



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA - AM.
DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AMAZONAS

ALDINEI NOBRE TELES

CONFORTO TÉRMICO E A CLIMATIZAÇÃO EM AMBIENTES

MANAUS - AM

2017



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA - AM.
DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AMAZONAS

ALDINEI NOBRE TELES

CONFORTO TÉRMICO E A CLIMATIZAÇÃO EM AMBIENTES

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Campus Manaus Centro para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob a orientação do Alberto de Castro Monteiro MSc.

MANAUS - AM

2017



ALDINEI NOBRE TELES

CONFORTO TÉRMICO E A CLIMATIZAÇÃO EM AMBIENTES

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Campus Manaus Centro para a obtenção do título de Engenheiro Mecânico, sob a orientação do Alberto de Castro Monteiro MSc.

Aprovado em ____ / ____ /201__

BANCA EXAMINADORA

Prof. MSc. Alberto de Castro Monteiro
Instituto Federal do Amazonas - IFAM
Presidente Banca Examinadora

Prof. MSc. Marcelo Martins da Gama
Instituto Federal do Amazonas - IFAM
Membro Examinador

Prof^a. MSc. Andrea Regina Leite do
Nascimento
Instituto Federal do Amazonas – IFAM
Membro Examinador



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA - AM.
DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AMAZONAS

DEDICATÓRIA

Dedico a Deus o meu agradecimento maior, porque têm sido tudo em minha vida. Dedico também à minha querida avó Munira de Matos Teles esse momento, que se faz necessário agradecer a educação recebida, o exemplo de luta, o amor dedicado que me faz fortalecido até hoje.



AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus que permitiu que este momento fosse vivido por mim, trazendo alegria aos meus pais e a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

A esta universidade e todo seu corpo docente, além da direção e a administração, que realizam seu trabalho com tanto amor e dedicação, trabalhando incansavelmente para que nós, alunos, possamos contar com um ensino de extrema qualidade.

Agradeço ao meu orientador, Alberto de Castro Monteiro, e minha Professora, Andrea Regina Leite do Nascimento pela paciência, dedicação e ensinamentos que possibilitaram que eu realizasse este trabalho, aos meus pais, Aldinei de Matos Teles e Terezinha Nobre Cardoso, por não medirem esforços para que eu pudesse levar meus estudos adiante.

Um muito obrigado a minha esposa, Danielle Monteiro Teles, que contribuiu de forma especial e carinhosa, apoiando-me, dando-me força e coragem, nas dificuldades, ao meu filho, Juan da Silva Teles, razão da minha vida e motivação para seguir nos estudos.

Agradeço a minha enteada Izabelle Louise Monteiro Brelaz, embora não tenha conhecimento disto, mas iluminou de maneira especial os meus pensamentos me levando a buscar mais conhecimentos.

As minhas tias, Aldenice de Matos Teles e Aldenira de Matos Teles, que todos os dias me conferiam carinho e agrado, minha irmã Viky Cristiane Nobre Teles, que muitas vezes que estive ausente por conta dos meus estudos, cuidou de forma carinhosa do meu filho, ao meu Irmão Almir Nobre Teles, que sempre me incentivou com as palavras “meu irmão continue nesse caminho que você será um Engenheiro Mecânico”, “você será o exemplo a ser seguido pela nossa família”.

Ao meu avô Sebastião Ferreira Teles, que me inspirou, através do nosso eterno laço de afeto. "Vô, a saudade é grande, mas o amor é para sempre".

A todos que, com boa intenção, colaboraram para a que isso ocorresse.



RESUMO

A raça humana bem como muitas espécies, buscam o conforto térmico, o nosso organismo mesmo tem essa necessidade, desde princípio o homem se abrigava em cavernas para se proteger com a evolução da humanidade vários aparelhos foram sendo desenvolvidos para permitir que gerássemos ambientes mais agradáveis, hoje é comum a existência de diversos ambientes climatizados, nossa taxa metabólica tem a necessidade de uma temperatura agradável e amena. Vários pesquisadores estudaram a capacidade humana e a temperatura, é inquestionável o bem estar que um ambiente agradável, gera em nós.

Palavras-chave: Conforto Térmico, Climatização, ar condicionado.



ABSTRACT

The human race as well as many species, seek thermal comfort, our body even has this need, from the beginning man was sheltering in caves to protect themselves, with the evolution of humanity several devices were being developed to allow us to generate more pleasant environments , Today it is common the existence of several air-conditioned environments, our metabolic rate has the need of a pleasant and pleasant temperature. Several researchers have studied human capacity and temperature, it is unquestionable the well being that a pleasant environment generates in us.

Keywords: Thermal comfort, air conditioning, air conditioning.



LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 01: Diagrama Atividade Sedentária sem vestimenta..... | 21 |
| Figura 02: Atividade média sem vestimenta..... | 22 |
| Figura 03: Atividade pesada sem vestimenta..... | 22 |
| Figura 04: Atividade Sedentária Vestimenta Leve..... | 22 |
| Figura 05: Atividade Média Vestimenta Leve..... | 23 |
| Figura 06: Atividade Pesada Vestimenta Leve..... | 23 |
| Figura 07: Carta Bioclimática..... | 25 |
| Figura 08: Clima em Manaus 07 a 25/05/2017..... | 26 |
| Figura 09 Motor Elétrico..... | 27 |
| Figura 10 Torre de Resfriamento..... | 28 |



LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela01 - Cálculo de carga térmica de ar condicionado..... | 29 |
|---|----|



LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

| | |
|------------|---|
| IFAM | Instituto Federal do Amazonas |
| As | Área superficial do corpo (m^2) |
| AC | Altura do corpo (m) |
| Ccon | Calor trocado por convecção, por unidade de área superficial do corpo (W/m^2) |
| Cev | Calor perdido por evaporação, por unidade de área superficial do corpo (W/m^2) |
| Cmet | Parcela de energia metabólica transformada em calor (W/m^2) |
| Crad | Calor trocado por radiação, por unidade de área superficial do corpo (W/m^2) |
| HC | Coefficiente de troca de calor por convecção ($W/m^2 \cdot ^\circ C$) |
| ICL | Isolamento térmico básico da vestimenta (clo) |
| ICLU | Isolamento térmico efetivo dos itens do vestuário (clo) |
| M | Energia do metabolismo humano (Met) |
| Mc | Massa do corpo (kg) |
| PEI | Porcentagem Estimada de Insatisfeitos (%) |
| Q | Calor total trocado pelo corpo humano, por unidade de área superficial do corpo (W/m^2) |
| Ta | Temperatura do ambiente = Temperatura de bulbo seco ($^\circ C$) |
| Tg | Temperatura de globo ($^\circ C$) |
| Tp | Temperatura média da pele ($^\circ C$) trp- Temperatura radiante plana ($^\circ C$) |
| Trm | Temperatura radiante média ($^\circ C$) UR- Umidade Relativa do Ar (%) |
| VME | Voto Médio Estimado |
| Vr | Velocidade relativa do ar (m/s) |
| V | Velocidade do ar (m/s) |
| ϵ | Emissividade |



SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| INTRODUÇÃO..... | 12 |
| OBJETIVOS..... | 14 |
| Objetivo geral..... | 14 |
| Objetivo específicos..... | 14 |
| 1. Fundamentação Teórica..... | 15 |
| 1.1 O CORPO HUMANO E SUA RELAÇÃO DE CONFORTO E BALANÇO TÉRMICO | 15 |
| 1.1.1 TROCAS DE CALOR ENTRE O CORPO E O AMBIENTE..... | 17 |
| 1.1.2 CONVECÇÃO..... | 17 |
| 1.1.3 RADIAÇÃO TÉRMICA..... | 17 |
| 1.1.4 EVAPORAÇÃO..... | 18 |
| 1.1.5 FATORES QUE INFLUENCIAM NA REMOÇÃO DE CALOR DO CORPO HUMANO | 18 |
| 1.1.6 TEMPERATURA DO AR (TA) | 19 |
| 1.1.7 UMIDADE RELATIVA DO AR (UR) | 19 |
| 1.1.8 ACLIMATAÇÃO | 19 |
| 1.1.9 VESTIMENTA UTILIZADA | 20 |
| 1.1.10 DIAGRAMAS DE CONFORTO | 20 |
| 1.1.11 QUALIDADE DO AR (SAUDÁVEL)..... | 24 |
| 1.1.12 TEMPERATURA DA CIDADE DE MANAUS..... | 24 |
| 1.1.13 ANÁLISE BIOCLIMÁTICA PARA A CIDADE DE MANAUS..... | 25 |
| 1.1.14 FINALIDADE DO AR CONDICIONADO..... | 27 |
| 1.1.15 COMPOSIÇÃO DO AR CONDICIONADO..... | 28 |
| 1.1.16 PRINCIPAIS CATEGORIAS..... | 28 |
| 1.1.17 A ESCOLHA DO AR CONDICIONADO | 28 |
| 2. METODOLOGIA..... | 30 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 31 |
| 4. CONCLUSÃO..... | 38 |
| 5. REFERÊNCIAS..... | 39 |



INTRODUÇÃO

A espécie humana, desde o início de sua existência, sempre procurou abrigar-se em cavernas objetivando sua proteção contra as intempéries tanto de sol, chuva, sereno noturno e sua própria proteção. O organismo humano evoluiu permitindo que este se adapte ao meio tendo como o principal objetivo seu bem estar.

Em nosso país, por possuímos diversos climas, existe uma variedade de adaptações onde algumas regiões, precisam de menos climatização e em outras mais, como é o caso de nossa cidade Manaus, devido às altas temperaturas e grande umidade, é indispensável o uso de ambientes climatizados, isso nos auxilia a uma melhor adaptação e resultados produtivos. Ressaltando também que o excesso de calor afeta a taxa metabólica das pessoas de um modo geral.

Mas a climatização, também tem suas necessidades periódicas, que além do ambiente em temperatura favorável tem-se a necessidade de avaliarmos a qualidade do ar no ambiente.

A climatização não trata apenas do controle da temperatura, climatizar um ambiente é fazer com que ele permaneça em uma faixa confortável aos organismos a serem preservados no local, fornecendo umidade e oxigenação. Isso pode ocorrer com diferentes objetivos e em diversos ambientes, como casas, indústrias, escritórios, hospitais, granjas e estufas agrícolas.

Em hospitais a climatização não tem como único objetivo o conforto dos pacientes, mas também a redução no risco de transmissão de doenças no local.

Outro ambiente no qual a climatização é fundamental são as adegas, já que a temperatura nestes espaços não pode sofrer variação, para garantir uma boa conservação e longevidade dos vinhos. Já em criadouros de frangos, por exemplo, o conforto térmico é importante para evitar surgimento de doenças entre os animais.

O modo como a climatização é feita pode variar e cada ambiente exige um projeto específico para atender as demandas. Há modelos que utilizam a evaporação da água em função de calor, à atomização e nebulização da água exercem trocas de temperatura ou destilação. Alguns fatores levados em conta na elaboração do projeto são a orientação solar, o número de pessoas que frequentam



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA - AM.
DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AMAZONAS

o ambiente, o tipo de utilização, a iluminação, ventilação e equipamentos, por exemplo.

Segundo a Abrava (2017), cada um de nós respira em torno de 10 mil litros de ar diariamente, e 85% do tempo são passados em ambientes fechados, muitas vezes climatizados. Por isso, é importante que o ar esteja não apenas agradável, mas também saudável o que pode ser garantido com uma climatização correta e bem feita.



OBJETIVOS:

OBJETIVO GERAL

Estudar a importância do conforto térmico, aliados a climatização para um ambiente saudável.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever a relação entre o conforto e o balanço térmico;
- Explicar sobre a composição do ar condicionado;
- Citar a importância da climatização.



1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O processo de Climatização em um ambiente, nada mais é que o controle da temperatura do mesmo, a climatização de um ambiente e a definição dada ao processo de fazer com que um ambiente qualquer permaneça numa faixa de bem estar aos organismos biológicos que se quer preservar. Gerando o conforto e amenidade em relação à umidade, e a temperatura transmitida no momento.

1.1 O CORPO HUMANO E SUA RELAÇÃO DE CONFORTO E BALANÇO TÉRMICO

Segundo a sociedade Americana (1986), afirma:

“processo metabólico o homem produz energia interna a partir da transformação dos alimentos. Essa energia é consumida na manutenção das funções fisiológicas vitais, na realização de trabalhos mecânicos externos (atividade muscular) e o restante é liberado na forma de calor. A produção de calor é contínua e aumenta com o esforço físico executado”.

Utilizamos uma formula para melhor demonstrar:

Met: $1 \text{ Met} = 58,2 \text{ W} / \text{m}^2$ ou $50 \text{ Kcal} / \text{m}^2 \cdot \text{h}$.

Onde Met é igual à energia produzida tanto em um tempo como em uma unidade corporal, sofrendo alterações conforme as atividades físicas desenvolvidas.

Sendo a área superficial do corpo estimada na equação de Du Bois:

$$A_s = 0,202 \times M^{0,725} \times AC^{0,725}$$

Onde:

As – Área superficial do corpo, m^2 .

mc – Massa do corpo, kg

ac – Altura da pessoa, m

Citando a organização Internacional de Genova, 1990, e analisando semelhanças tanto do homem como da mulher, padronizando de acordo com a norma ISO 899614, os resultado possíveis são:



Padrão masculino altura $\geq 1,7$ m

$$As = 0,202 \times 700,425 \times 170,725 > As = 1,8 m^2 \text{ massa} = 70 K$$

Padrão Feminino Altura $\geq 1,6$ m

$$As = 0,202 \times 600,425 \times 160,725 > As = 1,6 m^2 \text{ massa} = 60 K$$

Onde 1 Met valerá:

Padrão masculino:

$$Met = 58,2 \times As > 1 Met = 58,2 \times 1,8 \approx 105W$$

Padrão Feminino

$$1Met = 58,2 \times As > 1Met = 58,2 \times 1,6 \approx 93W$$

Pelo fato do homem ser um homotérmico, ou seja, seu corpo sofre alterações de temperatura, isso sem avaliar as alterações da temperatura ambiental, sendo necessário que o mesmo precise eliminar o excesso de calor, para que seu corpo se adapte isso é chamado de termorregulador, onde o corpo exerce uma vasodilatação e também uma vasoconstrição, através desses dois mecanismos o homem ajusta a temperatura corporal para estabilizar a sua temperatura, onde o homem passa a produzir um processo denominado transpiração, onde esse mecanismo quanto mais for utilizado maior será a sensação de desconforto sentida por ele (ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DE GENOVA, 1990).

Pelo fato de nosso corpo ser termodinâmico, ou seja, que realiza troca de calor entre ele e o ambiente isso pode ser expresso na equação abaixo:

$$C_{met} + C_{conv} + C_{rad} - C_{ev} = \pm Q$$

Onde:

C_{met} - Parcela da energia metabólica transformada em calor (W/m^2).

C_{conv} - Calor trocado por convecção (W/m^2).

C_{rad} - Calor trocado por radiação (W/m^2).

C_{ev} - Calor perdido por evaporação do suor (W/m^2).

Q - Calor total trocado pelo corpo (W/m^2).



1.1.1 TROCAS DE CALOR ENTRE O CORPO E O AMBIENTE

Segundo Mcardle et al., (1992) “o ritmo de transpiração aumenta diretamente com a temperatura ambiente. A partir de 30°C de temperatura ambiente, diminui-se a perda de calor por radiação e por convecção, incrementando-se a evaporação”. Ou seja, será convertida quando o ambiente estiver em uma temperatura igual ou maior que 37°C.

O fator externo denominado “ambiente” é o agente principal através dele o corpo humano realiza a evaporação, ou seja, a transpiração (suor). Podemos citar três mecanismos relacionados entre a troca de calor e o ambiente: Convecção, Radiação e Evaporação (GISOLF et al., 1984).

1.1.2 CONVECÇÃO

Citando FOX et al. (1991), convecção representaria: [...] “transferência de calor de um lugar para outro graças ao movimento de uma substância aquecida”. Onde a quantidade de calor que se perde na convecção restringe-se a velocidade como também da temperatura do ar como também da água quando esta entra em contato como corpo. Ou seja, a convecção ocorre a partir do momento que existe a perda de calor, citamos um atleta em um movimento de corrida acelerado, isso seria diferente se este estivesse caminhando nesse caso o uso da convecção permite uma troca de calor corporal entre o atleta e o ambiente (DIRIX et al., 1988).

1.1.3 RADIAÇÃO TÉRMICA

Corroborando com FOX et al. (1991) “[...] transferência de calor entre dois objetos através de ondas eletromagnéticas”. Quando a transferência de calor não depende de qualquer contato molecular direto, onde como prioridade a perda de calor consiste estar em repouso, ou seja, a temperatura está neutralizada não ocasiona interferência; Quando a temperatura de nosso corpo está mais elevada que o meio ambiente, ocorre radiação de nosso corpo em direção a objetos sólidos



mais frios existentes nesse meio ambiente. Porém, quando ocorre uma situação contrária, a energia radiante é absorvida pelo corpo (WILMORE et al., 1994).

1.1.4 EVAPORAÇÃO

A partir do momento que há um desequilíbrio onde os mecanismos de perda de calor por radiação, condução e convecção já não conseguem realizar sua função de modo eficiente, deixando de eliminar o calor metabólico, realiza-se outro processo a evaporação, este consiste na difusão da molécula de água (líquida) desde a pele ao ar (água gasosa). Esse processo tem início quando o corpo produz a transpiração, onde acarretará a transpiração que auxiliara o resfriamento do corpo, ou seja, é uma das formas que o corpo possui para estabilizar o calor, existe uma estimativa que a cada litro de suor que sofrerá a evaporação, 580 quilocalorias serão eliminadas; O processo de evaporação representa uma das principais modos de eliminação do calor metabólico, quanto a outro grupo crianças e idosos, eles tendem a ter um funcionamento maior e sofrerem mais com esse processo, atingindo um desgaste físico maior (WEMECK, 1991).

1.1.5 FATORES QUE INFLUENCIAM NA REMOÇÃO DE CALOR DO CORPO HUMANO

Entende-se que o conforto térmico varia da temperatura do ambiente, quanto mais desconfortável maior será a reação dos mecanismos humanos, tentando se adequar ao meio, na operação do sistema termorregulador e suas relações ao conforto térmico existem fatores que geram uma grande influência eles são:

Temperatura do ar;

Umidade relativa do ar;

Ventilação do ambiente;

Vestimenta usada (FUNDACENTRO, 1999).

As temperaturas extremas têm influência sobre a quantidade e qualidade de trabalho que o homem pode realizar, como também sobre a forma em que possa fazê-lo. O problema industrial frequentemente origina-se pela exposição ao calor



excessivo. O corpo humano produz calor através de seus processos metabólicos. Para que o organismo atue eficientemente, é necessário que o calor produzido se dissipe tão rapidamente como se produz. O organismo possui um conjunto de mecanismos termostáticos de atuação rápida e sensível, que têm como missão controlar o ritmo dos processos reguladores de temperatura (SOUZA, 2003).

1.1.6 TEMPERATURA DO AR (TA)

Quando ocorre que a temperatura do ar encontra-se menor que a corporal, será utilizado o mecanismo de convecção, no caso do ar possuir uma temperatura superior ao corpo o ambiente irá ceder calor convecção. No caso da evaporação ela poderá ser influenciada pela temperatura do ar sua umidade como também a velocidade do ar (FUNDACENTRO, 1999).

1.1.7 UMIDADE RELATIVA DO AR (UR)

A Umidade relativa do ar é constituída por vapor d'água, que está presente na atmosfera e se encontra na suspensão do ar. O vapor é oriundo do processo de evaporação de rios, lagos, mares e também da umidade existente em um modo geral, sua unidade de medida é por Kg de ar, entende-se pela umidade relativa à quantidade de água que está em estado de vapor d'água, ela possui um papel secundário na condição do ambiente, na produção do suor (MCARDLE et al., 1992).

Segundo Marins (1998), [...] “como a relação de água no ar ambiente para a quantidade total de umidade que pode ser carregada no ar numa determinada temperatura, expressa como percentual”.

1.1.8 ACLIMATAÇÃO

O corpo como um mecanismo tende a se adaptar as temperaturas para que isso ocorra é necessário um período entre sete a dez dias onde o mesmo sofrerá alterações de adaptação fisiológicas (DIRIX et a., 1988) 1º lei da termodinâmica.

Essas alterações fisiológicas sofreram um processo de adaptação onde:



- Aumento do volume sanguíneo;
- Redução da frequência cardíaca, (em algumas atividades);
- Vasodilatação;
- Precocidade de sudorese;
- Elevação da Sudorese;
- Redução da concentração de sódio no suor;
- Redução da temperatura central para determinadas atividades;
- Redução da percepção da intensidade do exercício;
- Aumento do conforto térmico (DIRIX et al., 1988).

A sudorese é um dos elementos primordiais para a aclimação corpórea, resfriando rapidamente o corpo (ASTRAND et al., 1987).

Outro fator comum na aclimação é a redução dos elementos existentes na composição do suor permitindo uma evaporação mais rápida (ADAMS et al., 1975).

1.1.9 VESTIMENTA UTILIZADA

As roupas são utilizadas muitas vezes para proteção quanto o frio e o sol, quanto mais quente o ambiente mais leve serão as roupas e quanto mais frio o ambiente mais roupas serão utilizadas, quando se ocasiona o “stress térmico” ocasionado por uma temperatura superior (calor), nosso corpo responde através da transpiração para equilibrar a temperatura, em atividades esportivas onde se utilizam vestimentas apropriadas podemos citar o futebol, os jogadores usam calção, camisa meia e chuteira, essas roupas mais a movimentação do atleta ocasiona um aquecimento (choques hipertérmicos), resultando até em desmaios (MATHEWS et al., 1969).

1.1.10 DIAGRAMAS DE CONFORTO

Segundo Fanger (1970), os diagramas de conforto, foram simplificados e determinam algumas variáveis da sua equação de conforto, adotando, três níveis de atividade:



Primeiro nível: “Sedentária = calor metabólico de $58,2 \text{ W/m}^2 = 1 \text{ Met}$ Média: calor metabólico de $116,4 \text{ W/m}^2 = 2 \text{ Met}$ Pesada: calor metabólico de $174,6 \text{ W/m}^2 = 3 \text{ Met}$ ”.

Segundo nível: “Quatro possibilidades de vestimenta = Sem roupa: isolamento térmico de 0 clo Roupa leve: isolamento térmico de 0,5 clo Roupa média: isolamento térmico de 1,0 clo Roupa pesada: isolamento térmico de 1,5 clo”.

Terceiro nível: “A temperatura radiante média igual à temperatura de bulbo seco do ambiente, isto é, considerou a inexistência de fontes importantes de radiação” (FANGER, 1970).

Onde a umidade relativa do ar igual a 50%, ou seja, quando a atividade corporal e diferente a do ambiente, esse variação é semelhante a uma temperatura próxima a de uma zona de conforto, outra relação estabelecida é a integração do clima como agente externo ao corpo (SORRE, 2006).

Analisando o clima nota-se que possuímos temperaturas diferentes para cada região do Brasil, dessa forma o conforto ambiental sofre modificações,

Quanto ao uso dos diagramas de conforto de Fanger ele avalia a relação conforto térmico roupa e atividade realizada (FANGER, 1970).

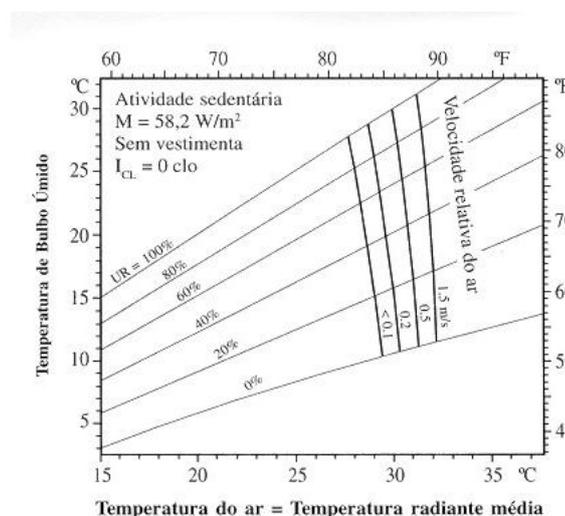


Figura 01: Diagrama Atividade Sedentária sem vestimenta
Fonte: Fanger (1970).

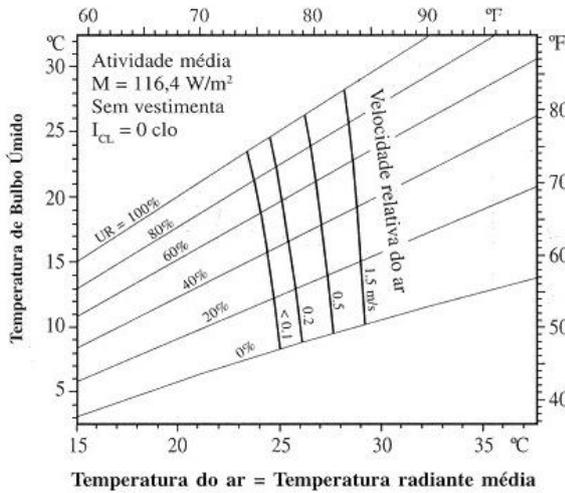


Figura 02: Atividade média sem vestimenta
Fonte: Fanger (1970).

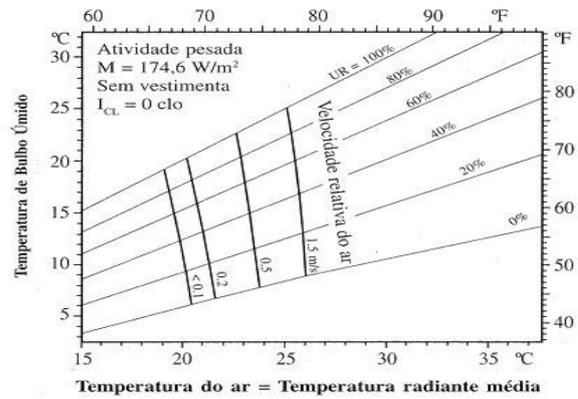


Figura 03: Atividade pesada sem vestimenta
Fonte: Fanger (1970).

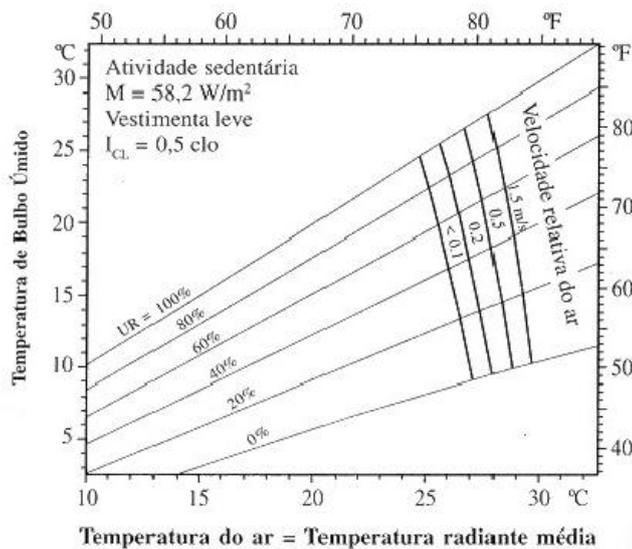


Figura 04: Atividade Sedentária Vestimenta Leve
Fonte: Fanger (1970).

As Figuras 01, 02, 03, 04 são diagramas que representam a linhas de conforto (função da temperatura ambiente, da temperatura de bulbo úmido e da velocidade relativa do ar) para pessoas se vestimenta ($I_{CL} = 0 \text{ clo}$) em três diferentes níveis de atividade e $t_{rm} = t_a$

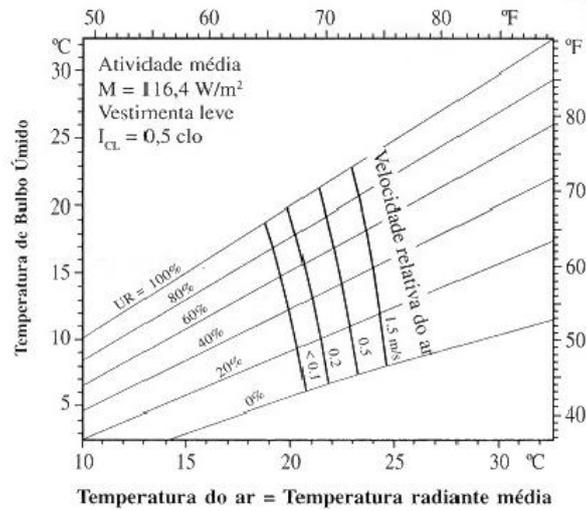
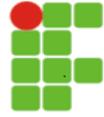


Figura 05: Atividade Média Vestimenta Leve
Fonte: Fanger (1970).

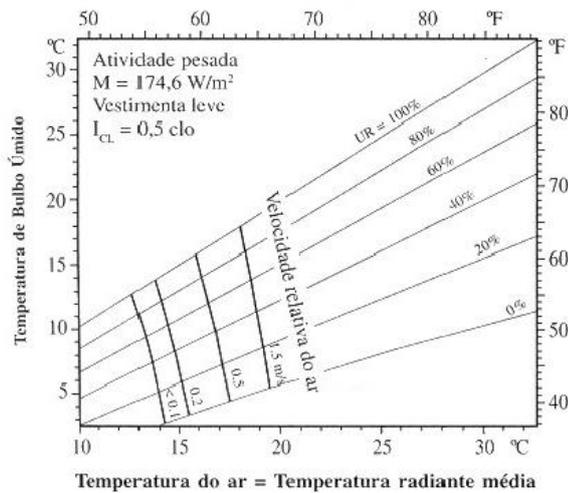


Figura 06: Atividade Pesada Vestimenta Leve
Fonte: Fanger (1970).

Na Figura 05, o diagrama envolve uma atividade média, mas a vestimenta é apropriada, na figura 06, trata-se de uma atividade pesada, mesmo a pessoa estando com uma vestimenta leve o ambiente se encontra com uma temperatura mais elevada, gerando um maior desgaste.



1.1.11 QUALIDADE DO AR (SAUDÁVEL)

Um ambiente classificado como saudável, é aquele que se encontra livre de agentes contaminantes que gerem prejuízos à saúde das pessoas que utilizam determinado ambiente, são aqueles que não geram, a utilização da climatização em ambientes requerem uma necessidade de uma temperatura agradável, umidade, velocidade e um número limitado de partículas biológicas como também um valor aceitável de dióxido de carbono (CO₂) (ANVISA, 2000).

Alguns cuidados para que o ar esteja sempre saudável envolve alguns cuidados quanto ao ar condicionado:

Filtros: Limpeza mensal, (podendo ser trocado a cada três meses);

Bandeja do condensador: Necessária limpeza a cada trinta dias;

Serpentinas de aquecimento e de resfriamento: Limpeza a cada três meses;

Umidificador: Limpeza a cada três meses;

Ventilador: Limpeza a cada seis meses (JORNAL SENADO, 2000).

1.1.12 TEMPERATURA DA CIDADE DE MANAUS

Segundo Marengo (2001), sobre a bacia amazônica, estimou o aquecimento na ordem de +0.85 °C/100 anos. Onde é demonstrado que, o aquecimento pode variar por região, e pode ser provindo de fatores naturais ou antropogênicos como ilha de calor e o efeito de urbanização das grandes cidades, ou devido à combinação dos dois.

Alterações da superfície terrestre, vindas de processos de urbanização, que modificam e desmatam a vegetação para a edificação vem resultando em aumento da impermeabilização do solo e a irradiação de calor para a atmosfera (CHEN et al., 2006). As mais conhecidas influências antropogênicas no clima são os fenômenos de aquecimento urbano, onde o aumento da temperatura da superfície e também do ar sobre uma área urbana em relação às áreas rurais ou suburbanas vizinhas é classificada como Ilha de Calor (IC) (ARYA, 2001).

A região amazônica possui o período de maior umidade entre os meses de janeiro a abril; e o período mais seco “verão amazônico”, de junho a novembro. Nos



meses de agosto, setembro e outubro tem-se o menor índice pluviométrico, onde o fator de precipitação não ultrapassa 4% do total anual (BONETTI, 1999).

Manaus possui clima quente durante quase todo o ano, com exceção do inverno onde ocorre uma pequena variação de redução na temperatura durante poucos dias, onde são frequentes as penetrações de frentes frias provindas de área polar. Chamado de friagem, este fenômeno possui forte umidade, ele vem acompanhado das chuvas frontais (NIMER, 1979).

1.1.13 ANÁLISE BIOCLIMÁTICA PARA A CIDADE DE MANAUS

Usando como referencia a carta bioclimática, onde é indicado um maior número de pontos na zona cinco (ar condicionado), onde de acordo com as análises de frequências de temperaturas, 74% dos pontos estão sobrepostos sobre uma área com temperatura abaixo de 28°C, na zona dois (ventilação), mostrando a grande necessidade de sistemas de ventilação ou climatização, para resistir ao calor excessivo (figura 07), devido ao fato de Manaus ter uma temperatura quente, tanto durante o dia quanto durante a noite o desconforto por calor ocorre em 98,5% do período anual de 365 dias (GOULART et al, 1997).

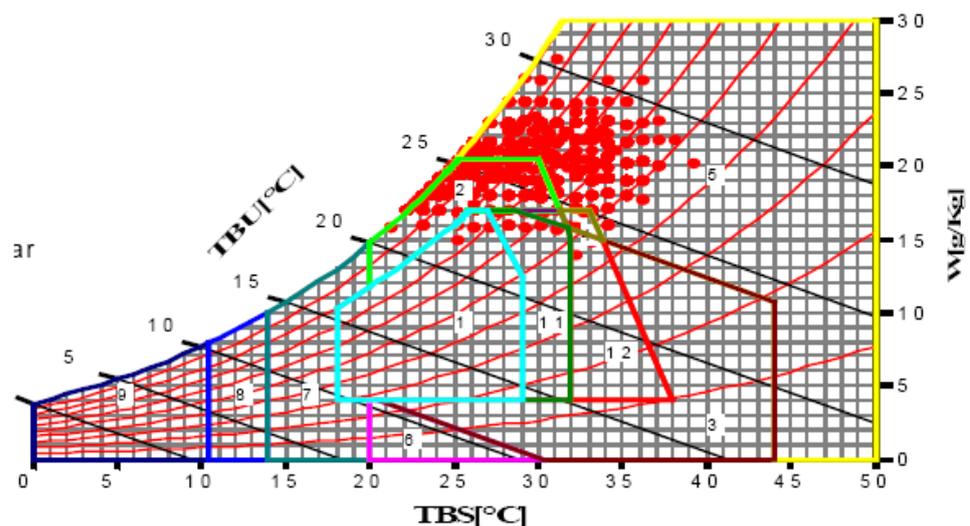


Figura 07: Carta Bioclimática
Fonte: Entac (2002)

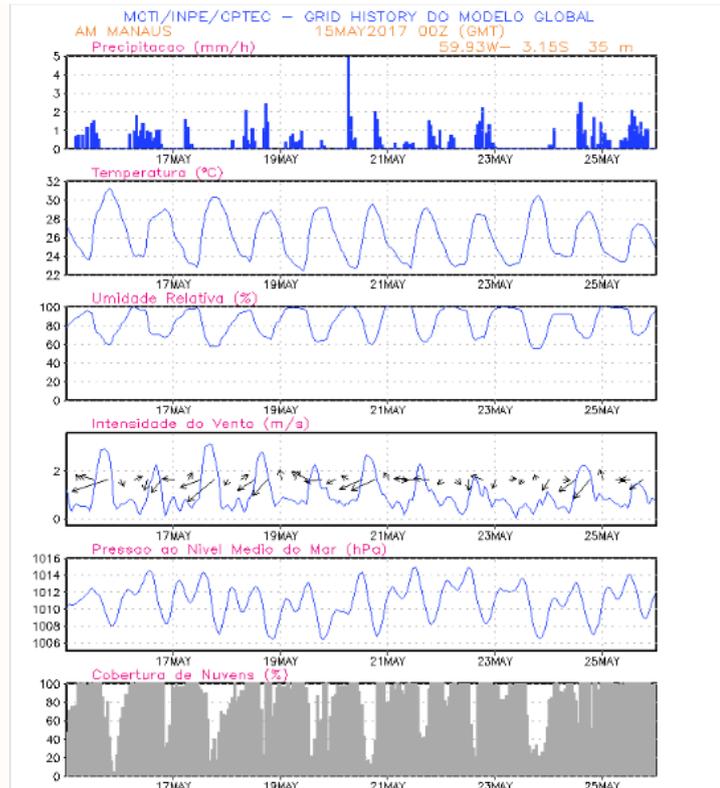
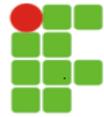


Figura 08: Clima em Manaus 07 a 25/05/2017
Fonte:INPE, 2017.

Na figura 08 é notório que a temperatura destes últimos dias foi em torno de 28° úmidos com sensação maior pela umidade.

1.1.14 FINALIDADE DO AR CONDICIONADO

O ar condicionado tem como finalidade, de extrair o calor de uma fonte quente, transferindo-o para uma fonte fria. Isto é possível através do sistema evaporador e condensador (PEREIRA, 2014).

Quando as pessoas optam pela utilização de um ar condicionado, seja para fins domésticos, comerciais ou industriais, ela objetivam uma temperatura que permita aos mesmos, um bem estar, em regiões muito quentes, como nossa cidade o calor nem sempre é um bom aliado, gera bastante desconforto, às vezes até um mal estar físico, a utilização do ar condicionado passa a ser uma necessidade.

1.1.15 COMPOSIÇÃO DO AR CONDICIONADO

As composições dos aparelhos de ar condicionado são:

- Filtro: em forma de lençol, no qual passa o ar antes de ir para o evaporador, o que permite eliminar umidade e impurezas.
- Ventilador: o ventilador elétrico, para forçar a passagem do ar. Comumente, utiliza-se um motor com eixo duplo, sendo numa extremidade, colocado um ventilador do evaporador e noutra o ventilador do condensador.
- Termostato: Sua finalidade é manter o ambiente a uma temperatura escolhida, paralisando a função do compressor, permitindo apenas que o ventilador fique trabalhando e exercendo a função de circulador de ar, renovando, onde o bulbo do termostato passa a ter contato com o ar do ambiente que é sugado pelo ventilador (PEREIRA, 2014).

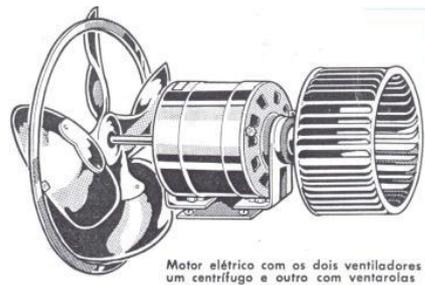


Figura 09 Motor Elétrico
Fonte: Pereira (2014).

O conforto ambiental, por estar diretamente associado à produtividade do indivíduo enquanto em seu ambiente de trabalho, e ao seu repouso quando em sua moradia, é um fator a caracterizar a qualidade da edificação, da mesma forma e ao mesmo nível em que o são a durabilidade, a segurança estrutural, a segurança ao fogo, a estanqueidade, entre outros aspectos; Em alguns estudos a utilização do ar condicionado, foi vinculado a capacidade de produção, de um indivíduo, quando o mesmo se encontra em um ambiente que gere conforto, ao mesmo (COSTA, 1982).

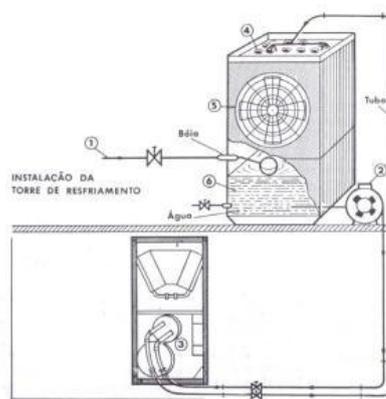


Figura 10 Torre de Resfriamento
Fonte: Pereira (2014).

1.1.16 PRINCIPAIS CATEGORIAS

De certo modo a escolha de um ar condicionado tem-se a ver com a necessidade de temperatura e espaço físico, os quais são destinados para que atinjam sua funcionalidade, dessa forma esses aparelhos são destinados para fins residenciais, comerciais e industriais e veiculares.

- Condicionador de ar tipo residencial: possui limitação sendo utilizado apenas para um único ambiente.
- Sistema compacto para refrigeração de dois a três ambientes: Para que ele opere em mais de um ambiente utiliza-se dutos para que ocorra a distribuição do ar climatizado.
- Sistema comercial: Possuindo uma capacidade maior de refrigeração, sua aquisição de escolha pode ser de 50.0 a 90.0 BTU's. Nesse caso ele tem necessidade de uma torre de resfriamento, e de um sistema de tubulação de água para a realização do resfriamento (PEREIRA, 2014).

•

1.1.17 A ESCOLHA DO AR CONDICIONADO

A escolha de um ar condicionado é feita através do ambiente a ser refrigerado, conforme o tipo de ambiente que será refrigerados haverá diferentes capacidades de aparelhos.

Nessa escolha vários fatores são analisados:



- As janelas recebem sol direto?
- Da manhã ou da tarde?
- Tem cortina nas janelas?
- Os vidros ficam à sombra?

Os aparelhos elétricos trabalham em regime contínuo; visando a capacidade de cada um, (potência).

Nessa avaliação é realizado roteiro de cálculo, denominado: cálculo da carga térmica.

Para facilitar os cálculos, os fabricantes de ar condicionado, costumam publicar tabelas que fornecem o número de Quilocalorias por hora (Kcal/h), necessárias a cada tipo de ambiente (PEREIRA, 2014).

Tabela01 - Cálculo de carga térmica de ar condicionado

| 1) RECINTO | | | 2) JANELAS | | | | | | 3) Pessoas | | 4) Portas | | 5) Aparelhos Elétricos. | |
|----------------|---------------|-------------|----------------|------------|-----------|------------|-----------|------------------|------------|--------|----------------|--------|-------------------------|--------|
| m ³ | Kcal/h | | m ² | Kcal/hora | | | | Vidros Na Sombra | Quant | Kcal/h | m ² | Kcal/h | Watts Nominal | Kcal/h |
| | Entre Andares | Sob Toldado | | c/ cortina | | s/ cortina | | | | | | | | |
| | | | | Sol manhã | Sol Tarde | Sol manhã | Sol Tarde | | | | | | | |
| 30 | 480 | 670 | 1 | 160 | 212 | 222 | 410 | 37 | 1 | 125 | 1 | 125 | 50 | 45 |
| 33 | 530 | 740 | 2 | 320 | 424 | 444 | 820 | 74 | 2 | 250 | 2 | 250 | 100 | 90 |
| 36 | 580 | 800 | 3 | 480 | 636 | 666 | 1230 | 110 | 3 | 375 | 3 | 375 | 150 | 135 |
| 39 | 620 | 870 | 4 | 640 | 848 | 888 | 1640 | 148 | 4 | 500 | 4 | 500 | 200 | 180 |
| 42 | 670 | 940 | 5 | 800 | 1060 | 1110 | 2050 | 185 | 5 | 625 | 5 | 625 | 250 | 225 |
| 45 | 720 | 1000 | 6 | 960 | 1272 | 1332 | 2460 | 222 | 6 | 750 | 6 | 750 | 300 | 270 |
| 48 | 770 | 1070 | 7 | 1120 | 1484 | 1554 | 2870 | 260 | 7 | 875 | 7 | 875 | 350 | 315 |
| 51 | 816 | 1140 | 8 | 1280 | 1696 | 1777 | 3280 | 295 | 8 | 1000 | 8 | 1000 | 400 | 360 |
| 54 | 864 | 1200 | 9 | 1440 | 1908 | 1998 | 3960 | 330 | 9 | 1125 | 9 | 1125 | 450 | 405 |
| 57 | 910 | 1270 | 10 | 1600 | 2120 | 2220 | 4100 | 370 | 10 | 1250 | 10 | 1250 | 500 | 450 |
| 60 | 960 | 1340 | | | | | | | | | | | | |
| 63 | 1010 | 1410 | | | | | | | | | | | | |
| 66 | 1060 | 1470 | | | | | | | | | | | | |
| 69 | 1100 | 1540 | | | | | | | | | | | | |
| 72 | 1150 | 1610 | | | | | | | | | | | | |
| 75 | 1200 | 1680 | | | | | | | | | | | | |
| 78 | 1250 | 1740 | | | | | | | | | | | | |
| 81 | 1300 | 1810 | | | | | | | | | | | | |
| 84 | 1340 | 1880 | | | | | | | | | | | | |
| 87 | 1390 | 1940 | | | | | | | | | | | | |

| | |
|----------------------------------|--------------------|
| RESULTADO DO LEVANTAMENTO | |
| 1) Recinto..... |kcal/h |
| 2) Janelas..... |kcal/h |
| 3) Pessoas..... |kcal/h |
| 4) Portas..... |kcal/h |
| 5) Aparelhos elétricos..... |kcal/h |
| TOTAL..... |kcal/h |

Fonte: Pereira (2014).



2. METODOLOGIA

Este trabalho trata-se de uma revisão bibliográfica, realizando uma análise de conforto térmico e processos de climatização, visando à importância e o bem estar que o mesmo proporciona, demonstrando através dos gráficos de Fanger algumas variações de temperatura com vestimentas e sem vestimenta e com atividades sedentárias a pesadas. Como também a utilização de dados sobre a temperatura da cidade de Manaus, que segundo constatação de carta bioclimática possui o clima quente em 98% do ano, será demonstrado que na escolha de um ar condicionado fatores como tamanho do ambiente e constituição física da mesma como aparelhos de TV, computador, Janelas e outros itens interferem na capacidade de climatização do ambiente, permitindo ou não um bom desempenho da escolha do aparelho e sua potência para climatizar o ambiente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nota-se que por sermos uma raça homotérmica, realizamos a troca de calor, e possuímos certas reações que nosso próprio corpo gera de acordo com a mudança climática, mantendo a constância no meio interno, dessa forma a homeostasia que atua em nós muda, conforme a ação recebida.

Possuímos uma temperatura variante de 36° a 37°, mais o calor externo ambiente, isso acarreta alterações metabólicas gerando, enfado, cansaço, no geral mal estar. A cidade de Manaus possui clima quente o ano inteiro, onde se faz necessário a utilização de aparelhos que auxiliem o conforto das pessoas.

Na figura 3.1 é demonstrado um esquema sobre a reação gerada ao corpo e o estímulo do mesmo, tentando adequar o corpo ao clima.

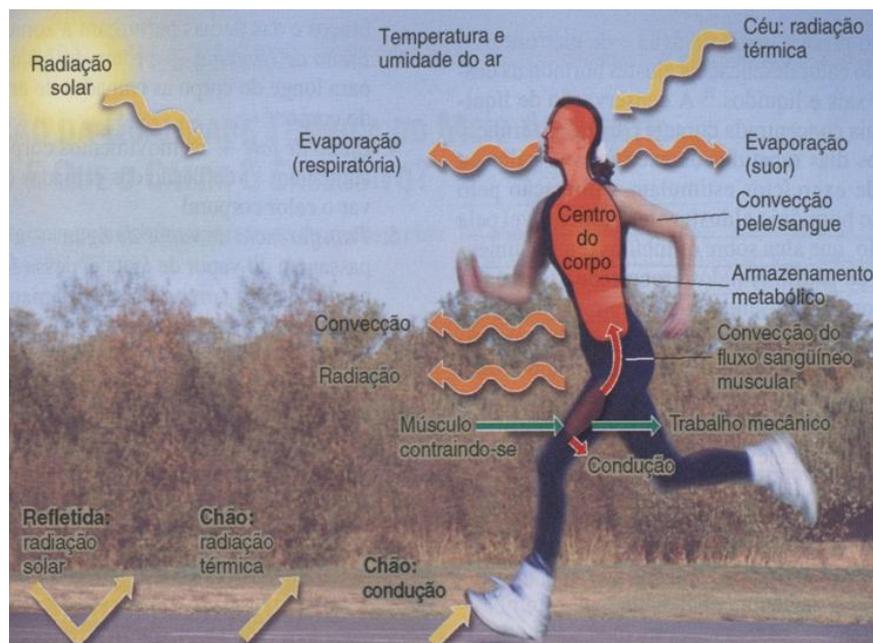
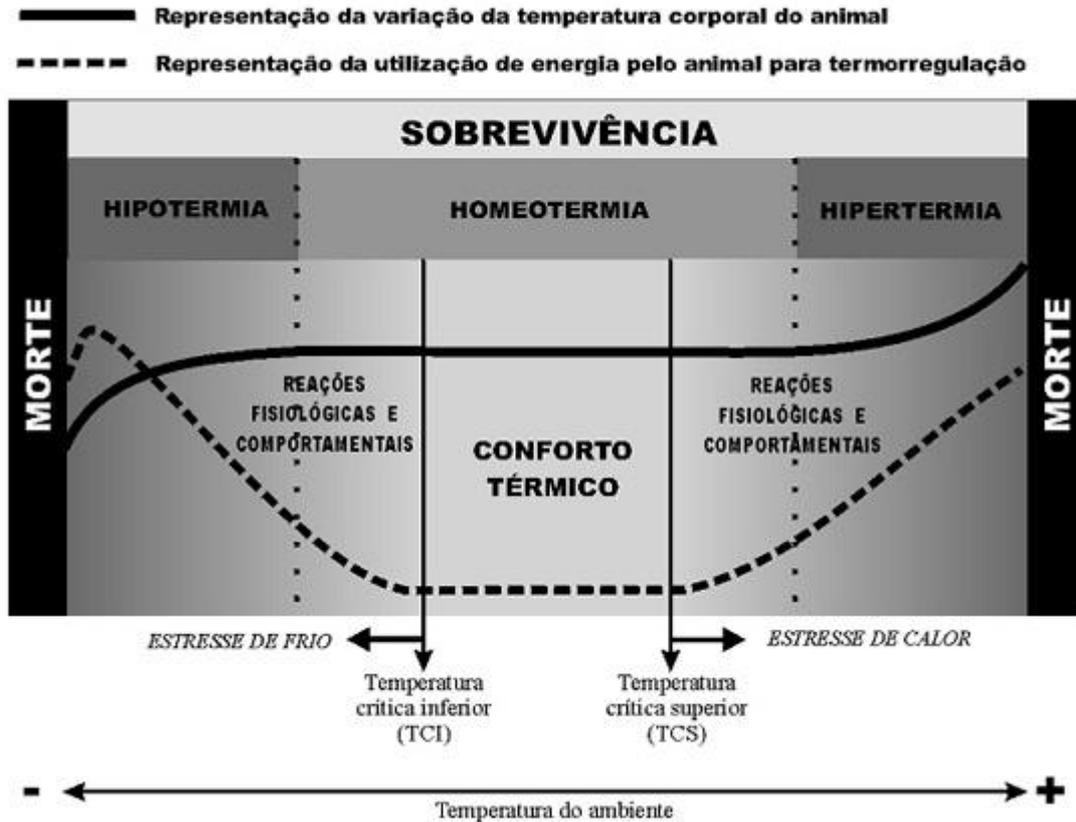


Figura 3.1 Termorregulação
Fonte: Bioquímica (2014).

Na figura 3.1, é demonstrado a termorregulação indicando um sistema atuante onde nosso corpo tenta se adequar a temperatura ambiente.



3.2 Temperatura corporal de conforto térmico
Fonte: Unesp (2014).

Na figura 3.2 O balanço térmico, é uma teoria variável, pois o homem tende a se adaptar ao ambiente, existem pessoas que são mais suscetíveis ao frio outras ao calor, dessa forma identificamos como conforto, um ambiente em que a pessoa não sinta nem frio nem calor, gerando um equilíbrio e conforto.

De acordo com a atividade praticada será a reação metabólica existente, dessa forma já possuímos uma taxa de calor existente e de queima de energia em cada função, mais a exposição externa geramos uma carga extra recebida.

Todas as atividades tendem a gerar uma queima de caloria e uma emissão de calor, devido ao esforço físico e a temperatura ambiente, algumas pessoas tendem a emanar uma transpiração maior ou menor dependendo da situação para manter o corpo em sua temperatura classificada como normal.



| Atividade | Calor Metabólico | Calor Sensível | Calor Latente |
|---------------------------------|------------------|----------------|---------------|
| durante o sono (basal) | 80 | 40 | 40 |
| sentado, em repouso | 115 | 63 | 52 |
| em pé, em repouso | 120 | 63 | 57 |
| sentado, cosendo à mão | 130 | 65 | 65 |
| escritório (atividade moderada) | 140 | 65 | 75 |
| em pé, trabalho leve | 145 | 65 | 80 |
| datilografando rápido | 160 | 65 | 95 |
| lavando pratos | 175 | 65 | 110 |
| confeccionando calçados | 190 | 65 | 125 |
| andando | 220 | 75 | 145 |
| trabalho leve, em bancada | 255 | 80 | 175 |
| garçom | 290 | 95 | 195 |
| descendo escada | 420 | 140 | 280 |
| serrando madeira | 520 | 175 | 345 |
| nadando | 580 | — | — |
| subindo escada | 1280 | — | — |
| esforço máximo | 870 a 1400 | — | — |

Figura 3.3 Atividade desenvolvida e taxa metabólica.
Fonte: Unesp (2014).

São apresentadas as atividades e a respectiva taxa de calor metabólico de acordo com a temperatura ambiente é realizada uma taxa maior ou menor, onde isso acarreta ao corpo humano uma série de esforço físico que pode ou não acarretar problemas de saúde.

3.1 COMPARATIVOS ENTRE AR CONDICIONADO JANELA E SPLIT

Os aparelhos de ar condicionado tipo janelas são tidos como aparelhos mais tradicionais, devido sua facilidade de instalação, na sua capacidade de trabalho eles são menos potentes que os Splits, se limitando de 7.500 a 30.000 BTUs, possuem a desvantagem de serem mais barulhentos devido ao fato de seu sistema de refrigeração ser totalmente único, no caso do Split, são uma tecnologia mais recente, é dividido entre duas partes, o que o possibilita ser mais silencioso, pois seu sistema de evaporação fica dentro do cômodo enquanto sua condensadora fica na



parte externa do cômodo, sua desvantagem vem em sua instalação diferente do janelas que é ligado diretamente na tomada, no caso do Split a necessidade de quebrar a parede, além da inserção da tubulação, possui uma capacidade maior de BTUs podendo ser utilizado em ambientes maiores diferente do tipo janela.

Houve uma pesquisa comparativa realizada em 2016 onde foram classificados os melhores aparelhos de ar condicionado entre janela e Split.

No tipo Janela o Springer Midea Duo 10.000 BTUs, por possuir uma dupla saída de ar, por permitir uma renovação do ar do ambiente, pela praticidade da instalação, sendo capaz de refrigerar o ambiente de forma rápida e eficaz, a certificação da Procel, e pelo seu consumo A.

No caso do Split o LG Smile 7500 BTUs, para ambientes pequenos ele foi muito bem recomendado pelo selo da Procel que deu classificação definindo-o como baixo consumo, e pelo sistema inovador de filtro que elimina 99% dos vírus e bactérias.

3.1.1 RELAÇÃO ENTRE ESPAÇO E CAPACIDADE DO AR CONDICIONADO

A tabela abaixo relaciona o espaço físico de uma sala e a capacidade necessária para que o mesmo desempenhe bem sua função, fatores como temperatura externa devem ser avaliados, devido ao fato de uma sala receber sol o dia inteiro o aparelho escolhido talvez não desempenhe uma função que gere conforto aos seus usuários.

O termo BTU, é uma sigla em inglês britânico que significa “British Thermal Unit” (Unidade Térmica Britânica) ele representa a unidade de potência agente determinante à capacidade de refrigeração do aparelho. Variando sua potência ao local instalado, isso se torna necessário para que o mesmo produza um resultado eficiente. Se um equipamento com capacidade abaixo da que se faz necessária para o ambiente, aumentará de forma excessiva o consumo de energia elétrica, e conseqüentemente reduzirá a vida útil do aparelho. Analisando os componentes do espaço utilizado, pois a maior parte dos aparelhos elétricos emana calor.



3.4 - Tabela espaço e Unidade Térmica

| Área | Sol de manhã | Sol de tarde, todo o dia |
|-------------------|--------------|--------------------------|
| 6 m ² | 7.500 BTU's | 7.500 BTU's |
| 9 m ² | 7.500 BTU's | 7.500 BTU's |
| 12 m ² | 7.500 BTU's | 10.000 BTU's |
| 15 m ² | 10.000 BTU's | 10.000 BTU's |
| 20 m ² | 12.000 BTU's | 12.000 BTU's |
| 25 m ² | 12.000 BTU's | 15.000 BTU's |
| 30 m ² | 15.000 BTU's | 18.000 BTU's |
| 40 m ² | 18.000 BTU's | 21.000 BTU's |
| 50 m ² | 21.000 BTU's | 30.000 BTU's |
| 60 m ² | 21.000 BTU's | 30.000 BTU's |
| 70 m ² | 30.000 BTU's | 30.000 BTU's |

Fonte: Pereira (2014).

3.1.2 RECURSOS ADICIONAIS DO AR CONDICIONADO

Bomba de calor: os aparelhos de ar condicionado possuem sistemas de arrefecimento (reduzidor de temperatura) ou aquecimento onde o mesmo produz uma temperatura mais baixa e em locais que possuem inverno ele aquece ao invés de refrigerar.

COP: “*Coefficient of Performance*” ou Coeficiente de Rendimento serve para identificar produção de energia e consumo, economizando energia através de um sistema inteligente, atuando de acordo com as tabelas energéticas da Procel que vai de A a G.



EER: “*Coeficiente de Eficiência Energética*”, mostra a relação entre a energia produzida e a que será consumida, mantendo a temperatura auxiliada por um termostato.

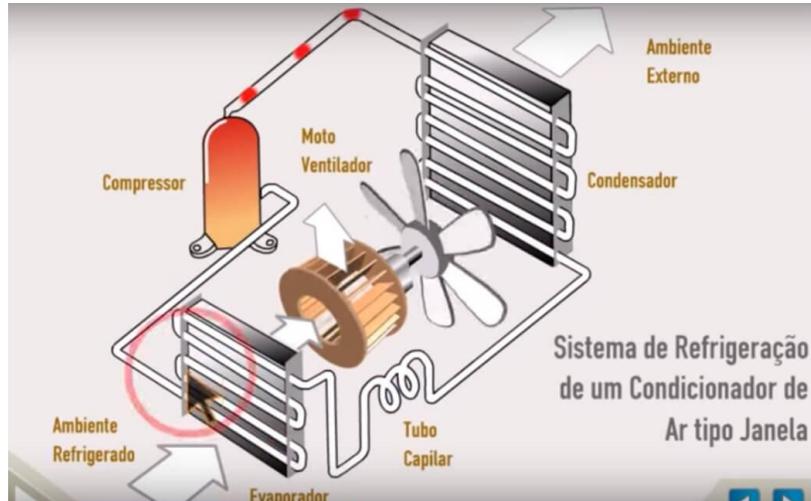
Função Turbo: essa função permite que o aparelho aumente a frequência exercida deixando o ambiente mais frio, de modo mais rápido, isso tanto no aquecimento ou arrefecimento.

Sistema Inverter ou Hiperinverter: sem o desativamento do compressor ele permite que o mesmo trabalhe em uma movimentação menor ao invés de entrar em repouso.

Mono Split/Split Individual: nesse sistema o ar condicionado central, é composto por uma única unidade, que impulsiona as outras unidades.

R410A: gás refrigerante não nocivo para a camada de ozônio.

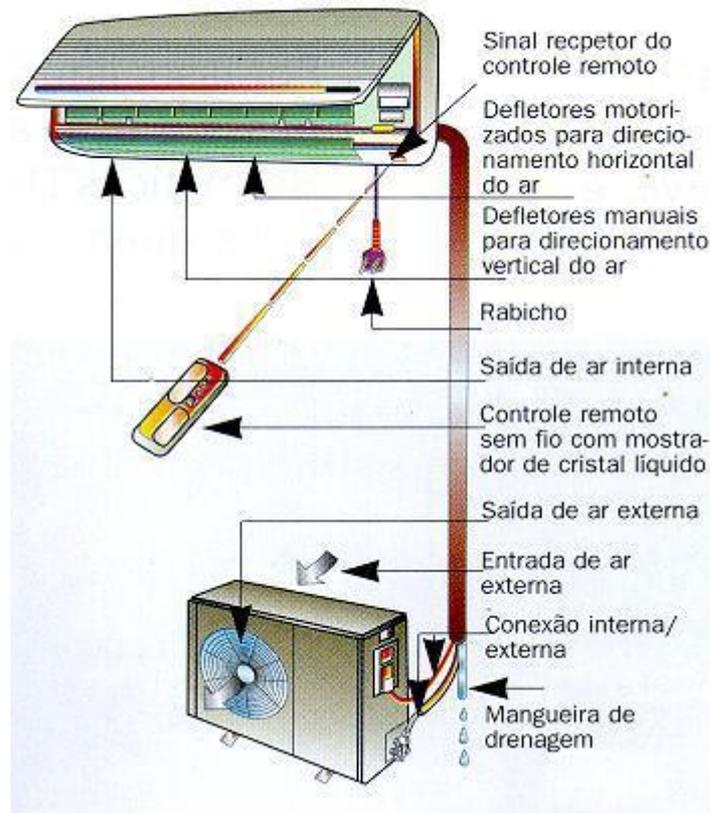
Unidade externa: composto pela unidade condensadora e o compressor, instalado no lado externo da casa.



3.5 Funcionamento Do Ar Condicionado Janela

Fonte: BTU' s (2012).

Diagrama de Sistema



3.5 Funcionamento Do Ar Condicionado SPLIT

Fonte: BTU' s (2012).

Todas as inovações que a indústria vem realizando nos últimos anos através de pesquisas é para garantir um maior conforto térmico, além de garantir aparelhos mais econômicos e eficazes, como também mais silenciosos.



4. CONCLUSÃO

Conclui-se que a necessidade de um ambiente que gere uma sensação de conforto para que sejam realizadas as atividades usuais diárias, laborais ou outras, permite que as pessoas sintam um bem estar relacionado a um melhor desempenho, reduzindo as sensações que um ambiente quente ou frio em excesso venham causar-lhes, o uso de aparelhos de ar condicionados de acordo com o tamanho do cômodo são indispensáveis desde que gerem uma sensação de conforto, a variedades de marcas no mercado permite que o consumidor opte por elas de acordo com sua necessidade, existem vantagens entre o uso de aparelhos tipo janelas pela praticidade de instalação, porém esses aparelhos apresentam desvantagens em consumo e barulho, no caso do Split ele possui desvantagens na parte de instalação devido a necessidade de instalação de tubulação como também quebra da parede onde será instalado, porém é menos barulhento mais eficaz na parte de refrigeração, afirmando que nossa cidade possui clima quente o ano inteiro.



5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAVA (Associação brasileira de refrigeração) Comitê Brasileiro de Refrigeração. Disponível: <http://abrava.com.br/?p=4123>. Acesso: 12 de Abr de 2017.

ADAMS, W. C.; FOX, R. H.; FRY, A. J. et al. Thermoregulation during marathon running in cool, moderate, and hot environments. *Journal Applied Physiology*, v. 39, p. 1030 - 1037, 1975.

ARYA, S.P. Introduction to Micrometeorology. International Geophysics Series, v. 79. Academic Press, 2001.

ASTRAND, P. O., RODAHL, K. Tratado de fisiologia do exercício. Rio de Janeiro: Guanabara. 1987.

BONETTI, J. C.; Pressupostos bioclimáticos de conforto térmico para uma arquitetura dos trópicos úmidos. Manaus, 1999. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade Federal do Amazonas.

CHEN; X.L.; ZHAO, H.M.; LI, P.X.; YIN, Z.Y. Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes. *Remote Sensing of Environment*, v. 104, p. 133-146, 2006.

COSTA, E. C. Arquitetura ecológica. Condicionamento térmico natural. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 1982.

DIRIX, A., KNUTTGEN, H. G., TITTEL, K. Libro olimpico de la Medicina Deportiva. Barcelona: Doyna, 1988.

FANGER, O. Thermal Comfort -Analysis and Application in Environmental Engineering. Copenhagen, 1970.

FANGER, P. O. Thermal Comfort. New York: McGraw-Hill Book Company, 1970.

FOX, E. L., BOWERS, R. W., FOS, M. L. Bases fisiológicas da Educação Física e Desportos. Rio de Janeiro: Guanabara. 1991.

FUNDACENTRO (Função Social da Política sobre acidentes de Trabalho). Disponível: www.fundacentro.gov.br/.../Conforto%20Térmico%20nos%20Ambientes%20de%20. Acesso: 12 de Abr de 2017.

GISOLFI, C. V., WENGER, C. B. Temperature regulation during exercise: Old concepts, new ideas. *Exercise Sports Science Review*. v. 2, p. 339 - 372, 1984.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Genova. ISO 8996; ergonomics-determination of metabolic heat production. Genova, 1990.



JORNAL SENADO. Ar-condicionado exige limpeza cuidadosa. Disponível:
<http://www.senado.gov.br/noticias/jornal/cidadania/limpeza>. Acesso: 07 de Jun de 2000.

MCARDLE, W. D., KATCH, F. Y., KATCH, V. L. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. Rio de Janeiro: Guanabara, 1992.

MARENGO, J.A. Mudanças climáticas globais e regionais: Avaliação do clima atual do Brasil e projeções de cenários climáticos do futuro. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 16, p. 1-18, 2001.

MARINS, J. C. B. Mecanismos físicos de perda de calor e fatores associados relacionados ao exercício. Disponível:
<http://www.revistamineiradeefi.ufv.br/artigos/arquivos/6a1337315a6f49ae3b1978246578e3b5.pdf>. Acesso: 06 de Jun 2017.

MATHEWS, D. L., et al. Physiological responses during exercise and recovery in football uniform. Journal Applied Physiology, v. 6, p. 611 - 616, 1969.

NIMER, E.; Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

PEREIRA, D., Apostila ar condicionado. Disponível:
http://www.portaldoeletrodomestico.com.br/cursos/Apostila_ar_condicionado.pdf. Acesso: 18 de Jan de 2017.

SOCIEDADE Americana de Refrigeração (American society of heating refrigerating and air conditioning engineers). Handbook of Fundamentals. Atlanta, 1985. 1 v. cap. 8: Physiological Principles for Comfort and Health. p. 8.1-8.32.

SOUZA, D. M. Clima urbano no planejamento do município de Ourinhos - SP. 2013. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SOUZA, S., M. A. GUELLI U.; Apostila do Curso de Engenharia de Segurança 58 do Trabalho - Sobrecarga Térmica e Temperaturas Baixas. Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis, 2003.

WILMORE J. H., COSTILL, D. L. Physiology of sport and exercise. , Champaign: Human Kinetics, 1994.

WEMECK, J. Biologia do esporte. São Paulo: Manole, 1991.



6. REFERÊNCIAS IMAGENS

Figura 07: Carta Bioclimática, 2002. Disponível:

http://www.infohab.org.br/entac2014/2002/Artigos/ENTAC2002_0153_162.pdf.

Acesso: 18 de Jan de 2017.

Figura 08: Clima em Manaus, 2017. Disponível: <http://www.inpe.br/>. Acesso: 18 de Jan de 2017.

Figura 3.1 Termorregulação, 2014. Disponível:

<http://salabioguimica.blogspot.com.br/2011/05/termorregulacao-parte-3.html>. Acesso:

18 de Jan de 2017.

Figura 3.2. Temperatura Corporal de Conforto Térmico. Disponível:

<https://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/sistemas-de-producao/voce-sabe-o-que-sao-zona-de-conforto-termico-e-indice-de-temperatura-e-umidade-81697n.aspx>.

Acesso: 18 de Jan de 2017.

Figura 3.3 Atividade e taxa metabólica. Disponível:

<https://www.faac.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/Design/Dissertacoes/maristela.pdf>.

Acesso: 18 de Jan de 2017.

Figura 3.5 Funcionamento do Ar Condicionado Janela. Disponível:

<http://btusreview.com/ar-condicionado-portatil-funciona/como/>. Acesso: 18 de Jan de 2017.

Figura 3.5 Funcionamento do Ar Condicionado Split. Disponível:

<http://btusreview.com/ar-condicionado-portatil-funciona/como/>. Acesso: 18 de Jan de 2017.