

## Instalação de sistemas de climatização tipo splits – AUSTIN

### I ENCONTRO TÉCNICO AUSTIN DO BRASIL



**Material elaborado pela Área Técnica de Refrigeração e Climatização  
Campus São José – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina  
Direitos Autorais reservados.  
Proibida a reprodução parcial ou integral sem autorização do IF-SC  
Maio de 2010**

## Apresentação

Prezado amigo instalador, bem vindos ao I ENCONTRO TÉCNICO AUSTIN DO BRASIL. Esse texto que você está recebendo faz parte do acervo da Área Técnica de Refrigeração e Condicionamento de ar, Campus São José do IF-SC.

Customizamos esse material a partir de nossas apostilas e a partir dos catálogos técnicos da Austin do Brasil com o objetivo de compartilhar com você as informações mais importantes para a correta instalação dos splits Austin.

Abordamos aqui desde aspectos teóricos tais como trocas térmicas, conforto térmico e carga térmica, bem como os principais procedimentos para a instalação tais como: posicionamento das unidades evaporadora e condensadora, teste de estanqueidade, realização de vácuo, carga de fluido e medição do grau de superaquecimento.

Sugerimos que você acesse o Site da Austin do Brasil na internet e conheça também detalhes técnicos específicos dos equipamentos Austin.

No site do IF-SC você também encontrará diversos outros materiais didáticos de livre acesso tais como animações didáticas e vídeo-aulas.

Acesse o endereço: <http://wiki.sj.cefetsc.edu.br> Clique em RAC e depois clique em Instalação de Splits.

Desejamos sucesso a todos e uma boa aprendizagem!

Material elaborado por: Prof. Jesué Graciliano da Silva  
Revisão Técnica: George Henry Wojcikiewicz  
Editoração e customização: Carlos Eduardo Gonçalves

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA  
São José - Rua José Lino Kretzer, 608 – Bairro Praia Comprida – São  
SC - CEP 88103 902 Fone/ fax (48) 3381-2865

## *Sumário*

1- INTRODUÇÃO	4
2- ENERGIA TÉRMICA E ENERGIA MECÂNICA	6
3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR	10
4- TEMPERATURA	12
5- DEFINIÇÃO DE PRESSÃO	15
6- CONFORTO TÉRMICO E TRATAMENTO DO AR	22
7- NOÇÕES DE CARGA TÉRMICA	29
8- CICLOS DE REFRIGERAÇÃO	36
9- SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO	40
10- TIPOS DE SPLITS	42
11- PRINCÍPIOS DE UMA BOA INSTALAÇÃO	44
12- INTERLIGAÇÃO ENTRE AS UNIDADES	50
13- CONCLUSÃO DA INSTALAÇÃO	53
AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM – INSTALAÇÃO DE SPLITS	57

## 1 - INTRODUÇÃO

A refrigeração é o nome dado ao processo de remoção do calor de um meio e manutenção desta condição por meios mecânicos ou naturais. As aplicações da refrigeração são muitas, no entanto, entre as principais temos a conservação de alimentos e a climatização.

A primeira descrição detalhada de um equipamento para produção de gelo foi patenteada por Jacob Perkins em 1834. O primeiro equipamento real foi construído por James Harrison (escocês) entre 1856 e 1857. Em 1862, em uma exibição internacional em Londres, Daniel Siebe apresentou este equipamento à sociedade da época (Figura 1).

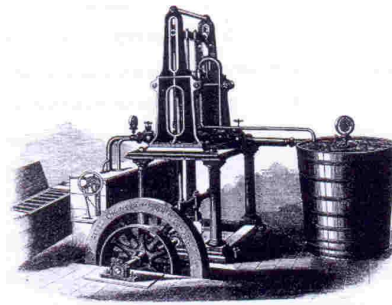


Figura 1 – Ilustração da primeira máquina de refrigeração

O primeiro refrigerador doméstico nos moldes atuais surgiu na segunda década do século XX e desde então a refrigeração está presente na maioria dos lares do mundo inteiro.

A descoberta do ciclo de refrigeração e o desenvolvimento da máquina frigorífica abriram o caminho para o uso prático do ar condicionado.

O que pode ser considerado como o primeiro equipamento de ar condicionado foi patenteado em 1897 por Joseph McCreary (Estados Unidos).

Seu sistema foi denominado lavador de ar (um sistema de resfriamento baseado no borrifamento de água). O Dr. Willis Haviland Carrier pode ser considerado o primeiro a conseguir o controle de temperatura e umidade ao instalar em 1906, com sucesso, um equipamento de ar condicionado numa oficina gráfica. Este equipamento era baseado no sistema de lavador de ar.

Até meados do século XX, o condicionamento de ar era utilizado principalmente em aplicações industriais. Posteriormente, iniciou-se o desenvolvimento de sistemas visando o conforto humano. Atualmente, o setor de refrigeração e ar condicionado ocupa um lugar de destaque na vida da civilização. Podemos utilizar a climatização para controle de poluentes numa sala limpa hospitalar, para congelamento rápido de produtos alimentícios, para armazenamento de frutas e verduras logo após a colheita, para conforto automotivo, para produção de bebidas fermentadas entre outras aplicações.

A automação, aliada à abertura comercial do mercado brasileiro, contribuíram para o aparecimento de dezenas de novas marcas de equipamentos.

Os chamados *splits* já são responsáveis pela maior parte das vendas do setor, gerando assim uma grande demanda por pessoal técnico adequadamente capacitado na área.

Portanto é preciso que o instalador de splits tenha conhecimentos técnicos apropriados, tanto da parte prática, quanto da parte teórica. Para isso vamos estudar os princípios básicos da climatização e da refrigeração, antes de apresentarmos os conteúdos práticos.

Os equipamentos de condicionamento de ar do tipo dividido, ou “split-system”, são máquinas que apresentam como características principais a fácil adaptabilidade ao ambiente, o baixo nível de ruído e o baixo consumo de energia. O funcionamento destes equipamentos se baseia na divisão do sistema de refrigeração em duas partes.

Dessa forma é possível alocar os componentes de maior nível de ruído na unidade externa ao ambiente condicionado (compressor e condensador), obtendo assim um menor nível de ruído.

No ambiente climatizado fica apenas a unidade evaporadora composta pelo sistema de movimentação de ar e pelo trocador de calor.

#### QUESTIONAMENTOS:

- 1- Quando foi apresentado ao público o primeiro equipamento para produção artificial de gelo?
- 2- Qual a primeira aplicação de um sistema de climatização?
- 3- Quais as principais características dos sistemas tipo splits?

## 2 - ENERGIA TÉRMICA E ENERGIA MECÂNICA

A refrigeração e o ar condicionado baseiam-se na utilização direta de componentes que funcionam a partir de princípios físicos desenvolvidos através do conhecimento do comportamento térmico das substâncias e dos fenômenos da transferência de calor.

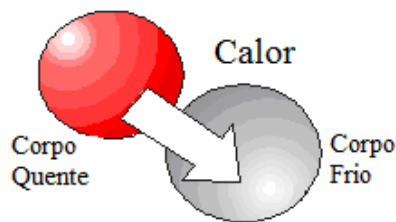


Figura 2- Calor trocado entre um corpo quente e um corpo frio.

A Termodinâmica pode ser definida como a área do conhecimento que estuda as relações entre calor e o trabalho e a suas aplicações no desenvolvimento das máquinas térmicas. Já a transferência de calor estuda o processo como o calor foi trocado.

Na área de refrigeração e ar condicionado é muito importante conhecermos as unidades das grandezas físicas a serem trabalhadas tais como temperatura e pressão. O Sistema Internacional de Unidades (SI) define as unidades utilizadas legalmente no nosso país. Isto é importante, pois o desenvolvimento da transferência de calor está totalmente baseado nas quatro dimensões básicas do Sistema Internacional, que são comprimento (metro - m), massa (quilograma - kg), tempo (segundo - s) e temperatura (kelvin - K).

Tabela 1- Unidades derivadas do SI para algumas grandezas

Quantidade	Nome e símbolo	Unidade	Expressão em unidade de base do SI
Força	newton (N)	$m.kg/s^2$	$m.kg/s^2$
Pressão	pascal (Pa)	$N/m^2$	$kg/m.s^2$
Energia	joule (J)	N.m	$m^2.kg/s^2$
Potência	watt (W)	J/s	$m^2.kg/s^3$
condutibilidade térmica	-	$W/m.K$	$m.kg/s^3.K$
coeficiente de transferência de calor	-	$W/m^2.K$	$kg/s^3.K$

Eventualmente, poderemos nos deparar com unidades do sistema inglês, que são muito comuns ainda nos Estados Unidos da América e também na Inglaterra. Como exemplo, a carga térmica (termo muito utilizado em climatização) muitas vezes é calculada em Btu/h. Os catálogos dos fabricantes de condicionamento de ar trazem esta unidade na determinação da capacidade de seus equipamentos. Por isso, a tabela.2 de conversão de fatores é bastante útil. Muitos fabricantes informam em seus catálogos a capacidade térmica dos equipamentos em BTU. Isso, apesar de interessante do ponto de vista de marketing não é correto, pois BTU é uma unidade de energia, enquanto capacidade está relacionada com potência do equipamento e potência é definida como energia dividida por tempo. Logo o correto é Btu/h.

Tabela 2 - Fatores de conversão úteis

1 lbf = 4,448 N	1 Btu = 1055 J
1 lbf/pol <sup>2</sup> (ou psi) = 6895 Pa	1 kcal = 4,1868 kJ
1 pol = 0,0254 m	1 kW = 3413 Btu/h
1 H.P. = 746 W = 2545 Btu/h	1 litro (l) = 0,001 m <sup>3</sup>
1 kcal/h = 1,163 W	1 TR = 3517 W = 12.000 Btu/h

De maneira simplificada podemos dizer que energia é uma grandeza que está sempre associada a qualquer transformação que ocorra na natureza. Em termos físicos, energia é a capacidade de realizar trabalho. Ela pode existir sob diversas formas, como energia térmica (calor), energia mecânica, energia química, energia elétrica etc., e pode ser transformada de uma destas formas para outra. Por exemplo, a energia química de uma bateria de acumuladores transforma-se em energia elétrica que passa em um circuito e acende uma lâmpada (energia luminosa ou energia térmica) ou aciona um motor (energia mecânica).

Embora a energia possa ser transformada de uma forma para outra, num sistema fechado, ela não pode ser criada ou destruída. É o famoso princípio da conservação da energia. Na termodinâmica trataremos apenas das transformações de energia mecânica (através do trabalho) e da energia térmica (através do calor).

A grandeza Trabalho está associada ao deslocamento de um corpo a uma dada distância por meio da aplicação de uma determinada força.

Na refrigeração e climatização dizemos que há trabalho envolvido na compressão do vapor refrigerante através do cilindro do compressor.

O calor pode ser definido como uma forma de energia transferida de um corpo a outro devido às diferenças de temperatura. No processo de aquecimento, por exemplo, temos a energia térmica sendo transferida da chama (com elevada temperatura) para o corpo conforme mostrado na figura 3 (com baixa temperatura).

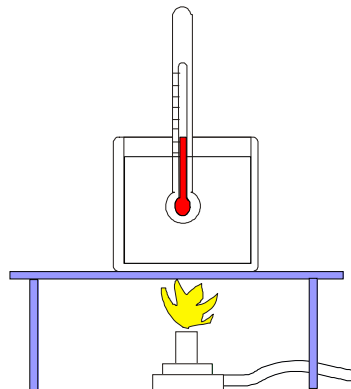


Figura 3 – Calor trocado entre uma chama e um corpo.

Quando queremos informar a capacidade de um equipamento, falamos em potência. Potência está relacionada com o fato de que uma dada quantidade de energia pode ser disponibilizada num tempo maior ou menor. De acordo com o tempo que se pode disponibilizar a energia tem-se mais ou menos potência. Ou seja, uma chama que é capaz de ferver a água em 5 minutos tem a metade da potência de uma chama que ferve a mesma quantidade de água em 2,5 minutos.

Em termos técnicos pode-se definir potência como a energia pela unidade de tempo sendo que sua unidade característica pode ser dada em Watts, Btu/h, CV, HP, kcal/h e toneladas de refrigeração (1TR=12000 Btu/h). A partir de agora, você já não pode mais confundir unidade de energia com unidade de potência. Por exemplo: Btu é unidade de energia, mas Btu/h é de potência.

Na figura 4, você poderá verificar uma aplicação prática da definição de potência. James Watt mostrou que um cavalo forte era capaz de elevar uma carga de 75kg até a altura de um metro em um segundo. A essa potência chamou-se de cavalo-vapor (devido à comparação com a máquina a vapor) com abreviação de “CV”.

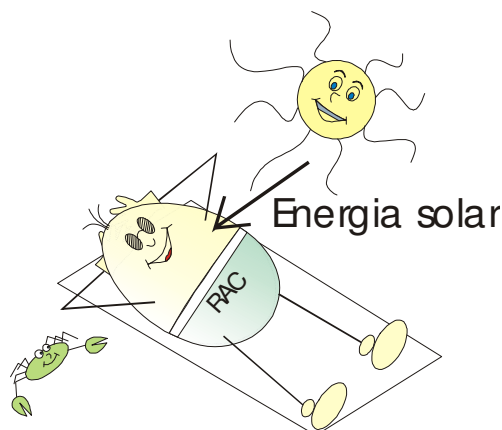


### ***3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR***

O calor pode ser trocado de um corpo a outro por três processos principais: São eles a condução, a convecção e a radiação.

A condução está fundamentalmente associada ao choque entre moléculas com diferentes velocidades de vibração, com a molécula mais veloz chocando-se com a molécula menos veloz, "passando" energia cinética. Esta forma de transferência de calor ocorre basicamente nos corpos sólidos.

A convecção ocorre em fluidos (líquidos e gases). Consiste na superposição de dois mecanismos distintos: a difusão de energia entre as moléculas, e a movimentação destas moléculas (advecção). Nos fluidos, as moléculas não apresentam uma ligação tão forte entre si, não estão rigidamente presas, como nos sólidos. Ou seja, elas podem mudar livremente de lugar no espaço. Então, por exemplo, moléculas de um fluido que entrem em contato com uma superfície sólida aquecida, recebem energia térmica por difusão, isto é, pelo choque entre as moléculas mais superficiais da superfície sólida e as moléculas do fluido coladas à placa. Porém, como elas são livres para se movimentar (movimento do fluido), ao se deslocarem elas "carregam" consigo a energia térmica adquirida. Ao mesmo tempo, novas moléculas de fluido irão entrar em contato com a superfície sólida, aquecendo-se e reiniciando o processo.



Já a radiação está relacionada com a propriedade que tem toda matéria, de emitir energia na forma de radiação (ondas eletromagnéticas, similares, por exemplo, às ondas de rádio AM/FM). Essa energia é tanto maior quanto maior for a temperatura da matéria (isso é, sua agitação molecular). Este tipo de transferência de calor não precisa de um meio material para se realizar. Um exemplo é a energia do Sol. No espaço entre o Sol e a Terra praticamente não existe matéria (vácuo). Mesmo assim a energia do Sol alcança nosso planeta. Essa transferência de energia (calor) se dá por meio de ondas eletromagnéticas (radiação).

Na tabela 3 a seguir resumimos para você os principais processos de transferência de calor:

Tabela 3 – Resumo sobre Transferência de calor

MODO	MECANISMO	OCORRÊNCIA
Condução	difusão de energia devido a agitação molecular	principalmente nos sólidos
Convecção	difusão de energia devido a agitação molecular + transporte da energia pelo movimento do fluido	fluidos (líquidos e gases)
Radiação	transferência de energia por ondas eletromagnéticas	Meios transparentes a radiação térmica

Questionamentos:

- 1- Quais as diferenças básicas entre as três formas de transferência de calor?
- 2- Em um sistema de climatização envolvendo o ambiente e o equipamento split, avalie em que pontos há transferência de calor.
- 3- Considere duas paredes de alvenaria comum, sendo uma delas de 15cm e outra de 25cm de espessura. Em que caso haverá maior transferência de calor, considerando-se as mesmas condições internas e externas de temperatura do ar?

---

---

---

---

---

---

---

---

#### 4- TEMPERATURA

Em geral a matéria pode ser encontrada na natureza nas formas gasosa, líquida e sólida. Através da aplicação de uma energia, tem-se a modificação de estado termodinâmico. Como exemplo pode-se observar a água. Comumente podemos encontrá-la no estado sólido (gelo), líquido e gasoso (vapor), conforme esquematizado na figura 5. Além da água, trabalha-se na refrigeração com fluidos refrigerantes. Estes fluidos sofrem uma série de transformações cíclicas capazes de produzir o efeito da refrigeração tais como condensação e vaporização. Desta forma, podemos encontrá-los nos estados de líquido, mistura de líquido com vapor e de vapor dentro de um sistema.

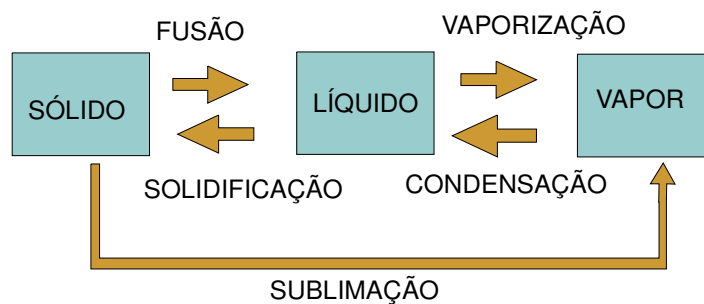


Figura 5 – Mudanças de estado da matéria

Quando falamos em mudança de fase, na verdade estamos falando de mudança das propriedades da matéria. As principais propriedades termodinâmicas são: Temperatura, pressão, energia interna, entalpia, volume específico, condutividade térmica, calor latente de fusão, calor latente de vaporização, entropia, título e massa específica. A seguir exploraremos algumas destas propriedades.

Vamos começar pela Temperatura. Pois bem, a temperatura é associada à agitação molecular de um corpo. Quanto mais quente um corpo, maior sua agitação molecular. Observa-se que do ponto de vista subjetivo a temperatura está associada a uma sensação térmica de quente e de frio. Porém esta sensação não é suficiente para se afirmar que um corpo está quente ou frio, pois nossa sensação é relativa.

Os equipamentos mais comuns para se medir temperatura são os termômetros de coluna. Estes contêm em seu interior um fluido que se dilata com o recebimento de calor (por exemplo, o mercúrio, Hg) e possuem escalas graduadas que permitem aferir se um corpo está mais quente ou mais frio que outro. Diversas escalas de temperatura são encontradas na atualidade como Kelvin (K), Celsius (C), Fahrenheit (F) e Rankine (R). Nos dias de hoje dispõe-se também de outros dispositivos que utilizam o comportamento elétrico dos materiais para produzir sinais elétricos como os termopares e termoresistências.

Para transformar uma temperatura medida na escala Fahrenheit para a escala Celsius utilizamos a equação:

$$\frac{TC}{5} = \frac{(TF - 32)}{9} \Rightarrow TC = \frac{5}{9} \times (TF - 32) \quad (1.1)$$

Já para transformar uma temperatura da escala Kelvin para Celsius utilizamos a equação:

$$TC = TK - 273,15 \Rightarrow TK = TC + 273,15 \quad (1.2)$$

Na figura 6 podemos observar as temperaturas de referência para as escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin. A ilustração foi construída representando os pontos de referência de solidificação e vaporização da água nas diversas temperaturas. Logo fica claro que o gelo derrete (fusão) ao nível do mar à temperatura de 0°C, ou a 32°F ou a 273kelvin.

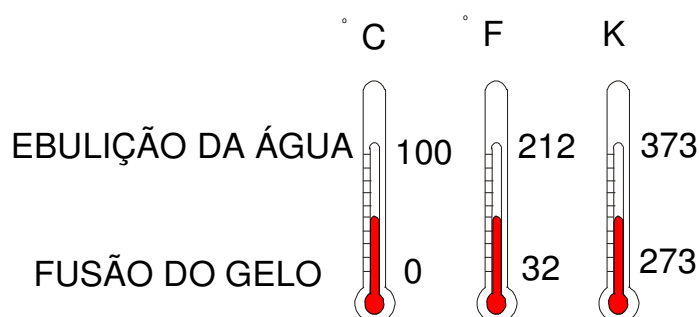


Figura 6 –Escala termométricas para medição de temperatura.



## 5 - DEFINIÇÃO DE PRESSÃO

No início desse módulo nós estudamos a definição de calor, lembra-se? Pois bem, a pergunta agora é: você saberia dizer o que é calor específico? Pois é, calor Específico de um corpo é a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de uma unidade de massa do corpo de um grau de temperatura. Em unidades métricas, é a quantidade de calor, em kcal, necessária para elevar a temperatura de 1kg do corpo de 1°C. Pela própria definição das unidades de quantidade de calor, o calor específico da água é 1,0kcal/(kg. °C).

Tabela 4- Calor específico para diversas substâncias

Substância	Calor específico (kcal/kg°C)	Calor específico (kJ/kg°C)
Água líquida	1,00	4,18
Água gelo	0,50	2,09
Água vapor	0,48	2,00
Ar	0,24	1,00

Uma aplicação simples do calor específico é quando queremos avaliar o rendimento de um aparelho de ar condicionado medindo com um termômetro comum a temperatura do ar que é insuflado no ambiente e a temperatura do ar que é succionado pela serpentina fria do aparelho. Supondo que sua medição foi de  $\Delta TEMP=12^{\circ}C$ . Na tabela 4 vemos que o calor específico do ar CESP é de 1,0kJ/kg.°C. Sabendo que o catálogo diz que a vazão do aparelho é de 680 m<sup>3</sup>/h de ar, podemos converter esse valor para fluxo de massa (basta multiplicar 680 por 0,00033 para obter fluxo de massa FM = 0,224kg/s). Com essas informações basta aplicar a equação a seguir para estimar o rendimento do aparelho (POT):

$$POT = FM \times CESP \times (\Delta TEMP) \Rightarrow Q = 0,224 \times 1,0 \times 12 = 2,68 \frac{kJ}{s} = 2,68kW = 2680W$$

Observe que se quisermos obter o rendimento em Btu/h basta multiplicar a potência de 2680W por 3,41. Vamos obter então 9144 Btu/h. Agora você pode conferir se o equipamento está rendendo o desejado comparando com o valor definido no catálogo. A fórmula que você utilizou acima vem da famosa  $Q = M \times C \times \Delta T$ . Ela é muito útil para estudar trocas de calor sensível (quando não há mudança de massa envolvida no processo).

Uma outra propriedade muito importante para quem trabalha com a climatização de ambiente é a Condutividade Térmica (Símbolo K). Ela indica a facilidade ou dificuldade que um corpo apresenta para conduzir calor. Como exemplo, lembre-se que os metais têm maior facilidade para transferir calor do que a madeira, por exemplo. Na tabela 5 a seguir apresentamos uma lista de diversos materiais e suas respectivas condutividades térmicas.

Tabela 5- Condutividade térmica aproximada para diferentes materiais.

Material	K = Condutividade térmica (W/mK)
Aço	55,00
Madeira	0,16
Cobre	372,00
Alumínio	209,00
Ar	0,03
Tijolos cerâmicos	1,20 (dependerá da densidade e tipo do tijolo)

A condutividade é muito utilizada para calcular a quantidade de calor que penetra um ambiente climatizado. Suponha que uma parede de espessura  $ESP=0,15m$  (15 centímetros) não insulada tenha uma área de 20 metros quadrados. Suponha também que a diferença de temperatura entre o ar externo e o ar do ambiente climatizado seja  $\Delta TEMP=(32 - 25) = 7^{\circ}C$ . Podemos estimar a troca de calor da seguinte forma:

$$Q = \frac{K \times \text{ÁREA} \times \Delta TEMP}{ESP} = \frac{1,2 \times 20 \times 7}{0,15} = 1120W$$

Observe que se multiplicarmos 1120W por 3,41 obtemos 3.819Btu/h. Essa é a quantidade de energia por hora que o aparelho deve retirar do ambiente devido à penetração pela parede de 20 metros quadrados. Quanto maior a condutividade térmica do material, maior a troca de calor entre os dois lados da parede. Se a espessura da parede for aumentada, pela fórmula vemos que a troca de calor é reduzida.



A pressão atuando em um ponto de um fluido é igual em todas as direções e pode ser definida pelo valor da força (atuando perpendicularmente à área) dividido pela unidade de área de superfície. Equipamentos como manômetros medem a pressão tomando a pressão atmosférica como referência. A essa medida damos o nome de pressão manométrica.

É conveniente deixar claro que a unidade de pressão, o pascal (Pa), vem da sua própria definição, ou seja, força (expressa em newton) dividida pela área (expressa em metros quadrados).

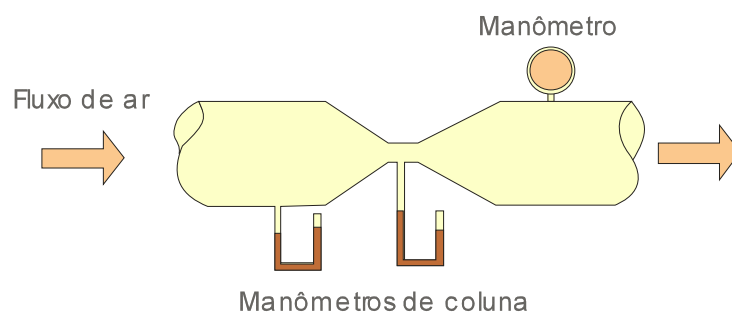


Figura 7- Medição da pressão em um escoamento de ar

Na Figura 7 ilustramos um tubo de Venturi, muito utilizado para determinar a vazão do escoamento a partir das diferenças de pressão obtidas através dos manômetros de coluna na área maior e na área menor. Conforme você pode observar, quando a velocidade do escoamento é maior

(no estrangulamento), a pressão estática (sobre as paredes) é menor. Isso explica a mudança dos níveis de pressão obtidos no manômetro de coluna.

Um exemplo de pressão muito comum é a atmosfera, a qual estamos sujeitos. Esta pressão é resultado da camada de ar sobre nossos corpos e é avaliada ao nível do mar em 101325 pascals ou 1 atmosfera (1,0atm). Para fins práticos pode-se arredondar esta pressão para 100000Pa que é igual a 1,0bar. Pode-se observar ainda que esta pressão equivale a termos uma camada d'água de cerca de 10 metros sobre nossas cabeças.

Num sistema de refrigeração há pressões elevadas (da ordem de 20 bar), muito maiores do que a atmosférica, porém em diversas situações somos obrigados a trabalhar com pressões pequenas e até mesmo com vácuo.

Há diversos tipos de pressão. Se definirmos a pressão de um gás tendo como referência a atmosférica então esta é chamada de pressão relativa ou manométrica. Senão, a pressão é dita absoluta. Por exemplo: Uma garrafa de fluido refrigerante tem pressão manométrica de 900.000 pascals. Logo sua pressão absoluta é de 1001325 pascals (aproximadamente 10 atmosferas). Ressalta-se que a unidade psi é muito empregada nos manômetros, sendo *psig* a pressão manométrica e *psia* a pressão absoluta.

Em refrigeração trabalha-se em diversas situações com pressões abaixo da atmosfera nos procedimentos de realização de vácuo nas tubulações de fluido refrigerante. As unidades de vácuo comumente encontradas são:

Tabela 6 – Conversão de pressões

Polegadas de vácuo (” de Hg)	mm de Hg (mercúrio)	T <sub>evaporação</sub> Água (°C)
28	711	38
29	735	26
29,8	755	0

Observamos que em uma pressão de 28” de Hg, a temperatura de evaporação da água é 38°C e que os compressores comuns alcançam o máximo de 28” de Hg, logo não podem ser utilizados como bombas de vácuo. Na figura 8 observamos a relação entre pressão absoluta e pressão manométrica.

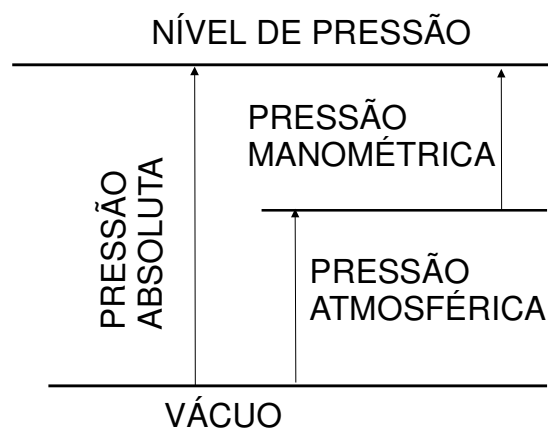


Figura 8 – Representação esquemática dos níveis de pressão

Exemplo: Um manômetro indica 121 kPa. Qual é a pressão absoluta?

R. A pressão indicada pelo manômetro é de 21 kPa acima da pressão atmosférica, pois este equipamento indica uma pressão relativa. Logo a pressão absoluta é a soma da pressão atmosférica com a pressão manométrica = 122 kPa.

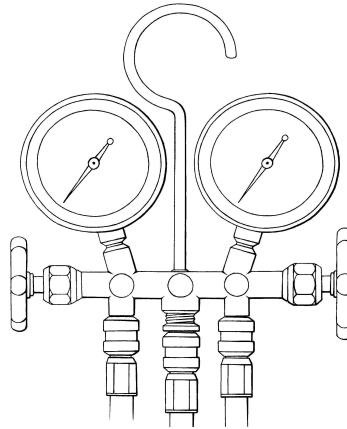


Figura 9 – Manômetro para leitura de pressões de baixa e de alta

Nos evaporadores e nos condensadores os fluidos refrigerantes em geral encontram em um processo de mudança de fase (chamado de condição de saturação). Isso acontece a uma temperatura e pressões definidas. Caso a gente meça a temperatura do fluido durante a mudança de fase, podemos obter qual a pressão em que o fluido está porque há uma relação direta entre a pressão de saturação e a temperatura de mudança de fase. Para cada fluido há tabelas que apresentam a relação entre a pressão e a respectiva temperatura de saturação. Na instalação de splits é muito importante conhecer a relação entre temperatura e pressão para estimativa do grau de superaquecimento do fluido na entrada do compressor. Não podemos deixar fluido refrigerante líquido de forma alguma entrar no compressor. O superaquecimento pode ser entendido como a diferença de temperatura do fluido à entrada do compressor em relação à temperatura do fluido que se vaporiza no evaporador. Se o superaquecimento é muito elevado há problemas com a viscosidade do óleo do compressor. Se o superaquecimento for muito baixo há perigo de entrada de fluido refrigerante líquido no compressor.

O cálculo do superaquecimento pode ser realizado da seguinte forma:

$$SA = T_{\text{sucção}} - T_{\text{evap}}$$

Do ponto de vista físico, o superaquecimento do fluido refrigerante pode ser entendido da seguinte forma: Pense na água. Imagine que estamos aquecendo a água até atingir 100°C (ao nível do mar). Sabemos que a água muda de fase à uma temperatura constante. Essa é uma característica das substâncias chamadas de substâncias puras. O fluido refrigerante se comporta da mesma forma, mas a

vaporização acontece a temperaturas bem mais baixas. No caso da água especificamos a pressão ao dizer ao nível do mar (pressão atmosférica de 101,325kPa). Na tabela acima vimos que o fluido a 76psi vaporiza-se à 6,9°C. A característica marcante da substância pura é que, mesmo continuando a receber calor, enquanto todo o líquido não se transformar em vapor, a temperatura não muda. Essa era a temperatura de saturação  $T_{\text{evap}}$ . A partir da vaporização completa se continuamos adicionando calor há uma elevação gradual de temperatura. Essa diferença de temperatura é chamada de superaquecimento.

Questionamentos:

- 1- Qual a diferença entre a pressão absoluta e a pressão atmosférica?
- 2- Qual a relação que existe entre pressão e temperatura de saturação do fluido refrigerante?
- 3- Qual a importância de se produzir pressões próximas de zero dentro das tubulações de fluido refrigerante?

## 6 - CONFORTO TÉRMICO E TRATAMENTO DO AR

Um dos principais objetivos da climatização de ambientes é a garantia do conforto térmico dos ocupantes de um ambiente. Claro que há diversas outras aplicações envolvendo a área de telecomunicações, a indústria de componentes, as salas limpas hospitalares etc.

No caso da climatização com a finalidade de conforto térmico das pessoas, devemos entender que as principais trocas de calor entre o corpo e o meio exterior são através da evaporação do suor, da convecção e da radiação. O calor gerado pelo metabolismo do corpo humano deve ser liberado para o meio externo com o intuito de manter a temperatura corporal interna constante. Como mostrado na Figura 10, o corpo pode perder calor pela evaporação do suor bem como receber ou ceder calor para o ambiente pelos mecanismos de respiração, radiação e convecção, dependendo da temperatura do ar.

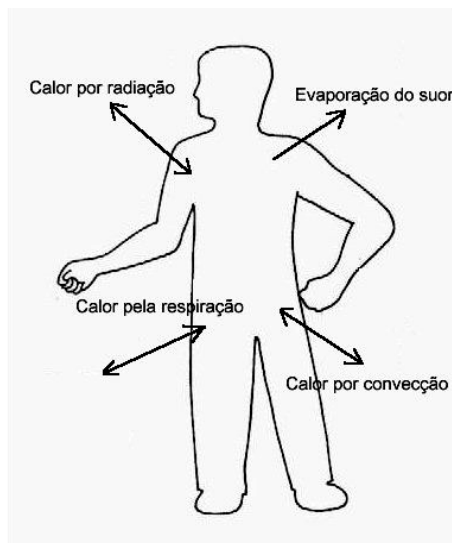


Figura 10- Trocas térmicas do homem com o seu meio.

Segundo a ASHRAE (1997), conforto térmico é um estado de espírito que reflete satisfação com o ambiente térmico que envolve uma pessoa. É, portanto, uma sensação subjetiva que depende de aspectos biológicos, físicos e emocionais dos ocupantes, não sendo, desta forma, possível satisfazer com uma determinada condição térmica todos os indivíduos que ocupam um recinto.

O estudo do conforto térmico tem como objetivo a determinação das condições ambientais que possibilitam o conforto térmico para um maior número de pessoas possíveis.

Esta sensação de conforto depende da facilidade com que o indivíduo estabelece um balanço térmico com o meio, com o intuito de manter a temperatura interna corporal em 37°C. Mesmo que o equilíbrio térmico seja alcançado, uma pessoa pode não se sentir confortável, por exemplo, se estiver na presença de um campo assimétrico de radiação. Segundo Fanger (1970), é possível dividir os fatores que afetam a sensação do conforto térmico em variáveis individuais e ambientais. As principais variáveis individuais são o tipo de atividade e o vestuário, e as principais variáveis ambientais são: temperatura de bulbo seco do ar, temperatura média radiante, velocidade relativa do ar e umidade relativa do ar.

Dos estudos de Fanger foram elaboradas algumas tabelas estabelecendo quais as condições recomendáveis para climatização de um ambiente no verão.

Tabela 9- Condições Internas de Conforto para Verão - RESUMO

Finalidade	Local	Recomendável		Máxima	
		TBS (°C)	UR (%)	TBS (°C)	UR
Conforto	Residências, hotéis, Escritórios Escolas e Bancos	23 a 25	40 a 60	26,5	65
Lojas de curto Tempo de Ocupação	Barbearias, Cabeleireiros, Lojas e Magazines e Supermercados	24 a 26	40 a 60	27	65
Ambientes com grandes Cargas de calor latente e/ou sensível	Teatros, Auditórios, Templos, Cinemas, Bares, Lanchonetes, Restaurantes, Bibliotecas e Estúdios TV	24 a 26	40 a 65	27	65

Na climatização é muito importante a realização de operações que envolvem o tratamento do ar atmosférico. O estudo do tratamento do ar é realizado pela área de conhecimento chamada Psicrometria. O ar atmosférico não é totalmente seco, mas sim uma mistura de ar e de vapor d'água, resultando daí a importância da psicrometria. Em alguns processos a água é removida do ar, enquanto em outros é adicionada. O ar atmosférico é uma mistura de muitos gases e de alguns poluentes. Deixando de lado os poluentes, que podem variar consideravelmente de lugar para outro, a composição de ar seco é relativamente constante, variando levemente com o tempo, localização e altitude. O ar que contém vapor d'água é chamado de ar úmido. O que não contém absolutamente nada de vapor d'água é chamado de ar seco.

O Ar atmosférico é composto de ar seco + vapor d'água + poluentes. O Ar seco é uma mistura de: Oxigênio (~21%), Nitrogênio (~78%), Argônio e Dióxido de Carbono entre outros componentes (~1%).

As condições do ar nas mais diversas pressões podem ser determinadas a partir de cartas psicrométricas. As cartas psicrométricas são representações das propriedades psicrométricas do ar. O uso destas cartas permite a análise gráfica de dados e processos psicrométricos facilitando assim a solução de muitos problemas práticos, que de outro modo requereriam soluções matemáticas mais difíceis.

Na figura 11 ilustra-se o esquema de uma carta psicrométrica típica. A explicação de cada linha ou escala é dada nos parágrafos que se seguem.

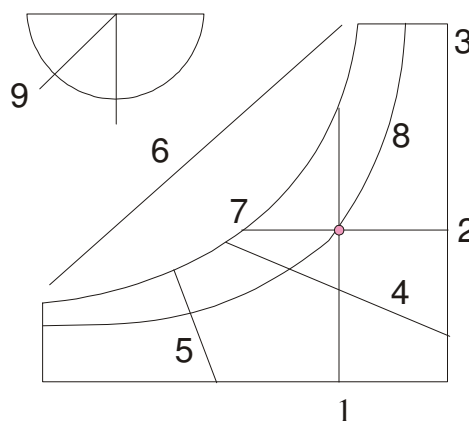


Figura 11- Principais propriedades representadas na carta psicrométrica.

1. Temperatura de bulbo seco (TBS) indicada na carta por linhas retas verticais- grau ( $^{\circ}\text{C}$ );
2. Umidade absoluta ( $w$ ) representada por linhas horizontais- ( $\text{kg}_v/\text{kg}_a$ );
3. Escala da umidade absoluta;
4. Temperatura de bulbo úmido (TBU). A escala de TBU está localizada na linha de saturação na extremidade esquerda da carta. A sua Unidade é  $^{\circ}\text{C}$ ;
5. Volume específico ( $v$ ) – A sua unidade é  $\text{m}^3/\text{kg}_a$ .
6. Entalpia específica ( $h$ ). A sua unidade é  $\text{kJ}/\text{kg}_a$  de ar seco e seu símbolo é “h”.
7. Temperatura do ponto de orvalho (Torv) - (na linha de saturação). A sua Unidade é  $^{\circ}\text{C}$
8. Umidade relativa ( $\phi$ ) – expressa em porcentagem.
9. Escala referente ao Fator de calor sensível (FCS).

Conforme observado na carta psicrométrica as principais propriedades do ar utilizadas em psicrometria são: temperatura de orvalho, umidade relativa, umidade absoluta, temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, entalpia e pressão de saturação.

A temperatura na qual o vapor de água da atmosfera fica saturado é conhecida como temperatura de orvalho do ar. Esta propriedade é muito importante, pois a partir dela pode-se calcular as espessuras de isolamento adequadas para dutos, câmaras frigoríficas e refrigeradores domésticos. Ou seja, se o isolamento é ruim, haverá uma temperatura superficial externa baixa da parede da câmara e desta forma, haverá condensação do vapor d'água presente no ar sobre esta parede. Na figura 12, ilustra-se a obtenção gráfica da temperatura de orvalho de uma dada quantidade de ar úmido no estado “1”.

Para exemplificar podemos avaliar se devido a um fluxo de ar a uma temperatura de  $15^{\circ}\text{C}$  passando dentro de um duto não isolado através de um ambiente a TBS de  $32^{\circ}\text{C}$  e TBU de  $23^{\circ}\text{C}$  haverá ou não condensação em sua face externa. Para resolver este tipo de questão, basta utilizar a carta psicrométrica e marcar o ponto referente à temperatura do ar externo e traçando uma linha horizontal da direita para a esquerda, verificar o ponto em que há cruzamento com a linha de saturação. Neste ponto, situa-se a temperatura de orvalho do ar externo, ou seja, se a temperatura do ar é resfriada abaixo deste valor, haverá condensação. Neste exemplo a temperatura de orvalho é de  $19,2^{\circ}\text{C}$  e a temperatura da face externa do duto é praticamente de  $15^{\circ}\text{C}$ , o que faz com que a

condensação da umidade seja inevitável. A solução deste problema geralmente é conseguida através do isolamento do duto.

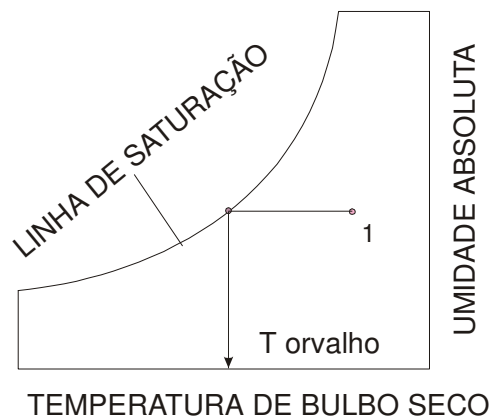


Figura 12- Obtenção da temperatura de orvalho

A temperatura de bulbo seco do ar (TBS) é a temperatura medida por um termômetro comum com proteção contra a radiação.

Se dois termômetros precisos forem colocados numa corrente de ar em movimento rápido, ambos registrarão exatamente a mesma temperatura. Porém, se o bulbo de um dos termômetros for coberto com uma mecha molhada, a sua temperatura descera primeiro rapidamente e depois lentamente até atingir um ponto estacionário. A leitura neste ponto é chamada a temperatura de bulbo úmido do ar.

Sempre teremos TBU menor que TBS do ar. Isto se deve ao fato da umidade da mecha retirar calor do bulbo para evaporar, o que reduz a temperatura do termômetro.

Se o ar que passa pelo bulbo úmido já estivesse saturado com umidade, não evaporaria nenhuma água do bulbo para o ar e não haveria resfriamento no termômetro de bulbo úmido. Neste caso, TBS seria igual à TBU. Quanto mais seco for o ar que passa pela mecha do termômetro de bulbo úmido, maior será a quantidade que se evaporará para a corrente de ar. Quanto maior for a quantidade de umidade evaporada para a corrente de ar, mais baixa será a leitura no termômetro de bulbo úmido. A diferença entre as leituras nos termômetros de bulbos úmido e seco é chamada depressão de bulbo úmido. Na figura 13, ilustra-se este processo.

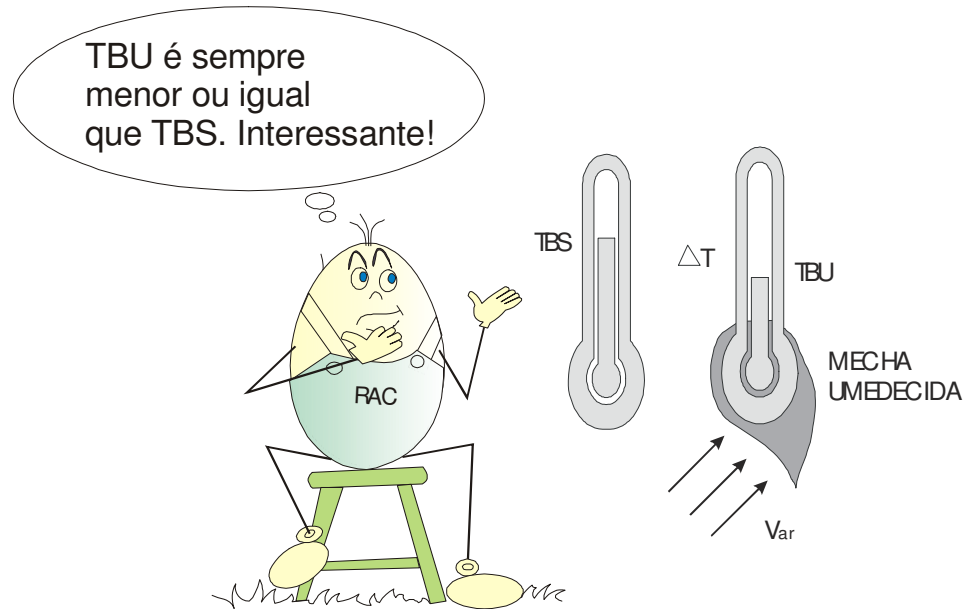


Figura 13- Ilustração da obtenção da TBU e TBS.

Para trabalhos de precisão deve-se usar água destilada para umidificar a mecha.

Agora que você já conhece algumas propriedades do ar, é preciso analisar como os equipamentos de climatização resfriam e desumidificam o ar. Geralmente, o resfriamento e desumidificação do ar acontecem simultaneamente quando um fluxo de ar passa através de um evaporador, também chamado de serpentina de resfriamento e desumidificação, (SRD). Neste processo há redução da temperatura do ar e da umidade absoluta do mesmo, com condensação de parte do vapor d'água dissolvido no ar, o que acarreta na necessidade de providências quanto à instalação de bandeja de condensado com dreno.

O processo de aquecimento ocorre quando um fluxo de ar atravessa um elemento aquecido. Este elemento pode ser uma bateria de resistências elétricas ou mesmo um trocador de calor.

Observa-se ainda que nos processos de aquecimento simples, não há modificação da umidade absoluta do ar. Dessa forma, na carta psicrométrica os estados termodinâmicos do ar na entrada e na saída estão localizados sobre uma linha reta horizontal paralela ao eixo da temperatura de bulbo seco.



## 7 - NOÇÕES DE CARGA TÉRMICA

Estimar a carga térmica de um ambiente é uma das primeiras atividades que o instalador deve realizar, antes de instalar o equipamento. A determinação da carga térmica permite que se faça a correta escolha da capacidade do equipamento que deverá ser utilizado. Não é nosso objetivo neste texto aprofundar as informações sobre esse tema. Nossa intenção é apresentar um resumo do assunto para você fazer estimativas simples. Se você tem mais interesse no assunto procure mais informações na internet, em livros e revistas especializadas.

Carga térmica é a quantidade total de calor sensível e latente que deve ser retirada ou adicionada ao ambiente climatizado para que se mantenham as condições desejadas de temperatura e umidade relativa. No caso da climatização, os ganhos de calor podem ser provenientes de fontes externas ao espaço condicionado e provenientes dele próprio.

Para que a carga térmica seja calculada é preciso definirmos as condições de projeto. Estas condições determinarão os valores das trocas térmicas que ocorrerão entre o meio a ser condicionado e o meio exterior.

Em uma instalação de ar condicionado de verão, os ganhos externos podem ser devidos à radiação solar que atravessa as janelas, à radiação sobre superfícies opacas (paredes); ao calor transmitido através dos vidros e das paredes devido à transferência de temperatura entre o ar externo e o ar interno; à infiltração de ar quente do exterior. Esta infiltração engloba também a vazão de ar de renovação.

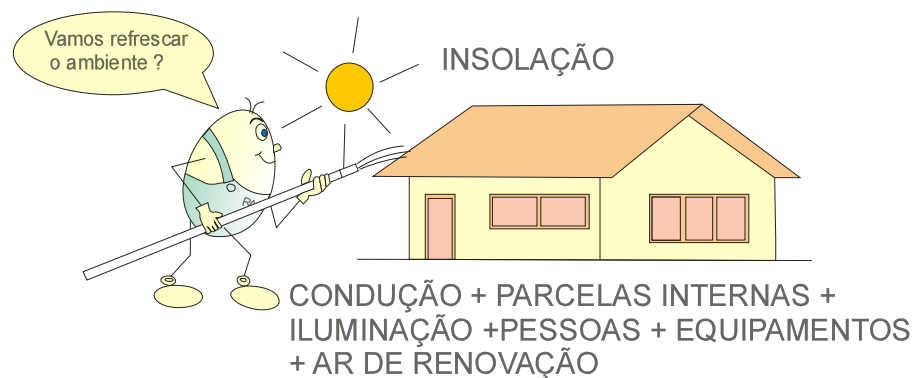


Figura 14– Parcelas de carga térmica

Os ganhos internos são devidos à iluminação elétrica; à ocupação (calor liberado pelas pessoas que ocupam o ambiente) e à dissipação de potência pelas máquinas e equipamentos (computadores, motores elétricos, cafeteiras, por exemplo).

Algumas fontes de calor contribuem com carga sensível e latente simultaneamente. As pessoas que ocupam o recinto contribuem com carga sensível devido a maior temperatura da pele em relação ao ar do espaço condicionado (convecção e radiação), e com carga latente devido à transpiração e à respiração. O ar de renovação também deve ser considerado na estimativa de carga térmica, pois o mesmo traz consigo calor sensível e latente que deverá ser retirado durante a passagem através da serpentina fria da máquina de climatização.

Os fatores que influem direta ou indiretamente na quantidade de calor que um ambiente pode ganhar ou perder são vários e bastante diversificados. Chamaremos a estes fatores de "parcelas da carga térmica", cujas principais são: carga térmica devido a insolação (radiação solar) e transmissão nas superfícies transparentes (janelas); carga térmica devido a insolação e transmissão nas superfícies opacas (paredes, tetos e pisos); carga térmica devido às pessoas (ocupação); carga térmica devido à iluminação interna; carga térmica devido a motores e máquinas elétricas; cargas térmicas diversas; carga térmica devida ao ar externo

Cada projeto exige um estudo detalhado destas grandezas, a fim de que o controle de temperatura, umidade relativa, pureza e distribuição do ar aconteçam de forma adequada.

A estimativa precisa da carga térmica de forma instantânea é muito complexa, pois as condições externas e internas do ambiente variam ao longo do tempo. Há no mercado diversos programas computacionais para que os profissionais da área possam realizar a estimativa da melhor forma possível. Cada região do Brasil tem um nível de insolação e isto interfere nos cálculos. As características dos materiais utilizados podem variar de região para região. Isso significa diferentes coeficientes de condutividade térmica. As temperaturas do ar externo e umidades relativas variam muito com a latitude, com a altitude e com a longitude.

Devido a esta complexidade, normalmente são utilizadas planilhas simplificadas que oferecem um resultado aproximado para o cálculo de carga térmica. Geralmente estas tabelas são construídas para atender às condições de temperaturas mais elevadas do ano.

Procure saber com os profissionais da área (empresas de engenharia de ar condicionado) qual a melhor planilha que deve ser utilizada para sua região.

Para uso das planilhas, primeiro é preciso que você realize um detalhado levantamento do local a ser climatizado. Isso significa que você deve obter as medidas das paredes, do pé-direito (altura do chão até o teto), as espessuras das paredes, o tipo de vidro, a orientação solar, o número de lâmpadas, o número de ocupantes do ambiente, a área das janelas etc. No exemplo a seguir ilustramos o uso de uma planilha – construída para a região da Grande Florianópolis, onde a temperatura de verão (NBR 6401) é de 32C e a umidade relativa de 60%. Para a sua cidade, é preciso que você procure obter planilhas específicas. Cada cidade tem uma temperatura e insolações típicas que precisam ser consideradas na estimativa de carga térmica.

### **Exemplo de Aplicação:**

Considere a região sul – Florianópolis – Latitude 27 graus. Estime qual a carga térmica de um escritório que tem dimensões de 8 m de comprimento na face leste, 4 m de largura e pé-direito de 3m. O ambiente é ocupado por 10 pessoas, há 1.500W em potência de equipamentos instalados, 2.000 W de iluminação fluorescente e janela com cortina interna de 6m por 2m na face leste. O escritório fica localizado entre dois andares de um prédio climatizado. Considere uma taxa de renovação de ar de 17 metros cúbicos de ar por hora por pessoa. A face norte, sul e oeste são localizadas entre ambientes também climatizados, logo a área delas não conta nos cálculos. As paredes são leves (15 cm).

**SOLUÇÃO:** Inicialmente devemos fazer um esboço do ambiente e depois preencher a tabela de acordo com as áreas das janelas, paredes entre outras informações. Multiplicamos as áreas e informações pelos fatores disponíveis nas colunas 3 e 5, obtendo os valores das parcelas de carga térmica (kcal/h) na quarta e na sexta coluna.

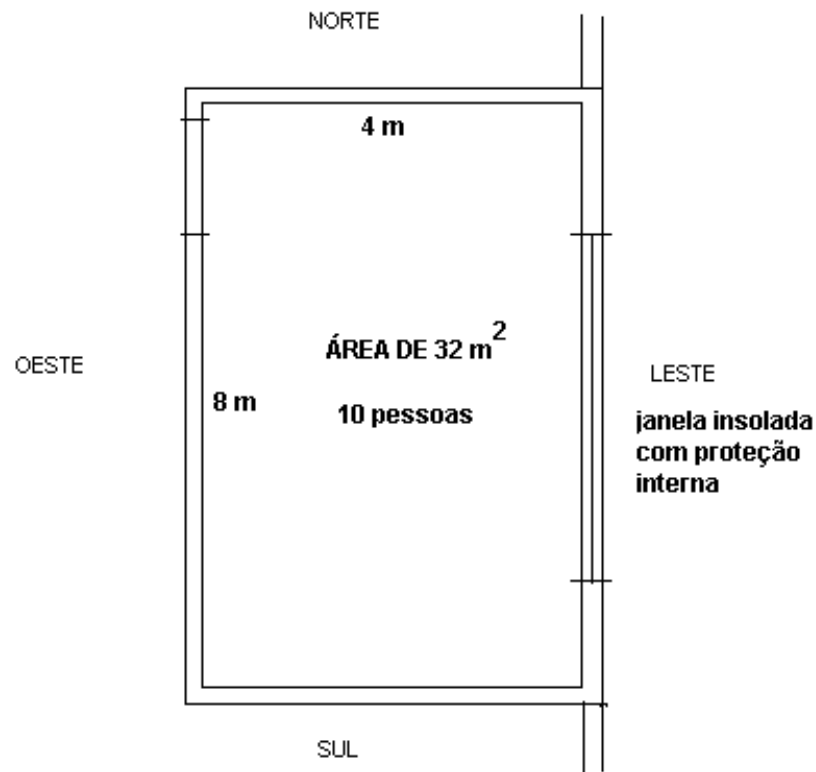


Figura 15- Ilustração do ambiente considerado

Observe que a área de janelas é 12 metros quadrados. Já a área da parede mais insolada é a face leste, cujas dimensões totais são  $8,00 \times 3,00 = 24,00$  metros quadrados. Mas subtraindo-se a área da janela temos 12 metros quadrados. Observe que não há trocas de calor pelo teto e pelo piso porque estas duas faces estão em contato com ambientes climatizados.

JANELAS	Fator <sup>1</sup>	Área <sup>1</sup>	Q (°) Kcal/h	Fator <sup>2</sup> Cortina interna	Fator <sup>3</sup>
Janela ao sol Leste ou Oeste	520	<b>12</b>	4236	353	109
Janela ao sol ao SE ou SO	354			245	86
Janela ao sol NE ou NO	415			284	94
Janelas ao sol Norte	223			160	67
Janelas à sombra (ou ao sul)	42			Válida para Florianópolis temperatura externa de verão 32° C, UR = 60%  * 1=sem proteção *2=com proteção interna *3=com proteção externa	
Parede mais insolada pesada (30 cm)	34				
Parede mais insolada leve (15 cm)	43	<b>12</b>	516		
Demais paredes pesadas (30 cm)	11				
Demais paredes leves (15 cm)	18				
Terraço sem isolamento	83				
Terraço com isolamento	25				
Telhado não arejado s/ isolamento	49				
Telhado não arejado c/ isolamento	9				
Telhado arejado s/ isolamento	20				
Telhado arejado c/ isolamento	5				
Forro entre andares não condicionados	9				
Piso entre andares não condicionados	12				
Iluminação incandescente + equipam.	0,86	<b>1500 W</b>	1290		
Iluminação fluorescente	1,032	<b>2000 W</b>	2064		
ATIVIDADE	Fator Sens	No. Pessoas	Q (°) Sensível kcal/h		Fator Latente
Pessoas sentadas	54			46	
Trabalho de escritório	54	<b>10</b>	540	59	<b>590</b>
VENTILAÇÃO	Fator Csens.	Vazão m <sup>3</sup> /h	Q (°) Sensível kcal/h	Fator C.Latente	Q(°) Latente kcal/h
Ar externo de renovação	2	<b>170</b>	340	6,2	<b>1054</b>
			Qsensível 8646 kcal/h	Qlatente	1644 kcal/h
<b>CARGA TÉRMICA TOTAL</b>			<b>Q (sensível+latente) 10.290 kcal/h</b>		

Para obter em Btu/h basta multiplicar 10.290 kcal/h por 4. No nosso caso, fazendo isso temos a carga térmica estimada como sendo aproximadamente 41.160 Btu/h. Nesse caso você terá que optar quais equipamentos serão utilizados.

Uma maneira mais simplificada para a obtenção da carga térmica de um dado ambiente é a utilização da ferramenta “simulador online” encontrada no site da Austin do Brasil (<http://www.austindobrasil.com.br/2010/?p=c2ltdWxhZG9y>). O valor obtido ao se utilizar esta ferramenta online é próximo ao encontrado com a utilização da planilha anterior, porém menos preciso. Este fato está atribuído ao nível de detalhamento que cada ferramenta possui. Com apenas cinco características do ambiente o simulador online lhe fornece um valor próximo da carga térmica obtida com a planilha.

Para o mesmo ambiente citado anteriormente foi realizado o cálculo da carga térmica com a ferramenta fornecida pela Austin do Brasil, o valor obtido foi de 42.342 Btu/h, o qual pode ser conferido na figura 16, resultado o qual muito semelhante com o obtido através da planilha.



HOME PRODUTOS EMPRESA FRANQUIAS SIMULADOR ONLINE PUBLICAÇÕES

ASSISTÊNCIA TÉCNICA REPRESENTANTES VENDAS ONLINE FALE CONOSCO

**• Simulador Online**

**Carga Térmica é o somatório de todas as formas de calor presentes num ambiente.**  
Preencha os campos abaixo para saber qual a capacidade em BTU/h de seu condicionador de ar. Este cálculo não é exato, mas é muito próximo do que você precisa. Consulte-nos para cálculos exatos.

→Área do ambiente em m <sup>2</sup>	32
→ Quantidade de pessoas no ambiente	10
→ Aparelhos que irradiem calor (computador, xerox, refrigerador)	12
→Paredes p/Oeste sem proteção em m <sup>2</sup>	21
→Vidros p/Oeste em m <sup>2</sup>	12
<b>Carga térmica total em Btu/h</b>	<b>42342</b>

CALCULAR LIMPAR

Figura 16 – Simulação realizada pelo site da Austin do Brasil



## 8- CICLOS DE REFRIGERAÇÃO

Todas estas grandezas temperatura, pressão, energia, calor e trabalho são fundamentais para a área de refrigeração e climatização. Isto porque os equipamentos desta área têm em seu interior fluido refrigerante que sofrem transformações termodinâmicas de tal forma a transportar energia de um ambiente para outro. Fluido refrigerante é uma substância que circulando dentro de um circuito fechado é capaz de retirar calor de um meio enquanto vaporiza-se a baixa pressão. Por exemplo, o fluido refrigerante que está dentro da tubulação de cobre de um aparelho de ar condicionado (ciclo frio) retira energia de um ambiente e o transporta para o meio exterior através de transformações termodinâmicas: condensação, evaporação, compressão e expansão.

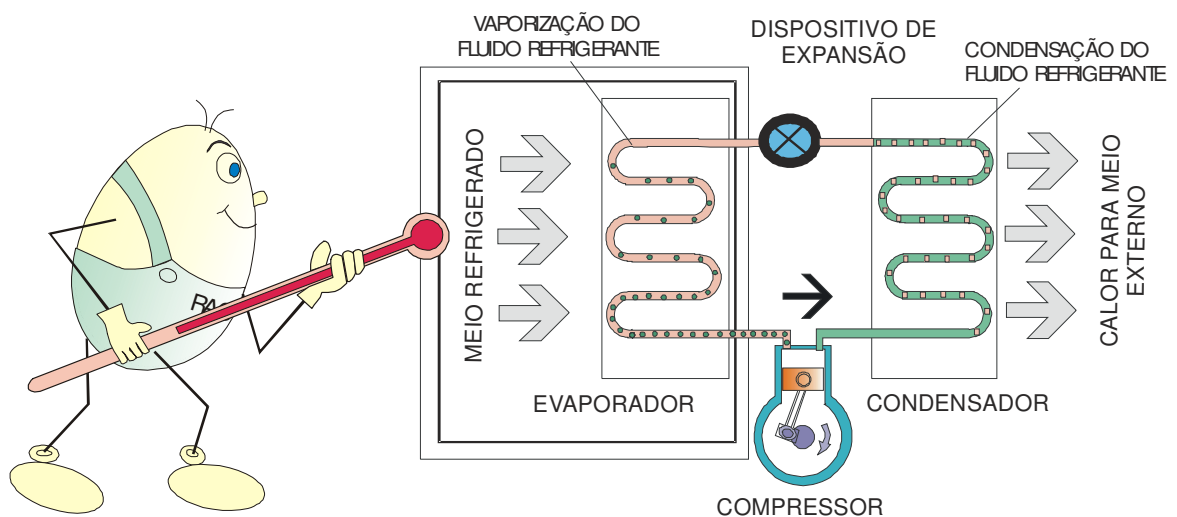


Figura 17- Ciclo de compressão de vapor

Em um sistema de refrigeração típico o fluido refrigerante entra no evaporador a baixa pressão na forma de mistura de líquido mais vapor e retira energia do meio interno refrigerado (energia dos alimentos) enquanto vaporiza-se e passa para o estado de vapor. O vapor entra no compressor onde é comprimido e bombeado, tornando-se vapor superaquecido e deslocando-se para o condensador que tem a função de liberar a energia retirada dos alimentos e resultante do trabalho de compressão para o meio exterior. O fluido ao liberar sua energia passa do estado de vapor superaquecido para líquido (condensa) e finalmente entra no dispositivo de expansão onde tem sua pressão reduzida para

novamente ingressar no evaporador e repetir-se assim o ciclo. Esse processo é ilustrado através da tabela 8 e da figura 17.

Tabela 8– Processos termodinâmicos ocorrendo num ciclo de refrigeração.

Componente	Características da transformação sofrida pelo fluido refrigerante
Evaporador	Vaporização do fluido refrigerante à baixa pressão
Compressor	Compressão do fluido refrigerante
Condensador	Condensação a uma pressão elevada
Dispositivo de Expansão	Expansão do fluido refrigerante

Os sistemas de climatização utilizam-se destes mesmos princípios. A diferença é que no ciclo reverso (ciclo quente) o evaporador passa a atuar como condensador e vice e versa.

Quando falamos em “climatizar ambientes” estamos nos referindo ao processo de tratamento de ar em recintos fechados, de modo a controlar simultaneamente a sua temperatura, umidade, pureza e movimentação, para obtenção de um ambiente mais agradável.

Para que isso aconteça é necessário que se coloque o ar de um recinto fechado em movimento contínuo, fazendo-o passar por elementos de tratamento de temperatura e umidade.

Há diversos sistemas de distribuição de ar. Há sistemas de distribuição de zona única que atendem a apenas um recinto (um auditório por exemplo) e há sistemas de zonas múltiplas como o caso do condicionamento de diversas salas com controles individuais. Neste texto, focaremos nossa atenção aos sistemas de zona simples conforme ilustrado na Figura 18.

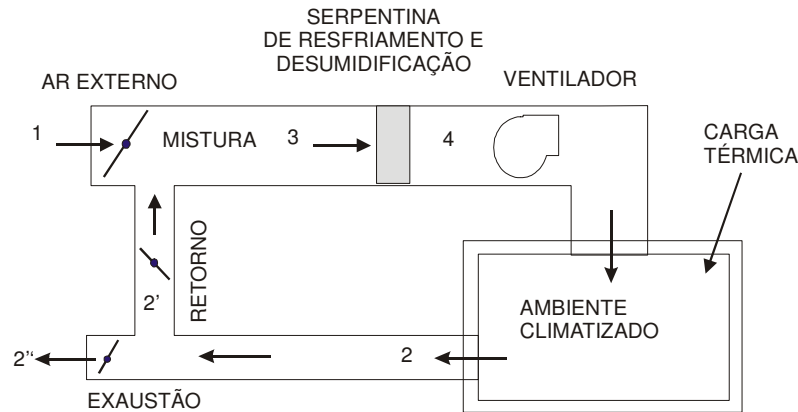


Figura 18– Sistema de climatização de zona simples.

Pode-se notar que nestes sistemas de zonas simples, tem-se o controle da taxa de renovação de ar externo através da tomada de ar externo. Pode-se observar também na Figura 18 que o ar de retorno é misturado com o ar de renovação para depois passar pelos processos de tratamento como resfriamento, desumidificação ou aquecimento. Alguns sistemas splits têm possibilidade de renovação de 25% do ar.

Atualmente, há Portaria Ministerial nº 3523/98 que obriga os estabelecimentos climatizados a garantirem uma taxa mínima de renovação de 27 m<sup>3</sup>/h por pessoa no recinto. Valores menores (de 17 m<sup>3</sup>/h) podem ser aceitos em determinação condições previstas na Resolução 176/2000. A qualidade do ar interior é muito dependente da qualidade do ar exterior, pois a principal forma de controlar a qualidade do ar interior é através da renovação do ar interno pela introdução de ar externo. Um estudo da NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) mostrou que a maioria dos problemas de qualidade do ar interior deve-se à inadequada renovação de ar externo (ventilação), conforme ilustrado na Figura 19.



## 9 - SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO

Os principais equipamentos de climatização utilizados no mercado são os aparelhos de janela, os aparelhos tipo splits (divididos), os self-contained (centrais compactas) e os sistemas de água gelada.

Os aparelhos tipo splits são equipamentos bastante adaptáveis ao ambiente em termos estéticos e funcionam com baixo nível de ruído, uma vez que seu compressor fica na parte externa junto ao condensador.



A aplicação dos splits pode ser realizada junto ao piso, na parede próxima ao teto (tipo piso-teto) e até embutido no gesso (tipo cassete). Na Figura 20 ilustramos a unidade evaporadora de um split tipo de parede.



Figura 20- Ilustração da Unidade Evaporadora de um split tipo parede da Austin



## 10 - TIPOS DE SPLITS

Os equipamentos de condicionamento de ar do tipo dividido, ou “split-system”, são máquinas que apresentam como características principais a fácil adaptabilidade ao ambiente, o baixo nível de ruído e o baixo consumo de energia. O funcionamento destes equipamentos se baseia na divisão do sistema de refrigeração em duas partes.



Figura 21 – Ilustração de um sistema split

Dessa forma é possível alocar os componentes de maior nível de ruído na unidade externa ao ambiente condicionado (compressor e condensador), obtendo assim um menor nível de ruído.

No ambiente climatizado fica apenas a unidade evaporadora composta pelo sistema de movimentação de ar e pelo trocador de calor.

Classificamos os “splits” com relação ao tipo construtivo de sua unidade evaporadora. Dessa forma temos comercialmente os seguintes tipos e/ou modelos:



## 11 - PRINCÍPIOS DE UMA BOA INSTALAÇÃO

Para instalação de qualquer equipamento, devemos inicialmente preparar os materiais, ferramentas e equipamentos garantindo assim que a instalação transcorra de maneira ágil e organizada.

A primeira fase do trabalho é a preparação do local. Nesse momento devemos marcar a posição das máquinas de acordo com o projeto recebido. Na falta de um projeto devemos seguir o que é indicado no manual do equipamento. Escolhemos a melhor posição para as unidades evaporadora e condensadora (Figura 22).

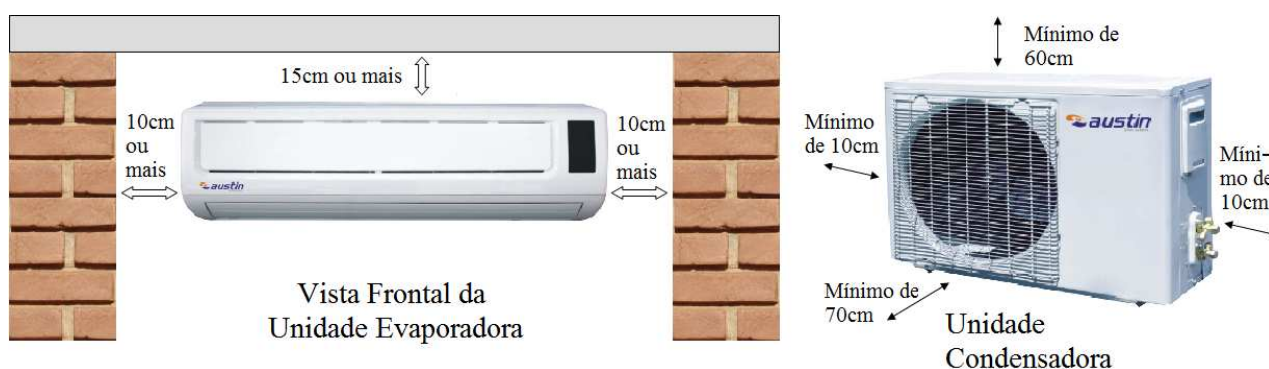


Figura 22 – Posicionamento das unidades evaporadora e condensadora

Para tanto, devemos pensar no caminho de passagem das tubulações de cobre para interligação das unidades e na forma de instalação do dreno. Verificamos a disponibilidade de pontos de força e analisamos a estrutura física disponível no local da instalação para verificar se o mesmo suporta o peso das unidades. Tudo isso vai interferir na decisão final de posicionamento das unidades interna e externa.

Geralmente as seguintes considerações devem ser realizadas no momento de se posicionar as unidades:

- O local não deve ter obstáculos para a entrada e a saída de ar e respeitar distâncias mínimas. Não instalar a evaporadora de tal forma que ocorra curto circuito, isto é jogar o ar diretamente para um obstáculo, que fará com que o fluxo possa retornar para a sucção do aparelho.
- Verificar a existência de caixa sifonada para instalação de dreno.

- Verificar se a alvenaria suportará o peso das unidades. Lembre-se que nem sempre as marquises foram projetadas para suportar peso extra. Solicite apoio de um engenheiro civil quando tiver dúvida nesse sentido.
- Cuidado com as lâmpadas fluorescentes, pois pode haver interferência eletromagnética no sinal de controle enviado para a evaporadora.
- Lembrar que o local da instalação do equipamento deve permitir a manutenção futura.

A unidade condensadora (externa) se interliga à unidade evaporadora (interna) através de uma tubulação de cobre e de um cabo elétrico que garante a ligação dos circuitos de comando e de força entre as unidades.

O furo na parede para a passagem das tubulações de cobre e do cabo elétrico deve ser realizado da seguinte forma:

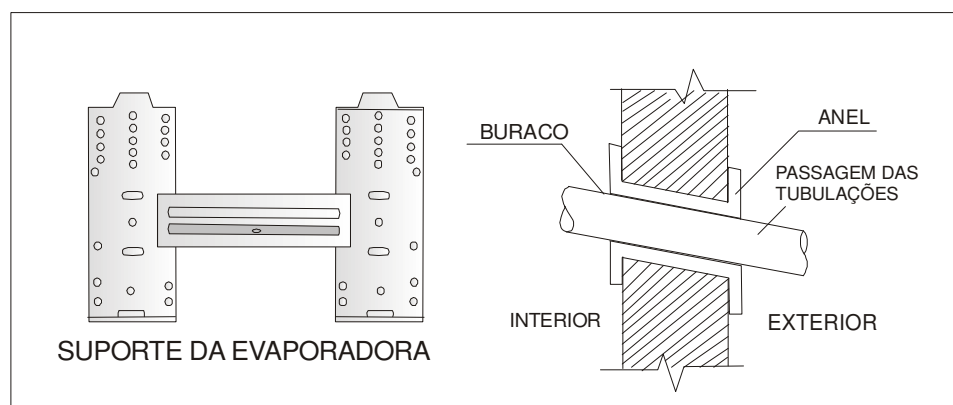


Figura 23- Detalhe do furo na parede para interligação

Para interligação do circuito refrigerante entre as unidades é utilizada uma tubulação de cobre, cujo diâmetro é definido pela capacidade do sistema, pelo comprimento da tubulação e pelo desnível entre as unidades. Cada fabricante apresenta tabelas relacionando o desnível e o comprimento máximo entre as unidades, que é calculado levando-se em conta as curvas e restrições. Como exemplo, temos as especificações retiradas do catálogo completo da Austin do Brasil de um equipamento específico.



<b>KFR-88GW</b>	
Capacidade(BTU/h)	30000
Tensão (V)/Fase	220-1F
Consumo(W)	3190/3390
Nível de ruído - int./ext. (dB)	43/49 - 59
Área de Aplicação	50-60
Comp. Maximo da tabulação (m)	20
Desnivel máximo (m)	10
Linha líquida;sucção (pol)	3/8;5/8
<b>Dimensões:</b>	
Unidade interna(LxPmmxA)	1250x325x220
Unidade externa(LxPmmxA)	900x330x840
Peso líquido - int./ext. (kg)	19/83

Figura 24 – Características do Split Modelo KFR-88GW

Definidos os diâmetros, comprimentos e desníveis, podemos realizar a instalação das tubulações. Primeiro marcamos o trajeto das tubulações e realizamos os procedimentos necessários à passagem desta tubulação. Após, devemos preparar as tubulações realizando a flange, a verificação de estanqueidade, e o isolamento.

Os procedimentos de flange, pressurização da linha para verificação de vazamentos, limpeza interna e isolamento da tubulação deverão, preferencialmente, ser realizados fora do local de instalação. Deste modo diminui-se a possibilidade de danos ao material, ao ambiente a ser climatizado e garante-se mais segurança para o instalador.

Dependendo da posição das unidades evaporadora e condensadora, devemos prever na tubulação a instalação de sifões, que terão distintas finalidades dependendo das posições.

- Quando a unidade condensadora estiver acima da unidade evaporadora, deverá ser executado um sifão na linha de sucção para cada 3,00 m de desnível entre unidades. Este procedimento é feito para possibilitar o retorno de óleo ao compressor.

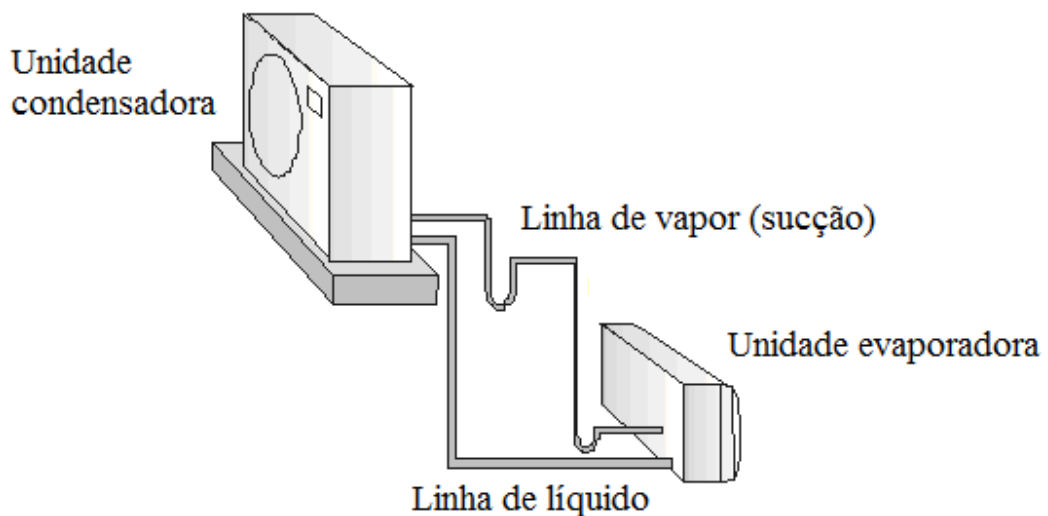


Figura 25- Instalação de sifão nas linhas de fluido refrigerante

- Quando a unidade evaporadora estiver acima da unidade condensadora deverá ser executado um sifão na saída da unidade evaporadora, na linha de sucção, sendo que o mesmo deverá ter sua curva superior em um nível acima da unidade evaporadora. Deste modo evita-se o retorno de líquido ao compressor após o desligamento do sistema.

Para interligação elétrica das unidades, utilizamos dois cabos: um cabo para interligação da força e outro cabo para interligação dos comandos.

Definidos os cabos e suas bitolas de acordo com o equipamento, anexamos os cabos à tubulação de cobre já isolada, formando deste modo um conjunto único. Aplicamos uma fita vinílica ao conjunto para produzir o que se chama de “barreira de vapor”, de forma a evitar a condensação e a deterioração precoce do isolamento da tubulação de fluido.

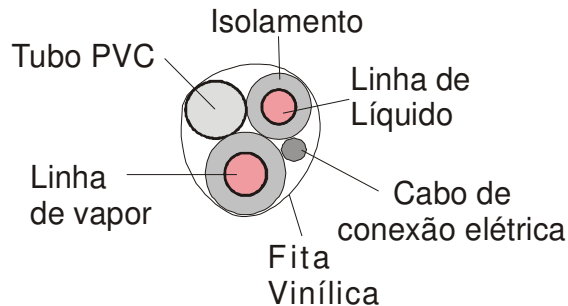


Figura 26 – Barreira de vapor na tubulação

Próximo à unidade condensadora ou evaporadora deverá ser instalada uma tomada de força para ligação do equipamento, o local onde deve ser instalado esse ponto de força irá depender do modelo do equipamento, alguns possuem a alimentação na unidade condensadora e outros na unidade evaporadora. Esta tomada deverá ser dimensionada de acordo com a capacidade do equipamento. Não devemos esquecer-nos da instalação do fio terra.

Um detalhe importante na instalação é o correto posicionamento das unidades com relação a paredes, pisos, tetos e obstruções.

A unidade evaporadora deve ser posicionada sempre de modo que o fluxo de ar de insuflamento seja paralelo à parede com maior comprimento. Deve-se, sempre que possível, centralizar o aparelho na parede respeitando-se os afastamentos mínimos. A unidade deverá ser instalada no mínimo a 1,50 m de altura e a 0,30 m de distância das paredes laterais e do teto. Esses afastamentos são importantes para evitar o retorno e o curto-circuito do ar.

A unidade condensadora deverá ser instalada em local plano e nivelado. Esse local deverá possuir resistência estrutural suficiente para sustentar a unidade e o pessoal de manutenção. O local escolhido deve ter espaço suficiente para garantir os afastamentos necessários e para a realização dos procedimentos de instalação e manutenção. Quando houver mais de uma unidade condensadora instalada no local deverão ser respeitadas as distâncias mínimas previstas no catálogo do equipamento.

Os afastamentos recomendados são os seguintes: 20 centímetros entre a unidade condensadora e as paredes, traseiras e laterais; 40 centímetros entre as unidades condensadoras, de modo que os



## *12 - INTERLIGAÇÃO ENTRE AS UNIDADES*

As tubulações de cobre que interligam as unidades evaporadora e condensadora devem ser cortadas utilizando-se de cortadores apropriados, eliminando-se riscos de se deixar limalhas dentro dos tubos.

O corte dos tubos deve ser feito usando-se um cortador de tubos. Este procedimento consiste em dar um pequeno aperto no parafuso de ajuste e em seguida uma volta completa ou mais, para fazer o primeiro sulco no tubo. Em seguida aperta-se mais um pouco o parafuso de ajuste, até sentir uma pequena resistência. A seguir, repete-se a volta do cortador pelo tubo.

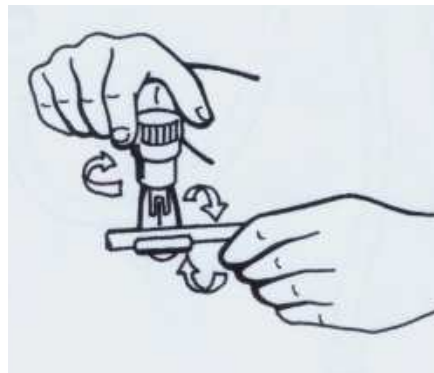


Figura 27- Processo de corte de tubos

Após o corte faz-se necessário o escareamento interno das bordas do tubo. Isso facilitará o flangeamento.

A junção das tubulações de cobre com os respectivos equipamentos (evaporador e condensador) é realizada por meio de conexões rosqueadas (porcas flanges), que irão realizar essa conexão com a devida vedação. Para flangear tubulações de cobre utilizamos o bloco de flangear (flangeador), segue na figura 28 uma exemplificação deste processo.

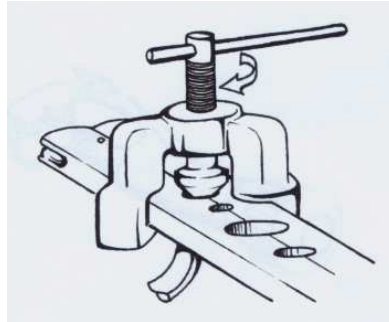


Figura 28- Conjunto completo para realização de flangeamento.

Esta ferramenta tem cavidades de diferentes bitolas para acomodar os diferentes diâmetros da tubulação. Depois de a tubulação estar presa na posição adequada no flangeador, a ponta do fangeador é aproximada da borda da tubulação através de seu parafuso de avanço até encontrar a mesma. Uma pequena quantidade de óleo garante um flange liso.

Para a perfeita realização do flangeamento, faz-se necessário alguns cuidados: Um deles é fixar muito bem o tubo de cobre na tábua de flange, deixando um pequeno ressalto (aproximadamente 3mm).

O alargador de tubos é uma ferramenta utilizada para aumentar o diâmetro interno das tubulações com o objetivo de realizar uniões por brasagem. O seu uso tem o auxílio de um martelo e de uma tábua de flange, onde o tubo a ser alargado é preso. Após cada golpe de martelo é importante girar o alargador com a mão, com objetivo de afrouxá-lo, para que no final do processo ele se solte do tubo com facilidade. O alargamento pode ser realizado segurando a tábua com a mão ou fixando-o em uma morsa.

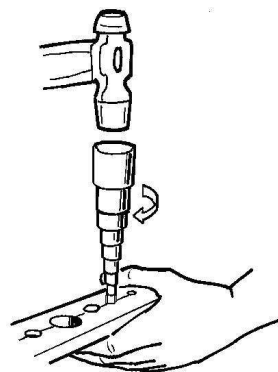


Figura 29- Processo de alargamento da flange



### 13 - CONCLUSÃO DA INSTALAÇÃO

Após a montagem das tubulações de cobre é importante a realização do teste de estanqueidade. Para tanto, conectamos a mangueira central do manifold (cor amarela) no cilindro de nitrogênio com as válvulas ainda fechadas, conforme ilustrado a seguir.

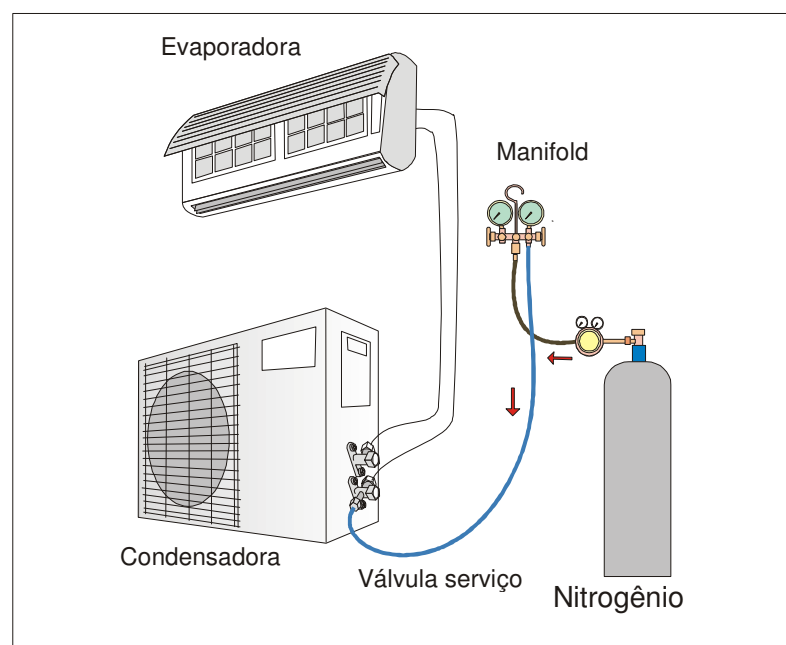


Figura 31- Ilustração do teste de estanqueidade

Em geral, são utilizadas pressões da ordem de 200 a 250 psi para o teste de estanqueidade. Depois se pode utilizar espuma de sabão sobre as conexões para verificação de vazamentos. Detectores eletrônicos também podem ser utilizados.

A realização de vácuo e desidratação da linha de fluido antes da abertura dos registros é muito importante. O vácuo tem por objetivo reduzir a pressão interna, fazendo com que a temperatura de evaporação da umidade (vapor d'água) existente no interior do tubo aconteça na temperatura ambiente. Para a realização deste procedimento utilizam-se bombas de vácuo de duplo estágio. Isso porque uma bomba alternativa ou rotativa de único estágio não atenderia às necessidades no que se refere aos níveis de vácuo recomendados, ou seja, com uma bomba de vácuo alternativa ou rotativa

de único estágio não conseguiríamos evaporar a água na temperatura ambiente. Para controlar a pressão precisamos também de um vacuômetro de preferência digital.

Os passos para a realização do vácuo são: conectar a mangueira de baixa na válvula de serviço, mantendo o registro fechado. Conectar a mangueira central do manifold na bomba de vácuo. Instalar o vacuômetro. Com as válvulas de serviço fechadas, abrir o registro de baixa do manifold e ligar a bomba até a pressão atingir aproximadamente 300 microns de Hg. Após atingir o vácuo, fechar o registro de baixa do manifold e desligar a bomba. A seguir, com ajuda de uma chave de boca, retire as tampas das válvulas de serviço e abra as válvulas com o auxílio de uma chave Allen para liberar o fluido refrigerante da linha. Abra primeiro a linha de líquido.

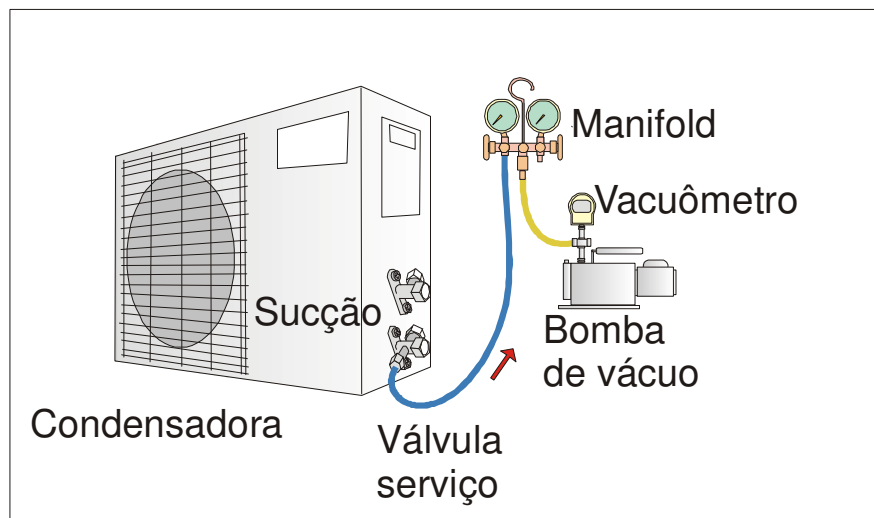


Figura 32- Ilustração do procedimento para realização de vácuo

O posicionamento dos equipamentos varia de acordo com as características construtivas do ambiente, por tanto o tamanho da linha de fluido refrigerante pode variar de uma instalação a outra. Devido este fato é necessário realizar determinados testes e se necessário completar a carga de fluido. Cada fabricante apresenta em seus catálogos as quantidades adequadas para tanto, já que os sistemas já vêm com uma quantidade de fluido que atende linhas de até 3 metros de comprimento.

Para garantir o bom funcionamento do sistema é muito importante que se realize o teste de superaquecimento. O grau de superaquecimento pode ser entendido como a diferença de temperatura

do fluido à entrada do compressor em relação à Temperatura do evaporador. Se esse valor é muito elevado há problemas com a viscosidade do óleo do compressor. Se o superaquecimento for muito baixo há perigo de entrada de fluido refrigerante líquido no compressor.

O cálculo do superaquecimento (SA) pode ser realizado da seguinte forma:

$$SA = T \text{ sucção} - T \text{ evap}$$

Onde a T sucção é a temperatura lida diretamente na linha de sucção utilizando-se de um termômetro em contato com a linha. Já a T evap é obtida utilizando-se a pressão que lemos no manômetro de baixa, consultando-se uma tabela de pressão versus temperatura de saturação para o fluido refrigerante (suponha que seja o R22). A faixa considerada ideal para o superaquecimento é de 5 a 7 graus. A faixa aceitável é de 4 a 9 graus Celsius. Observe a Figura 33.

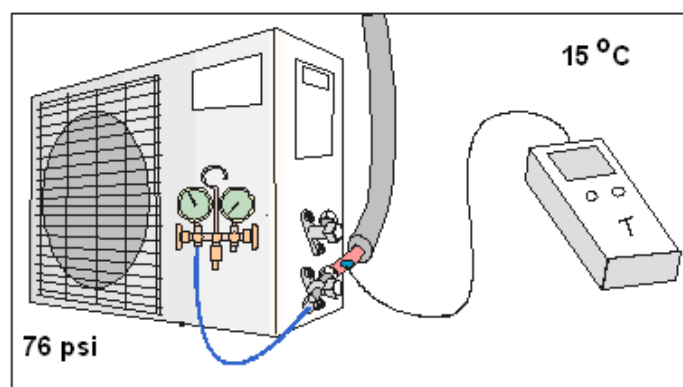


Figura 33 - Medição do grau de superaquecimento

Se o superaquecimento for menor do que 5°C recomenda-se retirar fluido refrigerante da linha. Se o grau for maior que 7°C, recomenda-se adicionar refrigerante à linha. Como exemplo, considere que a pressão lida na sucção seja de 76 psi. Considere também que a temperatura do fluido lida diretamente na linha de sucção é de 15°C.

Nesse caso, na tabela que relaciona a temperatura com a pressão de saturação, obtemos que a temperatura do fluido refrigerante é de 6,9°C. Sabemos disso porque a pressão foi lida na saída do evaporador. Logo, como o fluido está na forma de uma mistura, podemos ler diretamente a



## *AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM –*

### *INSTALAÇÃO DE SPLITS*

1) Em relação à temperatura e ao calor podemos afirmar:

- a)  a temperatura representa a quantidade de calor presente no corpo.
- b)  o calor é a energia em trânsito de um corpo quente para outro frio.
- c)  a temperatura é uma medida do calor transferido embora as substâncias puras mantenham a sua temperatura durante a mudança de fase.
- d)  temperatura e calor possuem as mesmas unidades de medida.
- e)  calor e temperatura significam a mesma coisa

2) Sobre o mecanismo de condução assinale a afirmativa correta.

- a)  a condução não exige o contato entre os corpos para ocorrer.
- b)  transmitir energia térmica de um átomo a outro dentro de um sólido caracteriza a condução de calor.
- c)  o mecanismo da condução só ocorre em fluidos.
- d)  a condução transporta energia através de ondas eletromagnéticas.
- e)  as madeiras são melhores condutores do que os metais

3) Dos mecanismos de transmissão de calor listados abaixo, assinale qual pode ocorrer no vácuo.

- a)  condução e convecção
- b)  convecção e radiação
- c)  radiação e combustão
- d)  radiação apenas
- e)  nenhuma transferência de calor acontece no vácuo

4) Em algumas pontes uma extremidade das vigas é ligada rigidamente ao pilar enquanto que a outra se apóia em placas de chumbo e guarda um intervalo de separação entre a mesma e a extremidade da viga seguinte. Esta técnica é usada para se ter:

- a) ( ) Possibilidade de variação do comprimento da viga decorrente da variação da temperatura
- b) ( ) Amortecimento das vibrações de tráfego
- c) ( ) Escoamento para água da chuva
- d) ( ) evitar a trepidação
- d) ( ) n.d.a.

5) Qual alternativa onde constam as grandezas que contribuem para a carga térmica latente e sensível ao mesmo tempo?

- a) ( ) ar externo de renovação e ocupantes
- b) ( ) iluminação
- c) ( ) insolação através das janelas
- d) ( ) equipamentos e iluminação
- e) ( ) nenhuma alternativa das anteriores

6) Observando as escalas termométricas (para medição de temperatura), observamos que 32 °F corresponde a:

- a) ( ) 0 °C
- b) ( ) 100 °C
- c) ( ) 50 °C
- d) ( ) 40 °C
- e) ( ) 212 °C

7) O consumo de um aparelho que consome 1,5kW ligado durante 5 horas por dia durante 20 dias por mês é:

- a) ( ) 150 kW.h
- b) ( ) 3.000 W
- c) ( ) 100 kJ
- d) ( ) 20 kW.h
- e) ( ) n.d.a.

8) Na instalação de um equipamento de condicionamento de ar do tipo split é muito importante observar alguns passos que são necessários a uma boa execução do serviço. Qual das opções abaixo é a mais correta, quando da execução das linhas de tubulação?

- a) ( ) Instalação da tubulação, do isolamento, da fiação elétrica e carga de fluido;
- b) ( ) Carga de fluido, evacuação da linha, carga de óleo e pressurização com nitrogênio;
- c) ( ) Instalação das unidades interna e externa, interligação das tubulações, isolamento das linhas de cobre, teste de estanqueidade, realização de vácuo na linha, carga de fluido, ligação elétrica e medição do superaquecimento;
- d) ( ) Instalação da tubulação, do isolamento, da fiação elétrica, da fita vinílica e evacuação da linha;
- e) ( ) Desidratação, soldagem da tubulação e isolamento.

9) O evaporador de um equipamento de condicionamento de ar do tipo split, modelo “high-wall” ou de parede, deve ser instalado respeitando-se algumas distâncias mínimas de afastamento das paredes, assinale abaixo a opção correta.

- a) ( ) 0,3 m das paredes e altura mínima de 1,5 m do chão;
- b) ( ) 0,1 m das paredes e altura mínima de 1,0 m do chão;
- c) ( ) 0,9 m das paredes e altura mínima de 0,5 m do chão;
- d) ( ) 0,3 m das paredes e altura mínima de 1,2 m do chão;
- e) ( ) 0,45 m das paredes e altura mínima de 2,5 m do chão.

10) Para posicionamento de um condicionador de ar do tipo split em que a unidade evaporadora se encontra posicionado acima do nível da unidade condensadora, o sifão deverá ser posicionado de que modo nas linhas de sucção e descarga.

- a) ( ) Um sifão na linha de descarga e outro na linha de sucção;
- b) ( ) Um sifão na linha de descarga e nenhum na linha de sucção;
- c) ( ) Nenhum sifão na linha de descarga e um na linha de sucção;
- d) ( ) Nenhum sifão na linha de descarga e nenhum na linha de sucção;
- e) ( ) Um sifão na linha de descarga e dois na linha de sucção.

11) Após a colocação das linhas é necessário realizar alguns procedimentos para prepará-las para o funcionamento, assinale a opção correta.

- a) ( ) Evacuação apenas seguida de carga de fluido;
- b) ( ) Limpeza interna com fluido apropriado;
- c) ( ) Pressurização da linha, teste de vazamento e evacuação
- d) ( ) Teste de estanqueidade e limpeza;
- e) ( ) Todas estão corretas.

12) Alguns equipamentos de condicionamento de ar do tipo split têm a tomada de força localizada na unidade evaporadora. Para ligação elétrica do equipamento são necessários alguns cuidados, assinale a opção correta.

- a) ( ) Fazer uma extensão elétrica a partir de uma tomada já existente;
- b) ( ) Utilizar uma tomada próxima ao equipamento;
- c) ( ) Dimensionar um circuito novo a partir do quadro principal, com 3 fios (fase, neutro e terra) e disjuntor específico;
- d) ( ) Aterrar o equipamento direto no neutro da tomada;
- e) ( ) Usar um circuito de iluminação para ligar o equipamento.

13) Normalmente os equipamentos de condicionamento de ar do tipo split vêm com carga de fluido suficiente para até 3m de tubulação de interligação das unidades condensadora e evaporadora. No caso da tubulação ter um comprimento maior que este devemos acrescentar fluido para que o equipamento funcione de maneira adequada. Assinale as opções que indicam os meios de verificação da carga de fluido necessária.

- a) ( ) Medição da temperatura da condensadora;
- b) ( ) Medição do grau de Superaquecimento;
- c) ( ) Corrente do compressor;
- d) ( ) Funcionamento do ventilador;
- e) ( ) Aquecimento do condensador.

14) Para escolha da fiação necessária a realização do circuito elétrico de ligação do equipamento de condicionamento de ar do tipo split devemos utilizar o seguinte método.

- a) ( ) Usar a mesma fiação do local onde será instalado o equipamento;
- b) ( ) Verificar no manual qual a fiação indicada;
- c) ( ) Escolher um fio bem grosso;
- d) ( ) Não há necessidade de escolher a fiação é só usar a mesma, sempre;
- e) ( ) Utilizar uma ligação trifásica.

15) A tubulação de interligação das unidades deve ser executada de maneira a minimizar as perdas de calor e possibilitar ao fluido deslocar-se da melhor maneira possível. Assinale a alternativa mais correta para que isso aconteça.

- a) ( ) Colocar o isolamento mais espesso possível;
- b) ( ) Posicionar as unidades no menor desnível e distância, utilizar o isolamento indicado no manual do equipamento e envolver o isolamento e fiação com fita vinílica;
- c) ( ) Utilizar a espessura de isolamento mínima;
- d) ( ) Usar curvas acentuadas e restrições de diâmetro;
- e) ( ) Após a colocação do isolamento e da fiação envolve-las com fita isolante..

16) Sobre um split com uma unidade condensadora e uma unidade evaporadora assinale a alternativa incorreta.

- a) ( ) o fluido que passa pelo condensador está a uma pressão maior que o fluido na unidade evaporadora
- b) ( ) o sistema funciona em dois níveis de pressão: pressão de alta e pressão de baixa
- c) ( ) o compressor está localizado na unidade condensadora, que fica na parte interna do ambiente climatizado
- d) ( ) o fluido refrigerante que passa através da unidade evaporadora está vaporização
- e) ( ) o fluido refrigerante que atravessa o condensador está sofrendo uma condensação.

17) A função da válvula reversora nos aparelhos quente e frio é:

- a) ( ) comandar o acionamento do compressor
- b) ( ) medir a temperatura do condensador
- c) ( ) direcionar o sentido da circulação do fluido refrigerante, de acordo com o modo de operação selecionado
- d) ( ) comandar o volume de degelo
- e) ( ) nenhuma das anteriores

18) A desidratação das linhas e do trocador interno é importante em uma instalação?

- a) ( ) Não, porque os aparelhos splits já vem com um gás na condensadora
- b) ( ) Sim porque é comum que eles venham cheios de água
- c) ( ) Não porque funciona de qualquer forma pois o aparelho se auto-regula
- d) ( ) Sim, porque garante a eliminação de umidade interna que possa existir.
- e) ( ) nenhuma das anteriores

19) O valor do vácuo adequado para a desidratação da linha durante a instalação ou manutenção dos splits é?

- e) ( ) 20 Amperes
- b) ( ) Maior que 500V
- c) ( ) Entre 300 e 500  $\mu\text{m}$  de Hg
- d) ( ) Maior que 250 ohms
- e) ( ) Entre 500 e 1000  $\mu\text{m}$  de Hg

20) Um técnico realizou a medição da temperatura de sucção de uma linha de fluido refrigerante R22, obtendo  $7^{\circ}\text{C}$ . A leitura no manômetro indicou uma pressão de sucção de 60psi. Qual o grau de superaquecimento do sistema?

- a) ( )  $4,0^{\circ}\text{C}$
- b) ( )  $6,2^{\circ}\text{C}$
- c) ( )  $9,2^{\circ}\text{C}$
- d) ( )  $7,2^{\circ}\text{C}$
- e) ( )  $12,2^{\circ}\text{C}$

Questão	Alternativa
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	