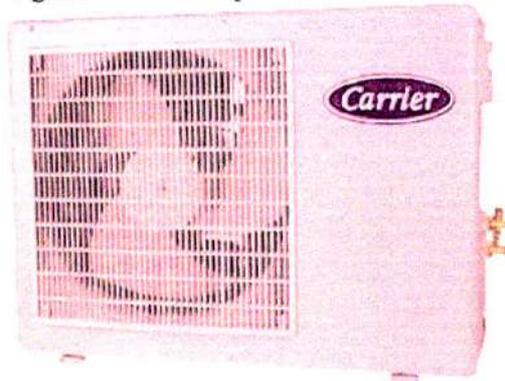
Apesar de mais compacto e de custo inicial mais baixo do que o do primo mais novo (o *Split*), o ACJ faz mais ruído, além de não ser tão eficiente para espaços maiores.

### 2.5.2 Tipo Split

Com a evolução do ar-condicionado de parede, surgiu modelo *split* (palavra que, em inglês, significa "separado"), tem esse nome porque é composto de dois equipamentos distintos.

Sendo uma a condensadora que é a parte que fica na área externa do local de instalação. Sendo de grande vantagem, devido que está parte do ar-condicionado que faz barulho. Evitando o barulho do ar-condicionado no ambiente a ser climatizado, sendo de grande valia. Condensadora conforme imagem abaixo:

Figura. 3 Unidade evaporadora.



Fonte: Carrier, (2014).

O outro equipamento do ar-condicionado tipo Split é a evaporadora. Unidade que fica na parte interna do ambiente conforme imagem abaixo.

Figura. 4 Unidade condensadora.



Fonte: Carrier, (2014).

Sendo a unidade que despeja o ar gelado. O aparelho tipo Split além de ser menos barulhento devido a sua forma de instalação. Também é mais eficiente consumindo cerca de 40% a menos energia elétrica do que a do tipo anterior. Sendo com essa economia os que contém a tecnologia inverter. Os aparelhos tipo Split existem vários modelos, devido as variáveis necessidades. Sendo os seguintes modelos.

#### 2.5.2.1 Split Hi Wall

O *hi wall* (ou *high wall*), é colocado próximo ao forro, a uma distância entre 15 e 30 centímetros. Aparelho conforme imagem abaixo:

Figura. 5 Split Hi Wall.



Fonte: Carrier, (2014).

#### 2.5.2.2 Split Piso Teto

O piso/teto, como o nome indica, pode ser instalado no chão, atrás do sofá, por exemplo, ou na parede, quase no teto, o que inclui o canto do cômodo. A diferença entre os dois modelos está no alcance: o piso/teto tem um metro a mais de serpentina, e consegue enviar o ar frio a um metro mais do que o *hi wall*. Por isso, aquele é indicado a ambientes compridos. O aparelho tipo teto é conforme imagem abaixo:

Figura 6. Split Piso Teto.



Fonte: Carrier. (2014)

### 2.5.2.3 Split tipo Cassete

Há, ainda, a opção do cassete, modelo instalado no teto, na região central do cômodo, e que tem quatro saídas de vento. Além disso, tem a vantagem de ter uma bomba de dreno, que impede pinga-pinga do aparelho que estiver com o filtro sujo. Apesar dos benefícios que oferece, o cassete só pode ser instalado onde houver 35 centímetros de rebaixo de gesso. Aparelho conforme imagem abaixo:

Figura. 7 Split Tipo Cassete.



Fonte: Carrier, (2014).

#### 2.5.2.4 Split tipo portátil

São modelos portáteis, que podem ser transferidos de um cômodo a outro e não requerem instalação, já que a troca de ar é feita por um tubo, conectado do aparelho à janela. Apesar da praticidade, o modelo é mais barulhento e ocupa espaço no ambiente, como se fosse um móvel. Aparelho conforme imagem abaixo:

Figura. 8 Split tipo portátil.

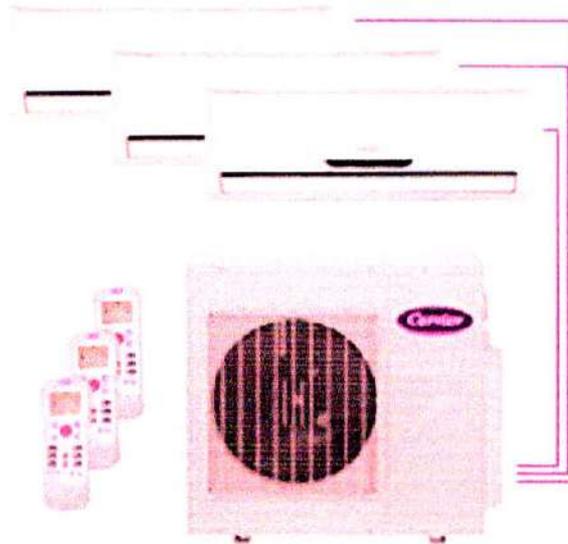


Fonte: Carrier, (2014).

#### 2.5.2.5 Split tipo Multi-split

Para ambientes grandes mas sem muita área externa para instalação, existem os multi-split, que conectam duas ou três evaporadoras à mesma condensadora. Mais caro que o split comum, ele mantém a economia de consumo quando comparado ao modelo ACJ, mas se três evaporadoras forem ligadas ao mesmo tempo, por exemplo, o consumo equivale ao de três condicionadores - a vantagem está, realmente, no espaço ocupado do lado de fora do prédio. Aparelho conforme imagem abaixo:

Figura. 9 Split Multi-Split



Fonte: Carrier, (2014).

## 2.6 Cálculo de carga térmica.

Para escolha adequada da potência de um ar-condicionado no ambiente a ser instalado, e o bom funcionamento deve-se realizar o cálculo da carga térmica.

Sendo que segundo Hélio Creder (1996 pag. 99) “Carga térmica e quantidade de calor sensível e latente, geralmente expressa em BTU/h ou kcal/h, que deve ser retirada ou colocada no recinto a fim de proporcionar as condições de conforto.”

Para resolver o cálculo de carga térmica é utilizado o formulário simplificado ou softwares baseado na normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas em que necessita dos seguintes dados para seu preenchimento:

- Dimensionamento especificado de cada ambiente adquirindo a largura, comprimento, altura do pé direito e metros quadrados total.
- Janelas presente no ambiente, especificando a quantidade, posição, material, se a presença de cortina e metragem de cada janela existente.
- Portas presente no ambiente, especificando a quantidade, posição, material e metragem de cada porta existente.
- Quantidade de pessoas localizadas no ambiente.
- Quantidade de máquinas presentes no local com detalhamento de cada uma para análise futura de emissão de calor gerada por ela.
- Posição ao nascer do sol com relação a obra.

### **2.6.1 Cálculo de carga térmica simplificado**

Este cálculo é realizado através do preenchimento do formulário. Em que vai determinar a quantidade de calor que deverá ser retirada de um ambiente, dando-lhe condições climáticas ideais para o conforto humano. Este formulário foi realizado conforme a norma NB-158 da ABNT.

O preenchimento correto do formulário simplificado indicará o número de condicionadores de ar a serem utilizados no recinto com sua ideal potência.

Segue abaixo formulário a ser preenchido com suas variáveis para realização do cálculo.

Figura. 10 Formulário do cálculo de carga térmica.

Calor recebido de:	Quantidade	Fatores			kcal/h Quantidade x Fator
		Sem proteção	Com proteção interna	Com proteção externa (área x fator)	
1- Janelas: insolação					
Norte	m2	240	115	70	
Nordeste	m2	240	95	70	
Leste	m2	270	130	85	
Sudeste	m2	200	85	70	
Sul	m2	0	0	0	
Sudoeste	m2	400	160	115	
Oeste	m2	500	220	150	
Noroeste	m2	350	150	95	
2- Janelas: transmissão					
Vidro comum	m2		50		
Lijolo de vidro	m2		25		
3- Paredes					
a) paredes externas					
orientação - sul	m2				
outra orientação	m2				
b) paredes internas					
4- Teto					
Em laje	m2				
Em laje c/2,5 cm de isolamento ou mais	m2				
Entre andares	m2				
Sob telhado isolado	m2				
Sob telhado sem isolamento	m2				
5- Piso (exceto os diretamente sobre o	m2				
6- Número de pessoas					
7- Iluminação de aparelhos elétricos					
8- Portais ou vãos	m2				
9- Subtotal					

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, (1980).

### **3 METODOLOGIA**

A metodologia utilizada e apresentada a seguir está estruturada para a realização de análise de um escritório de advocacia para realização de um projeto de ar condicionado. O trabalho será realizado em quatro etapas distintas conforme abaixo:

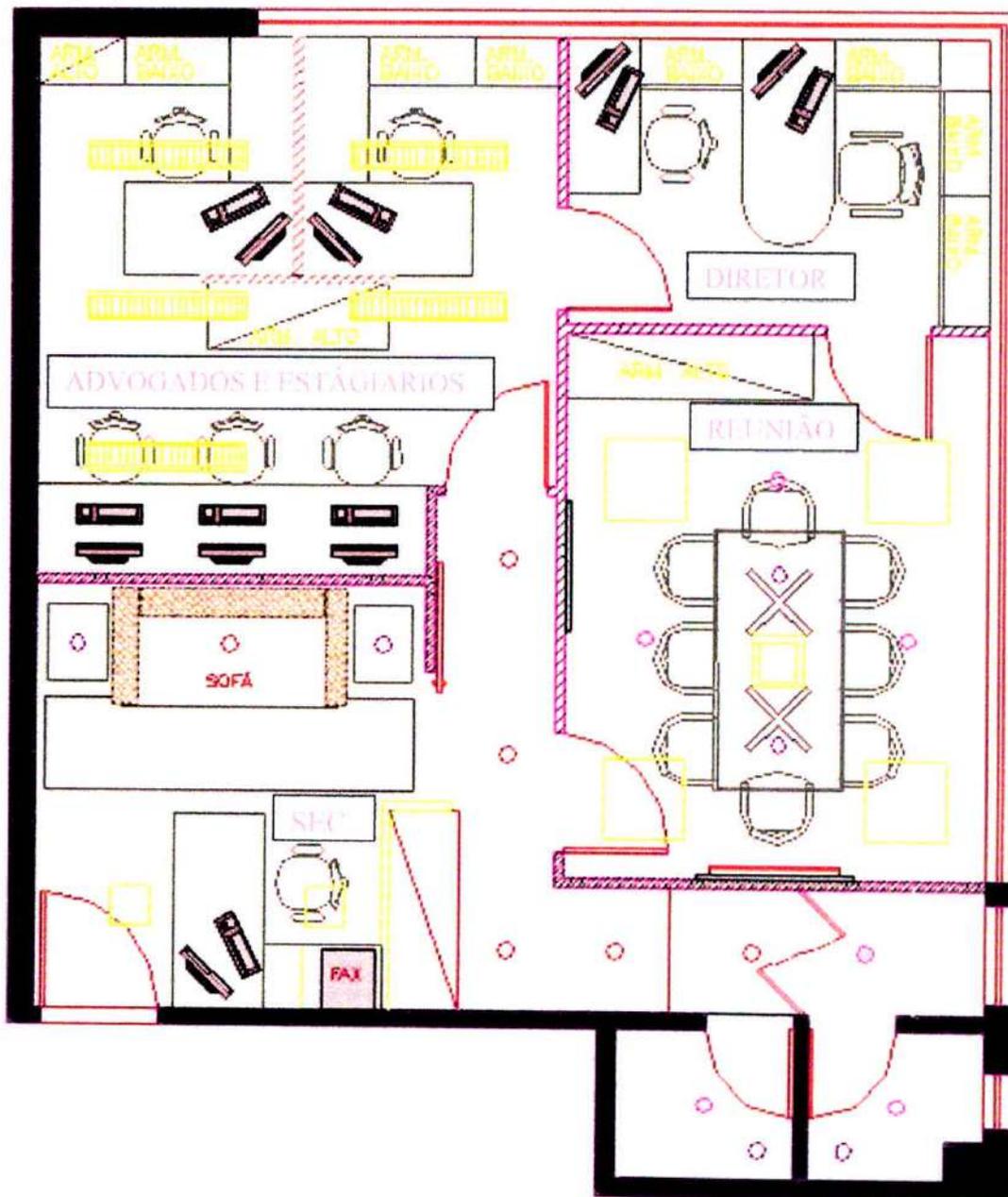
- a) Colher dados do ambiente a ser analisado.
- b) Analisar normas de órgãos governamentais sobre as exigências de um ar em um ambiente fechado.
- c) Realizar o cálculo de carga térmica para posteriormente determinar a potência do ar condicionado.
- d) Fornecer melhoria na escolha do ar condicionado, para ter uma boa eficiência do ar condicionado no ambiente a que ele for designado.

#### **3.1 Ambiente da instalação**

Local da instalação do sistema de refrigeração com a utilização do ar-condicionado, neste caso sendo um escritório de advocacia para fins de estudo e resultados, gerando um entendimento para diversas situações de instalações. Podendo controlar a temperatura do local, renovação do ar, filtragem de impurezas entre outros benefícios deve-se instalar a máquina adequada. Com isto deve-se realizar um projeto do local a ser instalado.

Projeto realizado conforme planta abaixo:

Figura 11. Planta escritório de advocacia.



Fonte: O autor.

### 3.2 Detalhes do local a ser instalado

Escritório com área total de  $125\text{m}^2$  e com pé direito de  $2,5\text{m}$ , formado por: Uma sala da secretária para recepção com dimensionamento de  $6,5\text{m}$  de comprimento e  $5,5\text{m}$  de largura com área de  $35,75\text{m}^2$ , uma sala para advogados e estagiários com dimensionamento de  $7,5\text{m}$  de comprimento e  $5,5\text{m}$  de largura com uma área de  $41,25\text{m}^2$ , uma sala para reunião de  $4\text{m}$  de

largura e 9m de comprimento com área de 36m<sup>2</sup> e uma sala do Diretor advogado e dono do escritório com dimensionamento de 4m de largura por 3m de comprimento com área de 12m<sup>2</sup>.

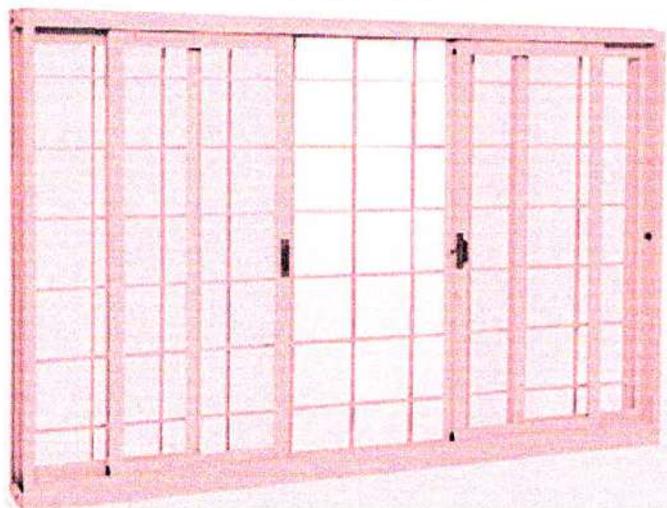
### 3.2.1 Calor latente gerado nos ambientes

Sala da secretária contendo um computador um fax e com até 8 pessoas presente no local. Sala de advogados e estagiários contendo 2 computadores e com até 7 pessoas presente no local, sala do Diretor contendo um computador e até 4 pessoas presente no local, sala de reunião contendo até 8 pessoas presente no local mais uma TV.

### 3.2.2 Descrição das janelas e portas

Janelas utilizada nos ambientes com dimensões de 100cm de altura e 120cm de largura com total de 1,2m<sup>2</sup> sendo de aço conforme figura abaixo:

Figura. 12 Janela de correr aço grade quadriculada.

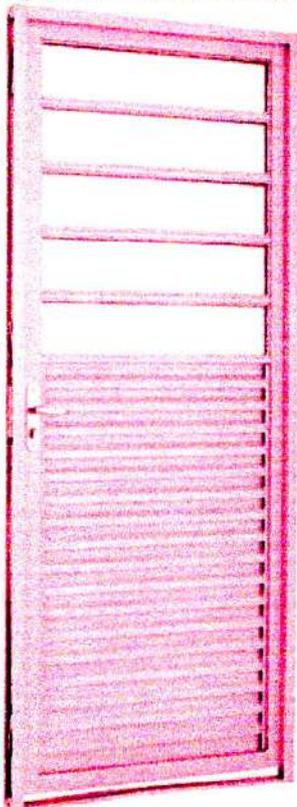


Fonte: Sasazaki. (2014).

Contendo uma na sala da secretária localizada em oeste, uma na sala do Diretor localizada no leste, duas na sala de reunião localizada no leste e duas na sala dos advogados e estagiários localizada no norte.

Porta utilizada na sala da secretária com dimensões de 217cm de altura e 87cm de largura de aço, conforme figura abaixo:

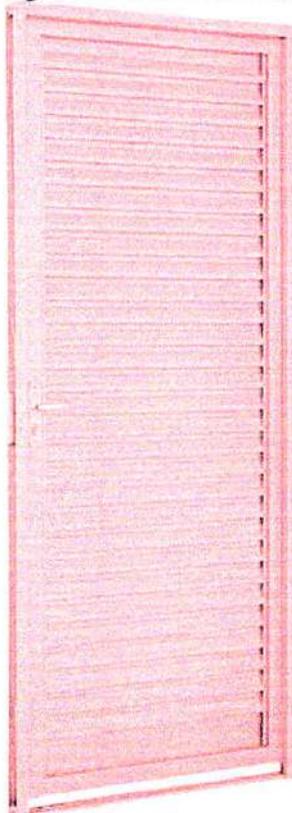
**Figura. 13 Porta de abrir com veneziana e divisão horizontal**



**Fonte: Sasazaki. (2014).**

**Porta utilizada na sala do Diretor, na sala dos advogados e estagiários e na sala de reunião com dimensões de 217cm de altura e 77cm de largura, conforme figura abaixo:**

Figura. 14 Porta de abrir veneziana



Fonte: Sasazaki. (2014).

### 3.2.3 Posição do sol

A energia do sol chega até nós em forma de calor e de luz. Sendo a principal fonte de energia da Terra. Em que interfere muito no cálculo de carga térmica de um ambiente. Tendo que observar a posição das janelas e paredes com relação ao sol, se está a norte, sul, leste ou oeste. Para esses tipos de interferências usa-se formulários e Quadros de acordo a norma NB-158 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, na qual prevê uma forma simplificada e com constates já definidas para os valores a serem considerados.

De acordo a planta baixa do escritório em questão mostra que a posição do sol fica da seguinte forma. A parede em que entra na sala da secretária é a posição sul, conseqüentemente sabendo a posição das outras paredes.

### 3.3 Qualidade do ar interior

É de grande importância um bom ambiente de trabalho, sendo que influencia diretamente no rendimento dos funcionários. Dentre todos os fatores necessários para que o

ambiente seja propício ao bem estar dos trabalhadores, a que mais se destaca e a climatização do ambiente.

Locais muito frios, ou muito quentes, causam desconforto e outros males as pessoas, o que acaba diminuindo o ritmo de trabalho da empresa. Sendo que proporcionar o conforto térmico para os funcionários é lei.

Conforto térmico representa a satisfação com o clima do ambiente. Não mais de 10% dos ocupantes de um determinado local devem se sentir desconfortáveis. Pois a variações do metabolismo de cada um, o tipo de atividade desempenhada o tamanho do ambiente, as vestimentas utilizadas, dentre outros fatores que vão influenciar a temperatura. Pela lei nº 6.514 as empresas são obrigadas a utilizar refrigeração artificial se houver desconforto térmico.

### **3.4 Cálculo de carga térmica**

Para o controle de temperatura, tem que descobrir a carga térmica adequada para o ambiente, em que engloba vários fatores.

Sendo que segundo Hélio Creder (1996 pag. 99) “Carga térmica e quantidade de calor sensível e latente, geralmente expressa em BTU/h ou kcal/h, que deve ser retirada ou colocada no recinto a fim de proporcionar as condições de conforto.”

Este cálculo é realizado através do preenchimento do formulário. Em que vai determinar a quantidade de calor que deverá ser retirada de um ambiente, dando-lhe condições climáticas ideais para o conforto humano.

O preenchimento correto do formulário simplificado indicará o número de condicionadores de ar a serem utilizados no recinto e sua potência adequada.

Para preenchimento do formulário, deve-se pegar os dados necessários do ambiente. Conforme exemplo dos cálculos que serão feitos abaixo, dos quatro ambiente do escritório de advocacia.

#### **3.4.1. Sala da secretária**

Cálculo de carga térmica da sala da secretária através do formulário, para fins de dimensionamento do ar-condicionado.

Primeiramente deve-se analisar as janelas presente no ambiente. Conforme detalhamento do ambiente descrito anteriormente na sala da secretária contém uma janela com

1,2 m<sup>2</sup> localizada no oeste do ambiente. Janela está sem proteção gerando assim resultado conforme imagem abaixo.

Quadro. 1 Analise de calor gerado pela janela.

Calor recebido de:	Quantidade	Fatores			
		s/proteção	c/ proteção interna.	c/ proteção externa.	Área x Fator
1 Janelas					
Norte		240	115	70	
Nordeste		240	95	70	
Leste		270	130	85	
Sudeste		200	85	70	
Sul		0	0	0	
Sudoeste		400	160	115	
Oeste	<b>1,2m<sup>2</sup></b>	500	220	150	<b>600 kcal/h</b>
Noroeste		350	150	95	
<b>Total de calor gerado</b>					<b>600 kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Segundo passo analisar o material da janela para verificar a quantidade de calor que passa por ela. Segue imagem com cálculo abaixo:

Quadro.2 Analise do calor gerado pelo material da janela.

Calor recebido	Quantidade	Fatores	Fator x quantidade
2 Janelas material			
Vidro comum	<b>1,2 m<sup>2</sup></b>	50	<b>60 kcal/h</b>
Tijolo de vidro		25	
<b>Total de calor gerado</b>			<b>60 Kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Terceiro passo determinar a área das parede e anotar a soma dos resultados obtidos na coluna. Considerando os seguintes fatores:

- a) Posição do sol.
- b) As portas até 1,5 m de largura deve ser considerada como parte da parede.
- c) As paredes sombreadas constantemente a pôr construções adjacentes devem ser consideradas como exposição sul.
- d) As paredes que estarem entre os ambientes condicionados não devem ser consideradas.
- Segue abaixo imagem com resultado da sala da secretária com relação a carga gerada pelas parede do ambiente.

Quadro.3 Analise do calor gerado pelas paredes.

Calor recebido de:	Quantidade	Fatores		Fator x quantidade
		Construção leve	Construção Pesada	
3 Paredes				
A- Paredes Externas				
- Orientações sul	<b>13,75m<sup>2</sup></b>	13	10	<b>178,75 Kcal/h</b>
- Outras orientações	<b>16,25m<sup>2</sup></b>	20	12	<b>325 Kcal/h</b>
B- Internas (não considerar paredes em ambientes condicionados)		8		
<b>Total de calor gerado</b>				<b>503,75 Kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Quarto passo verificar a quantidade de calor gerado através da variável teto. Verificando se o mesmo está entre andares, ou se está com a radiação direta do sol. Segue abaixo imagem do resultado gerado:

Quadro.4 Análise do calor gerado pelo teto.

<b>Calor recebido de:</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Fatores</b>	<b>Fator x quantidade</b>
4 Teto			
Em laje		75	
Em laje com 2,5 de insolação ou mais	<b>35,75m<sup>2</sup></b>	60	<b>2145 kcal/h</b>
Entre andares		13	
Sob telhado isolado		18	
Sob telhado s/ insolação		40	
<b>Total de calor gerado</b>			<b>2145 kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Quinto passo verificar a quantidade de calor gerado através da variável piso. Sendo que se o piso for instalado diretamente sobre o solo não deve ser considerado. E de acordo a planta do escritório de advocacia, o piso do escritório está sobre o solo. Então podendo desconsiderar está variável do cálculo de carga térmica.

Sexto passo é a realização do cálculo de carga térmica, da sala da secretária. Que deve-se verificar a quantidade de pessoas presente no ambiente a ser condicionado. Devido a emissão de calor que cada pessoa gera. Segue abaixo imagem com o cálculo da variável pessoa:

Quadro.5 Análise do calor gerado pelas pessoas.

	<b>Quantidade</b>	<b>Fator</b>	<b>Fator x quantidade</b>
6 Pessoas			
Número de pessoas	8	150	1200 Kcal/h
<b>Calor total gerado</b>			<b>1200 Kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Sétimo passo deve-se definir a potência existente no ambiente de iluminação e os aparelhos elétricos, em potência consumida em watts. Cálculo de calor gerado conforme imagem abaixo:

Quadro.6 Análise de calor gerado pela iluminação e aparelhos elétricos.

	<b>Quantidade</b>	<b>Fatores</b>	<b>Fator x quantidade</b>
Iluminação de aparelhos elétricos	520W	1	520 Kcal/h
<b>Total de calor gerado</b>			<b>520 Kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Após achado todos os resultados das variáveis, deve-se somar todos, para achar o calor total gerado do ambiente a ser analisado. Conforme imagem abaixo.

Quadro.7 Resultado total do calor gerado na sala da secretária.

<b>Janelas</b>	<b>Janelas material</b>	<b>Paredes</b>	<b>Teto</b>	<b>Pessoas</b>	<b>Iluminação</b>	<b>Total de calor.</b>
600+	60+	503,75+	2145+	1200+	520=	<b>5028,75Kcal/h</b>

Fonte: O autor.

O resultado do calor total originado, deve ser multiplicado pelo fator de acordo a região do país. De acordo o mapa disponibilizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas conforme imagem abaixo:

Figura. 15 Fator carga térmica por região.



Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, (1980).

Segue abaixo o resultado do cálculo do calor gerado do ambiente, de acordo a região instalada:

Quadro.8 Resultado atualizado de acordo com a região.

Calor gerado pelas variáveis	Fator da região a ser instalada	Resultado final
5028,75*	0,85=	4274,44 kcal/h

Fonte: O autor.

Resultado final encontrado foi 4.274,44 Kcal/h ou 16.961 Btu/h.

### 3.4.2 Sala dos advogados e estagiários

Primeiramente deve-se analisar as janelas presente no ambiente. Conforme detalhamento do ambiente descrito anteriormente na sala do advogados e estagiários contém uma janela com 1,2 m<sup>2</sup> localizada no norte do ambiente. Janela está sem proteção gerando assim resultado conforme imagem abaixo.

Quadro.9 Analise de calor gerado pela janela.

Calor recebido de:	Quantidade	Fatores			
		s/proteção	c/ proteção interna.	c/ proteção externa.	Área x Fator
2 Janelas					
Norte	1,2m <sup>2</sup>	240	115	70	288 kcal/h
Nordeste		240	95	70	
Leste		270	130	85	
Sudeste		200	85	70	
Sul		0	0	0	
Sudoeste		400	160	115	
Oeste		500	220	150	
Noroeste		350	150	95	
<b>Total de calor gerado</b>					<b>288 kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Segundo passo analisar o material da janela para verificar a quantidade de calor que passa por ela. Segue imagem com cálculo abaixo:

Quadro.10 Analise do calor gerado pelo material da janela.

Calor recebido	Quantidade	Fatores	Fator x quantidade
3 Janelas material			
Vidro comum	1,2 m <sup>2</sup>	50	60
Tijolo de vidro		25	
<b>Total de calor gerado</b>			<b>60 Kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Terceiro passo determinar a área das parede e anotar a soma dos resultados obtidos na coluna.

Segue abaixo imagem com resultado da sala dos advogados e estagiários com relação a carga gerada pelas parede do ambiente.

Quadro.11 Análise do calor gerado pelas paredes.

Calor recebido de:	Quantidade	Fatores		Fator x quantidade
		Construção leve	Construção Pesada	
3 Paredes				
A- Paredes Externas	<b>32,5m<sup>2</sup></b>			<b>650 Kcal/h</b>
- Orientações sul		13	10	
- Outras orientações		20	12	
B- Internas (não considerar paredes em ambientes condicionados)		8		
<b>Total de calor gerado</b>				<b>650 Kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Quarto passo verificar a quantidade de calor gerado através da variável teto. Verificando se o mesmo está entre andares, ou se está com a radiação direta do sol. Segue abaixo imagem do resultado gerado:

Quadro.12 Análise do calor gerado pelo teto.

Calor recebido de:	Quantidade	Fatores	Fator x quantidade
4 Teto			
Em laje		75	
Em laje com 2,5 de insolação ou mais	<b>41,25m<sup>2</sup></b>	60	<b>2475 kcal/h</b>
Entre andares		13	
Sob telhado isolado		18	
Sob telhado s/ insolação		40	
<b>Total de calor gerado</b>			<b>2475 kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Quinto passo verificar a quantidade de calor gerado através da variável piso. Sendo que se o piso for instalado diretamente sobre o solo não deve ser considerado. E de acordo a planta do escritório de advocacia, o piso do escritório está sobre o solo. Então podendo desconsiderar esta variável do cálculo de carga térmica.

Sexto passo é a realização do cálculo de carga térmica, da sala dos advogados e estagiários. Que deve-se verificar a quantidade de pessoas presente no ambiente a ser condicionado. Devido a emissão de calor que cada pessoa gera. Segue abaixo imagem com o cálculo da variável pessoa:

Quadro.13 Análise do calor gerado pelas pessoas.

	<b>Quantidade</b>	<b>Fator</b>	<b>Fator x quantidade</b>
6 Pessoas			
Número de pessoas	7	150	1050 Kcal/h
<b>Calor total gerado</b>			<b>1050 Kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Sétimo passo deve-se definir a potência existente no ambiente de iluminação e os aparelhos elétricos, em potência consumida em watts. Cálculo de calor gerado conforme imagem abaixo:

Quadro.14 Análise de calor gerado pela iluminação e aparelhos elétricos.

	<b>Quantidade</b>	<b>Fatores</b>	<b>Fator x quantidade</b>
Iluminação de aparelhos eletrônicos	715W	1	715 Kcal/h
<b>Total de calor gerado</b>			<b>715 Kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Após achado todos os resultados das variáveis, deve-se somar todos, para achar o calor total gerado do ambiente a ser analisado. Conforme imagem abaixo.

Quadro.15 Resultado total do calor gerado na sala dos advogados.

<b>Janelas</b>	<b>Janelas material</b>	<b>Paredes</b>	<b>Teto</b>	<b>Pessoas</b>	<b>Iluminação</b>	<b>Total de calor.</b>
288+	60+	650+	2475+	1050+	715=	<b>5.238Kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Segue abaixo o resultado do cálculo de carga térmica do ambiente, de acordo a região instalada:

Quadro.16 resultado atualizado de acordo com a região.

Calor gerado pelas variáveis	Fator da região a ser instalada	Resultado final
5238*	0,85=	4452,3 kcal/h

Fonte: O autor.

Resultado final encontrado foi 4.452,3 Kcal/h ou 17.747 Btu/h.

### 3.4.3 Sala do Diretor

Primeiramente deve-se analisar as janelas presente no ambiente. Conforme detalhamento do ambiente descrito anteriormente na sala do Diretor contém uma janela com 1,2 m<sup>2</sup> localizada no leste do ambiente. Janela está sem proteção gerando assim resultado conforme imagem abaixo.

Quadro.17 Analise de calor gerado pela janela.

Calor recebido de:	Quantidade	Fatores			
		s/proteção	c/ proteção interna.	c/ proteção externa.	Área x Fator
3 Janelas					
Norte		240	115	70	
Nordeste		240	95	70	
Leste	<b>1,2m<sup>2</sup></b>	270	130	85	<b>324 Kcal/h</b>
Sudeste		200	85	70	
Sul		0	0	0	
Sudoeste		400	160	115	
Oeste		500	220	150	
Noroeste		350	150	95	
<b>Total de calor gerado</b>					<b>324 kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Segundo passo analisar o material da janela para verificar a quantidade de calor que passa por ela. Segue imagem com cálculo abaixo:

Quadro.18 Análise do calor gerado pelo material da janela.

Calor recebido	Quantidade	Fatores	Fator x quantidade
4 Janelas material			
Vidro comum	1,2 m <sup>2</sup>	50	60
Tijolo de vidro		25	
<b>Total de calor gerado</b>			<b>60 Kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Terceiro passo determinar a área das paredes e anotar a soma dos resultados obtidos na coluna.

Segue abaixo imagem com resultado da sala do Diretor com relação a carga gerada pelas paredes do ambiente.

Quadro.19 Análise do calor gerado pelas paredes.

Calor recebido de:	Quantidade	Fatores		Fator x quantidade
		Construção leve	Construção Pesada	
3 Paredes				
A- Paredes Externas	17,5m <sup>2</sup>			350 Kcal/h
- Orientações sul		13	10	
- Outras orientações		20	12	
B- Internas (não considerar paredes em ambientes condicionados)		8		
<b>Total de calor gerado</b>				<b>350 Kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Quarto passo verificar a quantidade de calor gerado através da variável teto. Verificando se o mesmo está entre andares, ou se está com a radiação direta do sol. Segue abaixo imagem do resultado gerado:

Quadro.20 Análise do calor gerado pelo teto.

<b>Calor recebido de:</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Fatores</b>	<b>Fator x quantidade</b>
4 Teto			
Em laje		75	
Em laje com 2,5 de insolação ou mais	<b>12m<sup>2</sup></b>	60	<b>720 kcal/h</b>
Entre andares		13	
Sob telhado isolado		18	
Sob telhado s/ insolação		40	
<b>Total de calor gerado</b>			<b>720 kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Quinto passo verificar a quantidade de calor gerado através da variável piso. Sendo que se o piso for instalado diretamente sobre o solo não deve ser o considerado. E de acordo a planta do escritório de advocacia, o piso do escritório está sobre o solo. Então podendo desconsiderar está variável do cálculo de carga térmica.

Sexto passo é a realização do cálculo de carga térmica, da sala do Diretor . Que deve-se verificar a quantidade de pessoas presente no ambiente a ser condicionado. Devido a emissão de calor que cada pessoa gera. Segue abaixo imagem com o cálculo da variável pessoa:

Quadro.21 Análise do calor gerado pelas pessoas.

	<b>Quantidade</b>	<b>Fator</b>	<b>Fator x quantidade</b>
6 Pessoas			
Número de pessoas	4	150	600 Kcal/h
<b>Calor total gerado</b>			<b>600 Kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Sétimo passo deve-se definir a potência existente no ambiente de iluminação e os aparelhos elétricos, em potência consumida em watts. Cálculo de calor gerado conforme imagem abaixo:

Quadro.22 Análise de calor gerado pela iluminação e aparelhos elétricos.

	<b>Quantidade</b>	<b>Fatores</b>	<b>Fator x quantidade</b>
Iluminação de aparelhos elétricos	290W	1	290 Kcal/h
<b>Total de calor gerado</b>			<b>290 Kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Após achado todos os resultados das variáveis, deve-se somar todos, para achar o calor total gerado do ambiente a ser analisado. Conforme imagem abaixo.

Quadro.23 Resultado total do calor gerado na sala do Diretor.

<b>Janelas</b>	<b>Janelas material</b>	<b>Paredes</b>	<b>Teto</b>	<b>Pessoas</b>	<b>Iluminação</b>	<b>Total de calor.</b>
324+	60+	350+	720+	600+	290=	<b>2344Kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Segue abaixo o resultado do cálculo de carga térmica do ambiente, de acordo a região instalada:

Quadro.24 resultado atualizado de acordo com a região.

<b>Calor gerado pelas variáveis</b>	<b>Fator da região a ser instalada</b>	<b>Resultado final</b>
5238*	0,85=	1922 kcal/h

Fonte: O autor.

Resultado final encontrado foi 1922 Kcal/h ou 7661 Btu/h.

#### 3.4.4 Sala da Reunião

Primeiramente deve-se analisar as janelas presente no ambiente. Conforme detalhamento do ambiente descrito anteriormente na sala da reunião contém duas janela com 1,2 m<sup>2</sup> localizada no leste do ambiente. Janela está sem proteção gerando assim resultado conforme imagem abaixo.

Quadro.25 Análise de calor gerado pela janela.

Calor recebido de:	Quantidade	Fatores			
		s/proteção	c/ proteção interna.	c/ proteção externa.	Área x Fator
4 Janelas					
Norte		240	115	70	
Nordeste		240	95	70	
Leste	2,4m <sup>2</sup>	270	130	85	648 kcal/h
Sudeste		200	85	70	
Sul		0	0	0	
Sudoeste		400	160	115	
Oeste		500	220	150	
Noroeste		350	150	95	
<b>Total de calor gerado</b>					<b>648 kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Segundo passo analisar o material da janela para verificar a quantidade de calor que passa por ela. Segue imagem com cálculo abaixo:

Quadro.26 Análise do calor gerado pelo material da janela.

Calor recebido	Quantidade	Fatores	Fator x quantidade
5 Janelas material			
Vidro comum	2,4 m <sup>2</sup>	50	120
Tijolo de vidro		25	
<b>Total de calor gerado</b>			<b>120 Kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Terceiro passo determinar a área das parede e anotar a soma dos resultados obtidos na coluna.

Segue abaixo imagem com resultado da sala de Reunião com relação a carga gerada pelas parede do ambiente.

Quadro.27 Análise do calor gerado pelas paredes.

Calor recebido de:	Quantidade	Fatores		Fator x quantidade
		Construção leve	Construção Pesada	
3 Paredes				
A- Paredes Externas	<b>32,5m<sup>2</sup></b>			<b>650 Kcal/h</b>
- Orientações sul		13	10	
- Outras orientações		20	12	
B- Internas (não considerar paredes em ambientes condicionados)	<b>10m<sup>2</sup></b>	<b>8</b>		<b>80 kcal/h</b>
<b>Total de calor gerado</b>				<b>730 Kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Quarto passo verificar a quantidade de calor gerado através da variável teto. Verificando se o mesmo está entre andares, ou se está com a radiação direta do sol. Segue abaixo imagem do resultado gerado:

Quadro.28 Análise do calor gerado pelo teto.

Calor recebido de:	Quantidade	Fatores	Fator x quantidade
4 Teto			
Em laje		75	
Em laje com 2,5 de insolação ou mais	<b>36m<sup>2</sup></b>	60	<b>2160 kcal/h</b>
Entre andares		13	
Sob telhado isolado		18	
Sob telhado s/ insolação		40	
<b>Total de calor gerado</b>			<b>2160 kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Quinto passo verificar a quantidade de calor gerado através da variável piso. Sendo que se o piso for instalado diretamente sobre o solo não deve ser o considerado. E de acordo a planta

do escritório de advocacia, o piso do escritório está sobre o solo. Então podendo desconsiderar está variável do cálculo de carga térmica.

Sexto passo é a realização do cálculo de carga térmica, da sala de Reunião. Que deve-se verificar a quantidade de pessoas presente no ambiente a ser condicionado. Devido a emissão de calor que cada pessoa gera. Segue abaixo imagem com o cálculo da variável pessoa:

Quadro.29 Análise do calor gerado pelas pessoas.

	<b>Quantidade</b>	<b>Fator</b>	<b>Fator x quantidade</b>
6 Pessoas			
Número de pessoas	8	150	1200 Kcal/h
<b>Calor total gerado</b>			<b>1200 Kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Sétimo passo deve-se definir a potência existente no ambiente de iluminação e os aparelhos elétricos, em potência consumida em watts. Cálculo de calor gerado conforme imagem abaixo:

Quadro.30 Análise de calor gerado pela iluminação e aparelhos elétricos.

	<b>Quantidade</b>	<b>Fatores</b>	<b>Fator x quantidade</b>
Iluminação de aparelhos eletrônicos	230W	1	230 Kcal/h
<b>Total de calor gerado</b>			<b>230 Kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Após achado todos os resultados das variáveis, deve-se somar todos, para achar o calor total gerado do ambiente a ser analisado. Conforme imagem abaixo:

Quadro.31 Resultado total do calor gerado na sala de reunião.

<b>Janelas</b>	<b>Janelas material</b>	<b>Paredes</b>	<b>Teto</b>	<b>Pessoas</b>	<b>Iluminação</b>	<b>Total de calor.</b>
648+	120+	730+	2160+	1200+	230	<b>5088Kcal/h</b>

Fonte: O autor.

Segue abaixo o resultado do cálculo de carga térmica do ambiente, de acordo a região instalada:

Quadro.32 resultado atualizado de acordo com a região.

Calor gerado pelas variáveis	Fator da região a ser instalada	Resultado final
5088	0,85=	4324,8 kcal/h

Fonte: O autor.

Resultado final encontrado foi 4324,8 Kcal/h ou 17.239 Btu/h.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para dimensionamento da potência ideal do ar-condicionado de cada ambiente. Deve-se verificar os resultados encontrados do cálculo de carga térmica realizado anteriormente acima. Que são os seguintes resultados:

- a) Sala da secretária - 4.274,44 Kcal/h ou 16.961 Btu/h.
- b) Sala dos advogados e estagiários – 4.452,3 Kcal/h ou 17.747 Btu/h.
- c) Sala do Diretor – 1922 Kcal/h ou 7661 Btu/h.
- d) Sala de Reunião – 4324,8 Kcal/h ou 17.239 Btu/h.

Realizando a verificação dos resultados acima, pode-se tirar a conclusão que a potência do ar condicionado de cada ambiente, vai ser o valor mais próximo elevado de acordo existente no mercado.

Encontrada a potência ideal do ar condicionado, gera uma economia de energia, pois se subdimensionar o ar condicionado vai ter um gasto maior em consumo de energia. Além de gastar mais na hora da compra do ar condicionado, sendo que quanto mais elevada a sua potência maior é seu valor no mercado.

Outro benefício em relação à economia de energia é com a utilização da tecnológica inverter. Valor no mercado mais alto em relação aos que não tem a tecnologia inverter embutida. Mais que a longo prazo gera um retorno satisfatório. Devido à grande economia, podendo gastar até 40% a menos.

Com relação ao tipo de ar condicionado, deve-se analisar o local a ser instalado, com um olhar crítico verificando espaçamento, estética e funcionalidade com a distribuição do ar para todo o ambiente sem interferências.

Portanto para os quatro ambientes analisados, pode-se concluir que serão utilizados então os seguintes aparelhos de ar condicionado:

- a) Sala da secretária sendo um aparelho de 18000Btu/h do tipo Split Piso Teto e com a tecnologia inverter devido ser mais econômico.

- b) Sala dos advogados e estagiários sendo um aparelho de 18000Btu/h do tipo Split Hi- Wall e com a tecnologia inverter.
- c) Sala do Diretor sendo um aparelho de 9000Btu/h do tipo Split Hi- Wall e com a tecnologia inverter e sendo quente e frio sendo um aparelho mais avançado devido as duas funções.
- d) Sala de reunião sendo um aparelho de 18000Btu/h do tipo Split Cassete, devido ficar no centro da sala, fazendo com que o ar gelado seja melhor distribuído. Sendo de grande valia para locais com uma maior dimensão. E com a tecnologia inverter.

Cálculos e conteúdo descrito acima sendo de grande valia, para princípios de escolha de um equipamento de ar condicionado. Realizado um estudo de caso, gerando noções para quaisquer seja o ambiente. Sendo que foi satisfatório os resultados obtidos.

Tudo isso para garantir que o ambiente realmente vai ser refrigerado de acordo ao esperado, e com uma boa funcionalidade do ar condicionado. Com o melhor custo/benefício possível.

## 6 CONCLUSÃO

O aparelho de ar-condicionado está sendo cada vez mais utilizado devido as grandes variações de temperatura. Sendo lei que o ambiente de trabalho quando tem a refrigeração natural inadequada deve receber uma refrigeração artificial, para a melhoria da qualidade do ar. Para que isto ocorra utiliza-se o ar-condicionado.

Para instalação do ar-condicionado adequado é de grande valia realizar o cálculo de carga térmica. Por meio do resultado encontrado pode-se dimensionar o aparelho de ar-condicionado.

No entanto, verificou-se que para aplicação dos métodos deve se conhecer os detalhes de cada ar-condicionado e do local seguindo as normas para que se escolha qual ou quais deverão ser utilizados. Além disso, para que se obtenham resultados satisfatórios, é necessário que o profissional de engenharia conheça as características técnicas e operacionais do equipamento levando em conta fatores como custo, disponibilidade e confiabilidade do equipamento.

## REFERÊNCIAS

ADIAS. **Funcionamento do ar.** c1969 São Paulo Disponível em: <[http://www.adias.com.br/funcionamento\\_do\\_ar](http://www.adias.com.br/funcionamento_do_ar)>. Acesso em: 23 out. 2014.

AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITARIA. **Re nº 9:** Determina a publicação de orientação técnica elaborada por grupo técnico assessor, sobre padrões referenciais de qualidade do ar interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso publico e coletivo.[s.l], 2003. Janeiro. Disponível em: <[http://www.unesp.br/Home/costsa\\_ses/pmoc\\_portaria3523\\_ms--resolucao9\\_anvisa.pdf](http://www.unesp.br/Home/costsa_ses/pmoc_portaria3523_ms--resolucao9_anvisa.pdf)> Acesso em: 27 fev. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6401:** Instalações centrais de ar-condicionado para conforto – Parâmetros básicos de projetos. Rio de Janeiro: ABNT, 1980. Dezembro. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAACHkAE/nbr-6401-nb-10-instalacoes-centrais-ar-condicionado-conforto-parametros-basicos-projeto>>. Acesso em: 28 fev. 2014.

**CARRIER: Historia da constituição da.** [Portugal] c2014. Disponível em: <<http://www.carrier.pt/historia-carrier>>. Acesso em: 26 fev. 2014.

**CARRIER: Produtos.** [Portugal] c2014. Disponível em: <<http://www.carrierdobrasil.com.br/>>. Acesso em: 20 jun. 2014.

CREDER, Helio. **Instalações de ar condicionado.** 5. ed.. Rio de Janeiro: S.A, 1996.

DIVISION PUBLICATIONS, Training, **Refrigeração e condicionamento de ar.** Washinngton D.C: Hemus, 2004.

FROTA Anésia Barros, SCHIFFER Sueli Ramos, **Manual de conforto térmico.** 7. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2006.

**SASAZAKI: Produtos,** c2014. Disponível em: <<http://www.sasazaki.com.br/>>. Acesso em: 23 jun. 2014.