



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ – UFPA
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA – FEM
CAMPUS TUCURUI – CAMTUC

Thales de Souza Teixeira

**CURSO BÁSICO DE MANUTENÇÃO DE CLIMATIZADORES
DOMÉSTICOS PARA ALUNOS DE ENSINO DE JOVENS E
ADULTOS DO MUNICÍPIO DE TUCURUÍ**

TUCURUI – PA

2014

Thales de Souza Teixeira

**CURSO BÁSICO DE MANUTENÇÃO DE CLIMATIZADORES
DOMÉSTICOS PARA ALUNOS DE ENSINO DE JOVENS E
ADULTOS DO MUNICÍPIO DE TUCURUÍ**

Trabalho de conclusão de curso apresentado para obtenção de grau de bacharel em engenharia mecânica, na Universidade Federal do Pará campus Universitário de Tucuruí, sob a orientação do prof. M.Sc. Jessé Luiz Padilha.

TUCURUI – PA

2014

Thales de Souza Teixeira

**CURSO BÁSICO DE MANUTENÇÃO DE CLIMATIZADORES
DOMÉSTICOS PARA ALUNOS DE ENSINO DE JOVENS E
ADULTOS DO MUNICÍPIO DE TUCURUÍ**

Trabalho de conclusão de curso apresentado para obtenção de grau de bacharel em engenharia mecânica, Universidade Federal do Pará campus Universitário de Tucuruí sob a orientação do prof. M. Jessé Luís Padilha.

Data de Defesa: ___/___/___

Conceito: _____

Banca Examinadora:

Prof. Orientador Jessé Luís Padilha
M.Sc. em Engenharia Mecânica
Universidade Federal do Pará – UFPA

Prof.^a Herica Daniele Costa Araújo
M.Sc. em Engenharia Química
Universidade Federal do Pará – UFPA

Eng. Edileno Miranda Cordovil
Engenheiro mecânico – Eletrobras/Eletronorte – Centrais elétricas do norte do Brasil S/A.

“A todos aqueles que me ajudaram nessa importante conquista...”

Thales de Souza Teixeira

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar esperança nos momentos de maior aflição e ser meu abrigo seguro na minha vida acadêmica.

A Universidade Federal do Pará, por todo conhecimento acadêmico repassado a minha pessoa nestes 5 anos.

Ao meu pai, Paulo Alves Teixeira, por qual devo toda minha visão da vida e percepção do futuro a que ele sempre me transmitiu.

A minha mãe, Maria Vanderlan de Souza Teixeira, por ser minha fonte de reflexão nas horas difíceis e por seu apoio maternal que nunca Deus lhe deixou faltar.

Ao meu padrasto Nerivan Brandão Ramos, e madrasta, Ana Cleide dos Santos Teixeira, por sempre serem cordiais, fraternais e compreensíveis com a minha pessoa.

As minhas irmãs (Laysa, Sthefany e Sophia), pois em um futuro bem próximo poderei dividir um pouco da experiência que obtive na minha vida, tanto acadêmica quanto pessoal com elas.

Aos meu estimado amigo Gentil da Costa e Silva Filho, por ser um dos poucos que viram e viveram minha situação e foi mais que um amigo nas horas difíceis.

Ao meu examinador, Edileno Miranda Cordovil, por ter me passado sua experiência de forma categórica no desenvolvimento deste trabalho e ter sido um grande parceiro nos momentos mais embaraçosos.

Aos técnicos da Universidade Federal do Pará, Danilo Silva Santos e Cléber Pereira Corrêa, pela grande ajuda para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço também ao professor orientador Jessé Luís Padilha, pela compreensão, paciência e companheirismo para a elaboração deste trabalho, e também por ajudar não só eu, mas muitos outros colegas de turma para podermos alcançar nossos objetivos.

A todos que me ajudaram nesta longa caminhada, que são muitos, tantos que somente neste espaço não seria possível relatar...

Thales de Souza Teixeira

“O topo da inteligência é alcançar a humildade...”

Textos Judaicos

RESUMO

Este trabalho consiste na elaboração de um curso básico na área de climatização doméstica, focando principalmente os equipamentos de condicionamento de ar na cidade de Tucuruí. A climatização de ambientes é uma necessidade devido as altas temperaturas e umidades registradas, tornando-se necessário a utilização de aparelhos de climatização para o conforto térmico das pessoas. Tendo em mente que estes equipamentos precisam de manutenção regular, as empresas de refrigeração tem a necessidade de obter uma mão-de-obra com o mínimo de qualificação para a realização dos seus serviços. O Grupo de Pesquisa em Refrigeração e Ar Condicionado (GPRAC), tornou possível a realização de um curso de extensão voltado para esse setor da engenharia, visando o público das escolas de Ensino para Jovens e Adultos (EJA), com a intenção de não somente transmitir o conhecimento técnico, mas também em incentivar esses alunos a seguir uma carreira acadêmica em um futuro próximo.

Palavras-chave: climatização, extensão, treinamento, condicionadores de ar, manutenção.

ABSTRACT

This work is the development of a basic course in the area of climate control, focusing mainly on the air conditioning equipment. In Tucuruí region, the ambient air conditioning becomes a necessity due to the high temperatures and humidities recorded, making it necessary to use air conditioners for thermal comfort of people. Keeping in mind that these devices need regular maintenance, refrigeration companies see the need for a skilled, qualified labor for the realization of their services. The GPRAC (Research Group in Refrigeration and Air Conditioning), made possible the realization of a extension course facing this sector of engineering, targeting public school education for youth and adults (EJA), with the intention of not only convey technical knowledge, but also to encourage these students to pursue an academic career in the near future.

Keywords: air conditioning, extension, training and development, air conditioners, maintenance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista da Escola Municipal de Ensino Fundamental Maria Fernandes de Medeiros Alves.	15
Figura 2. Palestra inicial para solução de dúvidas aos alunos selecionados pela diretoria da instituição de ensino.	16
Figura 3. Remoção do equipamento de ar condicionado Split.....	17
Figura 4. Análise do equipamento realizado na presença do técnico da instituição, Cléber Pereira Corrêa.....	18
Figura 5. Inserção de vácuo no sistema feito com o auxílio da bomba de vácuo .	19
Figura 6. Verificação do vácuo sendo analisado pelo manifold.	20
Figura 7. Momento da liberação do gás recolhido no compressor no sistema.	20
Figura 8. Equipamento funcionando perfeitamente, pronto para a utilização nas aulas práticas.....	21
Figura 10. Momento em que o egresso Eng. Edileno Miranda Cordovil realizou a palestra com os alunos do curso.	23
Figura 11. Demonstração de instrumentos de medição para os alunos.	23
Figura 12. Demonstração do funcionamento de um condicionador de ar tipo janela.	24
Figura 13. Exercícios práticos sendo realizados em laboratório.	25
Figura 14. Inserção de fluido refrigerante realizada com auxílio do instrutor do curso.....	26
Figura 15. Explicação do funcionamento de um sistema frigorígeno feito com o auxílio da bancada pertencente ao laboratório GPRAC.	27
Figura 16. Alunos participantes do curso.	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. JUSTIFICATIVA	3
3. OBJETIVOS	4
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
4.1. Conceito de treinamento	5
4.1.1. Porque treinar?	6
4.2. Termodinâmica	7
4.2.1. Primeira Lei da Termodinâmica	8
4.2.2. Balanço de energia para ciclo de refrigeração	10
5. METODOLOGIA	11
5.1. Elaboração do material de apoio	11
5.2. Divulgação do curso nas escolas públicas	14
5.3. Adequação de um equipamento de condicionamento de ar	16
5.4. Minистраção do curso (parte teórica)	21
5.4.1. Minистраção do curso (aulas práticas)	25
5.5. Término do curso	28
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
7. CONCLUSÕES	33
8. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	34
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
ANEXO I	37
APÊNDICE I	40
APÊNDICE II	42

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Universidade Federal do Pará, a extensão universitária é um processo educativo, cultural e científico que visa o ensino e a pesquisa, de uma forma que venha agregar e facilitar a relação transformadora entre a universidade e a sociedade com base na interlocução entre saberes, que tem como metas a evolução do conhecimento derivado do confronto com a realidade, a democratização do conhecimento acadêmico e a participação efetiva da comunidade na atuação da Universidade. Além de regularizadora desse processo de teoria/prática, a extensão universitária é interdisciplinar, favorecendo a visão integrada de todas as dimensões da realidade social.

A extensão promove uma relação entre a universidade e outros setores da sociedade e está voltada para as necessidades da maioria da população, atuando como implementadora de desenvolvimento regional e de políticas públicas. Esta relação é marcada pela ação de mão dupla, de troca de saberes, e de superação do discurso de hegemonia acadêmica, cujas ações são caracterizadas pelo seu caráter interdisciplinar, buscando a integração ensino-pesquisa-extensão, fundamental na formação de um profissional cidadão.

De uma forma geral, este trabalho tem como meta mostrar aos alunos do ensino básico o funcionamento e operação de um aparelho de ar condicionado (janela e Split), explicando conceitos básicos, mostrando as partes que compõem estes equipamentos de forma teórica e prática em laboratório e tendo exemplos práticos de manutenção básica destes aparelhos, preparando os mesmos para iniciarem no mercado de trabalho e alimentando a necessidade do mesmo em ingressar na faculdade, focando principalmente o curso de engenharia mecânica.

Os sistemas de ar condicionado estão presentes em edifícios de grande a pequeno porte, residências, comércios e indústrias. A utilização dos sistemas de refrigeração é indispensável, seja para o conforto térmico como para aplicações comerciais. Esse segmento vem crescendo a cada ano e, como consequência, cresce também a demanda de profissionais para a manutenção e instalação destes equipamentos.

A manutenção em condicionadores de ar é um ramo da refrigeração que vem crescendo muito, já que ele é um dos principais fatores responsáveis pelo conforto e bem-estar das pessoas, seja no trabalho, nos domicílios ou durante o lazer.

Entretanto, o bom funcionamento de um aparelho de condicionamento de ar está intimamente relacionado com aspectos técnicos e operacionais que vão desde a escolha do equipamento certo para atender determinada situação até a sua correta manutenção, garantindo que o equipamento irá funcionar de maneira tecnicamente correta.

Atualmente, o mercado consumidor de condicionadores de ar na cidade de Tucuruí, se ressentente pela falta de bons profissionais que possam atender aos consumidores e usuários desses equipamentos domésticos que equipam quase todos os ambientes da sociedade. Nesse cenário, impõe-se a educação voltada a esse tipo de conhecimento, exigindo que as pessoas busquem aprimorar suas qualidades neste ramo da engenharia.

É preciso promover para os alunos da educação básica, as condições que propiciem o desenvolvimento de novas formas de aprender, favorecendo o trabalho de equipe, a pesquisa, a iniciativa e a criatividade, entre outros aspectos, ampliando suas possibilidades de atuar com autonomia no mercado de trabalho e dando-lhes uma oportunidade de adquirir conhecimento técnico em uma instituição de ensino superior para que possam se familiarizar com o ambiente acadêmico que os mesmos podem vir a seguir no futuro.

2. JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento do curso de climatização para os alunos do ensino de jovens e adultos (EJA) se deu pelo fato de que a faculdade, como um meio facilitador de obtenção do conhecimento para a comunidade por meios de projetos de extensão, observou a necessidade dos indivíduos que estudam no ensino público tem em obter um conhecimento básico para obtenção de alguma renda e conhecimento extra.

Neste caso, o curso ministrado pode proporcionar esta capacidade e ainda tornar possível a aproximação desses alunos ao ambiente acadêmico, empregando aos mesmos um contato direto com o laboratório, no caso, do GPRAC (Grupo de Pesquisa em Refrigeração e Ar Condicionado), fomentando o desejo dos mesmos de ingressarem na vida acadêmica em um futuro próximo.

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem por finalidade a elaboração de um curso básico na área de climatização comercial, voltado especificamente para a montagem e manutenção de aparelhos condicionadores de ar, para os alunos do ensino de jovens e adultos (EJA), além de lhes propiciarem um pouco da vivência acadêmica no período de curso, por meio de aulas teóricas sobre o assunto e executando aulas práticas no laboratório do (Grupo de Pesquisa em Refrigeração e Ar Condicionado) GPRAC.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver um material de apoio para a ministração do curso;
- Adaptar uma bancada didática para aulas práticas;
- Avaliar o curso ao final da carga horária para saber o nível de satisfação e conhecimentos obtidos durante o mesmo.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Conceito de treinamento

Segundo o dicionário Michaelis, treinar significa “Acostumar, adestrar ou submeter a treino”, isso nos leva a enxergar o treinamento como uma forma de adequar uma pessoa ou um grupo a determinadas atividades na qual serão submetidas durante um determinado período de tempo. O treinamento também tem a função de melhorar o desenvolvimento profissional do ser humano na sua organização e no desempenho das suas atividades, além de ser um processo que visa a preparação e o aperfeiçoamento de habilidades e dos conhecimentos dos funcionários de uma organização.

O treinamento tem como objetivo a aprendizagem e, por esse motivo, há uma ligação intrínseca com a prática pedagógica, disponibilizando o indivíduo para o trabalho, proporcionando mudanças ao crescimento pessoal e para o desenvolvimento da organização. O treinamento também implica na melhoria do desempenho do colaborador, fazendo com que o mesmo obtenha novas atitudes, conhecimentos, habilidades, conceitos e valores. Propõe-se ainda a eliminar as deficiências verificadas na atuação do funcionário, assumindo novas funções e assimilando novas técnicas de trabalho, tornando-se uma importante ferramenta para a superação de dificuldades de desempenho.

De acordo com Chiavenato (1999, pag. 367), “treinamento é o processo de desenvolver qualidades nos recursos humanos para habilitá-los a serem mais produtivos e contribuir melhor para o alcance dos objetivos organizacionais”. É a experiência aprendida que produz uma mudança relativamente permanente em uma pessoa e que melhora sua capacidade de desempenhar um cargo, por meio do qual as pessoas aprendem conhecimentos, atitudes e competências em função de objetivos previamente definidos.

Pode-se perceber que o treinamento auxilia decisivamente a melhoria de desempenho de uma pessoa, podendo até determinar a superação de possíveis problemas que ocorram em alguma área. A mudança e a obtenção de novos conhecimentos podem fazer com que o colaborador tenha uma nova maneira de desenvolver a sua função, com maior satisfação e produtividade.

Ao se propor treinamentos a uma organização, pensamos em alterações positivas no desempenho. “A transferência de aprendizagens do treinamento para o trabalho pode ser avaliada por meio do desempenho, o que se refere, em última instância, à cultura organizacional.” (OLIVEIRA; ITUASSU, 2003, p. 2). A melhoria de desempenho de uma pessoa está intimamente ligado a qualidade do treinamento, desde a origem de sua necessidade até a aplicação do conhecimento em determinada área, e o desempenho, sendo algo da competência da pessoa, identificará quando este se sentir preparado para desenvolver determinada função comprometido com resultados esperados.

Marras (2001 p. 147) cita dois objetivos fundamentais: os objetivos específicos e genéricos. Os primeiros promovem a especialização do funcionário, aumentando suas habilidades e mantendo em sintonia com as inovações tecnológicas implementadas em sua área de atuação. Os objetivos genéricos são os que trazem a oportunidade de obter o desenvolvimento do empregado a elevar sua motivação dentro da organização. O retorno ao treinamento é a elevação da qualidade da produção e faz o empregado alcançar o desenvolvimento organizacional. Tendo isso em mente, percebemos que os objetivos específicos do treinamento é a qualificação da mão-de-obra e a intensificação do conhecimento das pessoas.

Dessa forma, o treinamento é apenas uma das possíveis formas de atuar no desempenho do indivíduo, é a intenção formal de assegurar a aquisição de novas habilidades e conhecimentos e não atinge outros fatores organizacionais (materiais e sociais) ligados ao desempenho.

4.1.1. Porque treinar?

Atualmente, percebemos que há uma evolução muito rápida em vários aspectos da sociedade, o que obriga as pessoas a terem um preparo cada vez mais espontâneo para com seu meio em comum. Segundo Nascimento (2011 p. 18) “as empresas levam à exigência de mão-de-obra cada vez mais qualificada como forma de assimilar as modernas tecnologias existentes no mercado e atuar de forma competitiva”. Segundo o autor, as empresas buscam constantemente aprimorar a qualidade de produtos e serviços, aplicando altos valores em programas de treinamento para seus funcionários para otimizar suas habilidades individuais em sintonia com as principais necessidades da organização.

De acordo com Silva (2006, p. 92), “Competência individual é um conjunto de hábitos de trabalho mensuráveis e habilidades pessoais necessárias para se alcançar um objetivo de trabalho.” Nascimento (2011, p. 19) diz que as habilidades demonstradas pelo empregado no posto de trabalho formam a sua competência individual e permitem identificar os aspectos que podem ser melhorados através do treinamento.

Os objetivos do treinamento devem obter uma sintonia com o planejamento estratégico das empresas. Assim, o treinamento pode colaborar para a formação dos resultados de forma consistente. Magalhães e Borges-Andrade (2001, p. 34) comentam que o treinamento é uma função organizacional e inclui um somatório de atividades que vão desde a aquisição de habilidade motriz até o desenvolvimento de um conhecimento técnico complexo, à assimilação de novas atitudes administrativas e à evolução de comportamento em função de problemas sociais complexos.

Tendo em vista essas ideias, as empresas necessitam melhorar as qualidades dos funcionários para atingir seus objetivos estratégicos. As exigências do mercado por melhorias constantes de produtos e serviços e da flexibilidade das empresas nos mostram que a sua eficácia depende dos resultados do treinamento efetuado com seus subordinados. Com importância do treinamento realizado em conjunto com os objetivos estabelecidos para a empresa, haverá uma contribuição mais efetiva para seu desempenho e resultados. (NASCIMENTO, 2011 p. 20).

4.2. Termodinâmica

Segundo o Portal da Refrigeração (2014), A Termodinâmica é o ramo da Física que estuda os efeitos da mudança em temperatura, pressão e volume em sistemas físicos. A termodinâmica também estuda o movimento da energia e como ela pode criar movimento. Historicamente, a Termodinâmica se desenvolveu pela necessidade de aumentar a eficiência das primeiras máquinas a vapor.

O ponto inicial para o estudo da termodinâmica são as Leis da Termodinâmica, que postulam que a energia pode ser transferida de um sistema físico para outro como calor ou trabalho. Elas também postulam a existência de uma quantidade chamada entropia, que pode ser definida para qualquer sistema.

Em Termodinâmica, interações entre grandes conjuntos de objetos são estudadas e categorizadas. Para este estudo, os conceitos de sistema e vizinhanças são centrais. Um sistema é composto de partículas cujo movimento médio define suas propriedades, relacionadas através das equações de estado. Propriedades podem ser combinadas para expressar energia interna e potenciais termodinâmicos, que são úteis para determinadas condições de processos de equilíbrio e espontâneos.

Com estas ferramentas, a termodinâmica descreve como os sistemas respondem a mudanças em suas vizinhanças. Isso pode ser aplicado para uma ampla variedade de tópicos em ciência e tecnologia, como por exemplo máquinas, transições de fases, reações químicas, fenômenos de transporte e até buracos negros. Os resultados da termodinâmica são essenciais para outros campos da física e da química, como refrigeração, engenharia química, engenharia aeroespacial, engenharia mecânica, biologia celular, engenharia biomédica, ciências dos materiais, etc. Para um perfeito entendimento da Refrigeração é imprescindível ter uma boa base em termodinâmica. O ciclo de refrigeração, bem como a refrigeração por absorção são inteiramente baseados na termodinâmica. (Portal da Refrigeração, 2014)

4.2.1. Primeira Lei da Termodinâmica

A única maneira de variar a energia de um sistema fechado é por meio de calor ou trabalho. Porém a energia deve ser conservar, isto é, a energia não pode ser criada ou destruída, apenas transformada. Essa conservação de energia é o princípio da Primeira Lei. A variação líquida da energia total de um sistema durante um processo é igual à diferença entre a energia total que entra e a energia total que sai do sistema durante esse processo, onde pode ser visto na equação 1. (UNIP, 2014)

$$E_{\text{entra}} - E_{\text{sai}} = \Delta E_{\text{sistema}} \quad (1)$$

Essa relação se aplica a todo tipo de sistema em qualquer processo, onde pode se observar na equação (2).

$$\Delta E_{\text{sistema}} = E_{\text{final}} - E_{\text{inicial}} = E_2 - E_1 \quad (2)$$

A energia pode existir sob diversas formas, cinética, potencial, magnética, eletromagnética, nuclear, química, e sua soma constitui a energia total. A variação da energia total de um sistema durante um processo pode ser expressa conforme a equação 3:

$$\Delta E_{\text{sistema}} = \Delta U + \Delta EC + \Delta EP \quad (3)$$

onde U é a energia interna, EC a energia cinética e EP a energia potencial. Porém temos a equação 4, que diz:

$$\begin{aligned} \Delta U &= m (u_2 - u_1) \text{ [J]} \\ \Delta EC &= \frac{1}{2} m (V_2^2 - V_1^2) \text{ [J]} \\ \Delta EP &= mg (z_2 - z_1) \text{ [J]} \end{aligned} \quad (4)$$

A energia pode ser transferida para ou de um sistema de três formas:

1. Calor (Q) promove o aumento ou diminuição da energia das moléculas, e conseqüentemente a energia interna do sistema.
2. Trabalho (W) é uma forma de energia que não seja proveniente de uma diferença de temperatura. A realização de trabalho sobre o sistema aumenta a energia do sistema, enquanto que a realização de trabalho pelo sistema diminui a energia dele.
3. Fluxo de massa (\dot{m}) é um mecanismo adicional de transferência de energia, tendo um aumento com o acréscimo de massa e uma diminuição com a retirada de massa do sistema.

Com isso, o balanço de energia pode ser escrito conforme a equação 5:

$$\begin{aligned} \Delta E_{\text{sistema}} &= E_{\text{entra}} - E_{\text{sai}} \\ &= (Q_{\text{entra}} - Q_{\text{sai}}) + (W_{\text{entra}} - W_{\text{sai}}) + E_{\text{massa,entra}} - E_{\text{massa,sai}} \end{aligned} \quad (5)$$

Na forma de taxa a variação de energia e de sua transferência na forma de calor e trabalho podem ser expressas conforme a equação 6:

$$\begin{aligned}\dot{E}_{entra} - \dot{E}_{sai} &= dE_{sistema}/dt \text{ [Watt]} \\ \dot{W} &= W/\Delta t \text{ [Watt]} \\ \dot{Q} &= \Delta t \text{ [Watt]}\end{aligned}\tag{6}$$

4.2.2. Balanço de energia para ciclo de refrigeração

Ciclos de refrigeração ou bomba de calor são aqueles que necessitam de uma entrada líquida de trabalho para realizar a transferência de calor de um corpo mais frio para um corpo mais quente. (equação 7)

$$W_{ciclo} = Q_{sai} - Q_{entra}\tag{7}$$

O desempenho dos ciclos de refrigeração ou coeficiente de desempenho pode ser descrito como a razão entre a quantidade de energia recebida na forma de calor do corpo frio e o trabalho líquido necessário para produzir esse efeito, podendo ser descrito conforme a equação 8.

$$\beta = \frac{Q_{entra}}{W_{ciclo}} = \frac{Q_{entra}}{Q_{sai} - Q_{entra}}\tag{8}$$

Já o desempenho da bomba de calor está relacionado com a quantidade de energia térmica que é descarregada no corpo quente, conforme equação 9.

$$\gamma = \frac{Q_{sai}}{W_{ciclo}} = \frac{Q_{sai}}{Q_{sai} - Q_{entra}}\tag{9}$$

5. METODOLOGIA

Para a realização do curso de extensão de climatização básica, foram necessários seguir alguns passos para a execução do mesmo. Estes passos foram:

- Elaboração do material de apoio;
- Divulgação do curso nas escolas públicas;
- Adequação de um equipamento de condicionamento de ar;
- Minистраção do curso teórico e prático.

5.1. Elaboração do material de apoio

O material de apoio consiste em todos módulos necessários para a aplicação do curso. Para se ter um material adequado, foi necessária a criação de uma apostila com todo conteúdo que foi ministrado para o aprendizado dos alunos, este material encontra-se no Apêndice II deste trabalho. Para a criação deste, levou-se em consideração que a apostila deveria ter uma leitura fácil e descomplicada, pois como os alunos selecionados para este curso ainda estão cursando o ensino fundamental, teve-se um cuidado para que a linguagem abordada nesta apostila seja a mais simples possível, com um uso moderado da linguagem técnica. Os tópicos desta apostila consistem em abordar os seguintes assuntos.

- **Introdução**

Este tópico visa explicar o conceito histórico da refrigeração, mostrando como se deu a evolução dos aparelhos condicionadores de ar até a atualidade, e comentando o significado da palavra “refrigeração” propriamente dita, exemplificando de uma forma simples e objetiva para a melhor fixação dos alunos. É comentado também sobre os sistemas de condicionamento de ar, ventilação e climatização, discutindo ambos os tópicos de uma forma objetiva e clara.

- **Acidentes do trabalho**

Houve uma preocupação em discutir com os alunos a respeito de segurança no trabalho, pois um serviço de qualidade visa sempre o bem estar de quem o executa. São explicados neste tópico os conceitos de acidente de trabalho, e discutido também algumas atitudes que podem levar a pessoa a cometer um acidente de trabalho.

- **Equipamentos de proteção individual (EPI)**

Tendo em vista o que foi descrito no capítulo anterior, foi necessário comentar a respeito dos equipamentos de proteção individual, mostrando a importância de sua utilização, descrevendo quais os EPI's corretos para cada região do corpo e mostrando quais os EPI's necessários para um trabalho seguro na área de climatização comercial.

- **Sistema internacional de unidades (SI)**

Neste capítulo são comentadas as variáveis necessárias para se trabalhar com qualidade no ramo da climatização, como o metro, temperatura, área, etc. É mostrado de forma clara e objetiva quais unidades são mais utilizadas e discutidas suas ramificações. Procurou-se mostrar também, com bastante clareza, como proceder para se ter o melhor entendimento de pressão manométrica, pressão atmosférica e vácuo absoluto.

- **Termodinâmica – conceitos básicos**

Como o nome deste capítulo sugere, foram comentados os conceitos fundamentais de termodinâmica, da forma mais simples possível, pois, como citado anteriormente, teve-se um cuidado em não expor assuntos de difícil entendimento para os alunos. Procurou-se explicar nesse capítulo os estados e propriedades das substâncias, as propriedades termodinâmicas, as mudanças de estado em um sistema termodinâmico e o ciclo termodinâmico. Este capítulo serve de preparação para o conhecimento prático, pois muitos dos conceitos abordados tem seus fundamentos baseados nesses conhecimentos.

- **Sistema frigorígeno**

Neste capítulo são discutidos os componentes mecânicos de um condicionador de ar, como o condensador, evaporador, compressor, dispositivo de expansão, entre outros. São mostrados de uma forma bem clara todos os equipamentos necessários para o correto funcionamento de um condicionador de ar, explicando também como cada elemento se encaixa no ciclo de refrigeração. Foi necessária a utilização de várias imagens para facilitar ainda mais o conhecimento dos alunos, ilustrando o máximo possível todos os equipamentos descritos neste capítulo.

- **Sistema elétrico**

Neste capítulo foram abordados os equipamentos elétricos necessários para a utilização do sistema frigorígeno descrito anteriormente. Foram exemplificadas suas funções e ilustrados da melhor maneira possível de uma forma que seja bem entendido pelos alunos que tenham contato com este material.

- **Condicionadores de ar tipo Split**

Neste capítulo comentaram-se as principais vantagens e desvantagens de um sistema de condicionamento de ar tipo Split em frente ao condicionador de ar do tipo janela, mostrando suas principais diferenças e descrevendo-as de forma sucinta e bem ilustrada.

- **Instalação e operação**

Neste capítulo foi descrito como proceder para se ter uma instalação segura e funcional de um condicionador de ar do tipo janela, mostrando alguns elementos que podem vir a reduzir a eficiência do aparelho e como seguir para a eliminação destes problemas que podem reduzir a vida útil do equipamento, evitando manutenções desnecessárias.

- **Como instalar um condicionador de ar tipo Split passo a passo**

Este capítulo tenta resumir de forma objetiva como proceder para a instalação de um condicionador de ar tipo Split. Foram listados alguns passos para a correta instalação, tentando ilustrar da forma mais clara possível.

- **Manutenção**

Procurou-se colocar neste capítulo alguns procedimentos para a realização de manutenção em um equipamento de condicionamento de ar, foram abordados apenas quatro procedimentos (limpeza do filtro de ar, teste de vazamento, realização de vácuo no sistema, recarga de fluido refrigerante) que são os mais comuns para a detecção de problemas nestes tipos de equipamentos.

- **Relação de diagnóstico de falhas, causas e soluções para condicionadores de ar de pequeno porte (tipo janela e split)**

Este capítulo mostra uma tabela das principais falhas e soluções para um equipamento condicionador de ar, mostrando como detectar as falhas e como proceder para a eliminação das mesmas.

5.2. Divulgação do curso nas escolas públicas

Com o intuito de ministrar o curso para pessoas que tenham interesse em obter o conhecimento prático, mas também pretendem vivenciar e conhecer o campus universitário de Tucuruí – PA, a divulgação do curso foi voltada para as escolas públicas de ensino Fundamental e Médio, onde inicialmente foi realizado um primeiro contato com a diretoria das mesmas.

Em algumas escolas, houve um desinteresse por parte da diretoria na divulgação e convocação de alunos, alegando que o período escolhido para a ministração do curso seria incompatível com o horário dos alunos. Neste caso, a instituição que mostrou interesse na ministração do curso para seus alunos foi a Escola Municipal de Ensino Fundamental Maria Fernandes de Medeiros Alves,

localizado a Rua Maranhão – s/n – Bairro Alto Alegre, no município de Tucuruí. A escola pode ser visualizada na figura 1.

Figura 1. Vista da Escola Municipal de Ensino Fundamental Maria Fernandes de Medeiros Alves.



Foi mantido um primeiro contato com a diretora da instituição, a professora Maria do Perpétuo Socorro Alves de Almeida, na qual mostrou bastante interesse na ministração do curso para os alunos do Ensino de Jovens e Adultos (EJA) da quarta etapa. No caso a diretora entrou em contato direto com os alunos, no qual 24 alunos mostraram interesse na participação do curso.

Feito a seleção dos alunos, houve uma palestra na própria escola, conforme pode ser visualizada na figura 2, para informar aos mesmos sobre o curso. Foi onde se teve um primeiro contato do instrutor e os participantes do curso, e a diretora da escola esteve presente nesta palestra. Neste primeiro encontro, foram resolvidas várias dúvidas a respeito da localização, horário do curso, conteúdo a ser ministrado, aulas práticas e transporte para o local das aulas. Feito isso, foi informado aos alunos que o período do curso seria realizado no período de 3 a 14 de novembro de 2014, com carga horária de 20 horas.

Figura 2. Palestra inicial para solução de dúvidas aos alunos selecionados pela diretoria da instituição de ensino.



5.3. Adequação de um equipamento de condicionamento de ar

Para que o curso tivesse uma melhor didática e que os alunos pudessem ter uma oportunidade de efetuar exercícios práticos, foi adaptada uma bancada didática para o laboratório do GPRAC a partir de um Condicionador de Ar tipo Split gentilmente cedido pelo Campus de Tucuruí, onde a mesma se encontrava inativa.

Logo de início foi informado que este equipamento não estava operando nas devidas condições, impossibilitando o uso direto do mesmo para o desenvolvimento das aulas práticas. Então, primeiramente, foi feito a retirada deste equipamento (figura 3) do local onde estava instalado para o laboratório a fim de identificar as falhas e adequar o equipamento para a bancada. Este procedimento foi acompanhado pelo técnico mecânico do Campus Universitário de Tucuruí Danilo Silva Santos.

Figura 3. Remoção do equipamento de ar condicionado Split.



Após o transporte do equipamento para o laboratório, foi realizado um diagnóstico de falhas para saber onde estava o problema do mau funcionamento. Foram realizados teste nos principais equipamentos como compressor, onde foi feito uma ligação elétrica e feito alguns testes de corrente e tensão, foram também verificado os capacitores elétricos e verificado a tubulação e quantidade de fluido refrigerante presente no sistema. Vale ressaltar que estes testes foram efetuados com a presença do técnico da Faculdade de Engenharia Elétrica do Campus Universitário de Tucuruí Cléber Pereira Corrêa. Isto pode ser observado na figura 4.

Figura 4. Análise do equipamento realizado na presença do técnico da instituição, Cléber Pereira Corrêa.



Feito todos os testes, foi verificado por meio da utilização de espuma que a falha estava localizada na parte da tubulação do equipamento, pois a mesma apresentava vazamento de gás em alguns pontos. A mesma foi trocada por novas tubulações para que assim ocorresse o correto funcionamento da bancada. Após a compra destes materiais, foi realizado o procedimento de vácuo no sistema de tubulação, conforme figura 5, para que não haja entrada de umidade no sistema, afetando assim o desempenho do aparelho.

Figura 5. Inserção de vácuo no sistema feito com o auxílio da bomba de vácuo



Para dar continuidade a este procedimento, foi necessário aguardar algum tempo para a realização total do vácuo e , após isto, foi feito a verificação por meio do manifold instalado no sistema, como mostra a figura 6, mostrando que os valores atingidos estavam de acordo com o vácuo realizado.

Figura 6. Verificação do vácuo sendo analisado pelo manifold.



Em seguida, foi liberado o gás recolhido do compressor no sistema, como mostra a figura 7, verificando que o mesmo, após estes testes, iniciou seu funcionamento de forma correta, sendo assim possível a utilização da bancada para as aulas práticas com os alunos, conforme podemos visualizar na figura 8.

Figura 7. Momento da liberação do gás recolhido no compressor no sistema.



Figura 8. Equipamento funcionando perfeitamente, pronto para a utilização nas aulas práticas.



5.4. Ministração do curso (parte teórica)

O curso teórico foi ministrado no campus da UFPA CAMTUC teve como principal objetivo o treinamento dos alunos em conceitos básicos da área, focando principalmente nos assuntos abordados na apostila, deve-se destacar também que foi dada muita atenção a respeito do incentivo aos alunos em mostrar todas as qualidades do curso em engenharia mecânica sempre que possível, utilizando de vários diálogos paralelos durante a aula para dar enfoque aos assuntos mais estudados na área. A parte teórica do curso foi realizada no período entre 03/11/2014 a 07/11/2014, na sala 19 do campus da UFPA – Tucuruí, como mostra a figura 9.

Figura 9. Alunos presentes para a aula teórica.



Entre os participantes do curso, foram incluídos três alunos da turma de Engenharia Mecânica 2014, nos quais os mesmos ficaram responsáveis por fazer um resumo das aulas para que fosse relatado neste trabalho, tendo em vista que os mesmos darão continuidade a este projeto.

Foi também dada a oportunidade ao ex aluno da instituição, Eng. Edileno Miranda Cordovil, realizar uma palestra de curta duração aos alunos, com o intuito de incentivar a busca pelo conhecimento, a melhoria constante dos alunos como pessoa e também comentar os benefícios do curso de engenharia mecânica, como mostra a figura 10. Foi também aproveitada esta oportunidade para que os alunos pudessem sanar algumas dúvidas a respeito de alguns assuntos do curso, como: mau funcionamento de equipamentos, o que fazer quando acontecer essas falhas, curiosidades sobre a parte elétrica, dimensionamento dos condicionadores de ar para determinados ambientes, qual o correto posicionamento, etc.

Figura 10. Momento em que o egresso Eng. Edileno Miranda Cordovil realizou a palestra com os alunos do curso.



É importante destacar que durante as aulas, foram mostrados vários equipamentos do laboratório GPRAC para os alunos, a fim de despertar a curiosidade dos alunos para a área, conforme figura 11.

Figura 11. Demonstração de instrumentos de medição para os alunos.



Foi mostrado, durante as aulas teóricas, um equipamento de condicionamento de ar aberto (figura 12) para um melhor entendimento dos alunos para os componentes internos do mesmo e também entender o funcionamento de um aparelho de ar condicionado, dando ênfase também aos componentes elétricos.

Figura 12. Demonstração do funcionamento de um condicionador de ar tipo janela.



Após a introdução de todos os assuntos abordados na apostila e também da demonstração do funcionamento do equipamento de ar condicionado, foram encerradas as aulas teóricas e planejado as aulas práticas, onde os alunos foram divididos em dois grupos de 4 alunos e dois grupos de 5 alunos, pois no laboratório não haveria capacidade para todos os alunos ao mesmo tempo e também para se ter uma melhor distribuição de atividades para os mesmos.

5.4.1. Ministração do curso (aulas práticas)

As aulas práticas (Figuras 13 e 14) tiveram como foco principal a instalação e desinstalação de um equipamento de ar condicionado tipo Split, onde os alunos puderam praticar os conhecimentos obtidos em sala de aula em uma bancada desenvolvida para esse fim. Também foram apresentadas outras bancadas existentes no laboratório, a fim de melhorar o entendimento dos mesmos aos assuntos abordados nas aulas teóricas.

As atividades foram as seguintes:

- Flangeamento dos tubos de alta e baixa pressão do ar condicionado;
- Realização de vácuo no sistema;
- Liberação do fluido refrigerante contido no compressor;
- Verificação de vazamento na tubulação;
- Recolhimento do fluido refrigerante e desinstalação dos tubos de alta e baixa pressão.

Figura 13. Exercícios práticos sendo realizados em laboratório.



Figura 14. Inserção de fluido refrigerante realizada com auxílio do instrutor do curso.



Durante as aulas práticas, foi observado que todos os alunos tiveram capacidade de exercer as atividades que foram solicitadas, não havendo nenhum problema em operar os instrumentos de flangeamento e também na inserção das tubulações de alta e de baixa pressão na bancada, bem como a liberação e recolhimento do fluido refrigerante. A figura 15 mostra os alunos visualizando uma bancada do laboratório GPRAC.

Figura 15. Explicação do funcionamento de um sistema frigorígeno feito com o auxílio da bancada pertencente ao laboratório GPRAC.



É importante citar que os alunos foram bastante ativos não somente aos exercícios práticos, mas também em observar e entender o funcionamento dos equipamentos de condicionamento de ar, tanto por meio da bancada desenvolvida para este trabalho, quanto pelas bancadas já existentes no laboratório. A figura 16 mostra os participantes do curso básico de climatização.

Figura 16. Alunos participantes do curso.



5.5. Término do curso

Ao término do curso, foi distribuído aos alunos um questionário de avaliação, que está disponível no Anexo I deste trabalho, que foi desenvolvido pela Eletrobras/Eletronorte e gentilmente cedido para este trabalho, no intuito de se observar como foram repassados todos os conhecimentos que foram abordados durante o curso, o local de realização das aulas e também alguns pontos-chaves para um melhor desenvolvimento deste trabalho para o futuro. Neste questionário, foram abordados três temas principais:

- Desempenho do instrutor;
- Desempenho dos participantes;
- Quanto a programação.

Neste questionário, os alunos puderam avaliar cada tópico abordado com uma nota que varia de 1 (discordo totalmente da afirmativa) a 5 (concordo totalmente com a afirmativa). Ao final do mesmo o aluno também poderia deixar algum comentário (crítica, elogio, sugestão, etc.) ao curso realizado.

Para a entrega dos certificados, foi feito uma solenidade na escola Maria Fernandes onde os alunos puderam receber sua certificação das mãos do coordenador do curso de Engenharia Mecânica, prof. M.Sc. Jessé Luís Padilha, e também receber as congratulações do instrutor do curso e da Diretora da escola, a professora Maria do Perpétuo Socorro Alves de Almeida. Este certificado está contido neste trabalho no Apêndice I.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir, serão mostrados graficamente as respostas dos alunos segundo o questionário de avaliação.

Ao analisar o gráfico 1, pode-se observar que a média das notas alcançadas foi satisfatória, tendo em vista que todos os questionamentos solicitados alcançaram nota acima de 4. A maior nota ficou com o questionamento nº 4 e nº 5, ambos com média de 4,95, e a menor nota ficou com o questionamento nº 6, com média de 4,75.

Gráfico 1. Avaliação ao desempenho do instrutor.



No gráfico 2, é importante destacar que os próprios alunos tiveram uma visão crítica deles próprios, onde cada um se auto-avaliou e também avaliou seus colegas. Observando o gráfico 2, também foi obtido um resultado satisfatório, pois a média das notas foi acima de 4. A maior nota foi a do questionamento nº 13 e nº 15, ambos com a média de 4,9. A menor nota foi a do questionamento nº 10 e nº 14, onde ficou com 4,65.

Gráfico 2. Avaliação do desempenho dos participantes.



No gráfico 3, pode-se observar que, apesar de se ter obtido uma média acima da nota 4, percebe-se que nesses questionamentos se encontram as menores notas da avaliação, pois foi onde os alunos puderam avaliar alguns pontos como a carga horária, o local de realização do curso, material didático, etc. A maior nota foi obtida no questionamento nº 17, nº 19 e nº 23, ambos com média de 4,85, a menor nota foi obtida no questionamento nº 16, com uma média de 4,2.

Gráfico 3. Avaliação da programação do curso.



Após a análise desses gráficos e das notas obtidas no questionário, pode-se observar que alguns pontos foram bastante satisfatórios, como a relação do instrutor com os alunos do curso, o estímulo dado pelo instrutor para os alunos. Observa-se também que o curso foi importante para o crescimento profissional dos mesmos, pois foi um tópico bem avaliado no questionário. Os recursos utilizados em sala de aula e na aula prática também foram bem avaliados, assim como a apostila que foi preparada para o curso agradou bastante os alunos.

Alguns pontos também devem ser destacados, como a carga horária do curso, que foi muito reduzida (20 horas), visto que o assunto aborda um vasto conteúdo e não houve tempo suficiente para ter dado ênfase a todos os tópicos que deveriam ter sido repassado aos alunos. Também é importante frisar as atividades da aula prática, pois foi somente uma atividade realizada, pois devido ao tempo reduzido não foi possível realizar mais exercícios com os alunos e também devido ao espaço reduzido do laboratório, pois o mesmo estava localizado em um local provisório devido a reformas no ambiente do campus.

7. CONCLUSÕES

Ao término deste trabalho, é muito importante citar que o conhecimento repassado para os alunos foi de extrema importância para que os mesmos tenham condições de pleitearem uma vaga em empresas de manutenção de Refrigeração em Tucuruí, pois é uma área que carece de profissionais que saibam não somente realizar as atividades práticas, mas também entendam o processo que ocorre nos equipamentos de condicionamento de ar, e isso foi enfatizado bastante com os alunos a fim de que os mesmos pudessem ter um melhoramento no suporte técnico.

Houveram dificuldades no decorrer das atividades, mas no fim pôde-se repassar o conhecimento aos alunos, que colaboraram para o bom andamento do curso.

Pôde-se observar que os participantes se interessaram pelo curso de engenharia mecânica, pois os mesmos questionaram a respeito de como conseguir uma vaga na instituição, e também foi constatado que vários alunos não sabiam quanto ao ingresso na universidade, pois os mesmos citaram que não poderiam entrar na faculdade pois pensavam que deveriam pagar a instituição.

8. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Aumentar a carga horária do curso, a fim de poder repassar o conteúdo de forma mais completa;
- Adquirir equipamentos de solda para as aulas práticas;
- Divulgar ainda mais o curso nas instituições de ensino médio;
- Realizar mais atividades práticas com os alunos;
- Adaptar a bancada desenvolvida neste trabalho para padrões mais adequados aos fins didáticos (instalação e desinstalação em uma parede);
- Utilizar as bancadas contidas no laboratório GPRAC a fim de detalhar ainda mais o conteúdo ministrado;
- Ministrando o curso também para alunos do campus;
- Obter mais equipamentos de manutenção de condicionadores de ar (vacuômetro, gás nitrogênio, balança, fluido refrigerante, lavadora de alta pressão, etc.)
- Realizar atividades de montagem, desmontagem e limpeza de condicionadores de ar para os alunos.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHIAVENATTO, Idalberto. **Gestão de Pessoas**. São Paulo: 3ª edição, 1999.

MAGALHÃES, M. L. **BORGES-ANDRADE**, J. E. (2001). **Auto e hetero-avaliação no diagnóstico de necessidades de treinamento**. Estudos de Psicologia (Natal), 6(1), 35-50

MARRAS, Jean Pierre. **Administração de Recursos Humanos: do operacional ao estratégico**. São Paulo: Futura, 2001.

MICHAELIS. **Moderno Dicionário da Língua Portuguesa**. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues&palavra=treinar>>. Acesso em: 4/8/2014

NASCIMENTO, Marcos Diêgo Feitosa do. **UM ESTUDO DO TREINAMENTO E DESENVOLVIMENTO DE PESSOAS NAS EMPRESAS DE PICOS – PI**. Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Administração da Universidade Federal do Piauí – UFPI, Picos – PI, 2011.

OLIVEIRA, Maria Regina C. T., **ITUASSU**, Cristina Trindade. **Uma Análise dos Impactos do Treinamento e Desempenho de Profissionais e Gerentes**.

Disponível em

<http://www.anpad.org.br/diversos/trabalhos/EnANPAD/enanpad_2004/COR/2004_COR3031.pdf>, acessado em 4/8/2014.

Portal da Refrigeração, Termodinâmica. Disponível em

<<http://www.refrigeracao.net/Topicos/termodinamica.htm>>, acessado em 28/11/2014.

SILVA, Maria Ednei da. **Relações entre impacto do treinamento no trabalho e estratégia empresarial: o caso da Eletronorte**. Revista de Administração Contemporânea vol. 10 nº 3. Curitiba, julho/setembro de 2006.

UFPA, Universidade Federal do Pará. **PROEX – Política de Extensão**. Disponível em <<http://proex.ufpa.br/PRINCIPAL/index.php/politica-de-extensao>>, acessado em 16/11/2014.

UNIP, Universidade Paulista. **Módulo III – Primeira Lei da Termodinâmica e em Ciclos de Potência e Refrigeração**. Disponível em <http://adm.online.unip.br/img_ead_dp/31052.PDF>, acessado em 28/11/2014.

ANEXO I

Questionário de Avaliação do Curso

APÊNDICE I

Modelo de Certificado de Conclusão do Curso



Certificado de Conclusão

CERTIFICAMOS QUE



REALIZOU O CURSO BÁSICO DE MANUTENÇÃO EM CONDICIONADORES DE AR DE PEQUENO PORTE (TIPO JANELA E SPLIT), NO PERÍODO DE 27 DE OUTUBRO A 04 DE NOVEMBRO DE 2014, COM CARGA HORÁRIA DE 20 HORAS.

JESSÉ LUIS PADILHA
Coordenador do curso de Engenharia Mecânica
UFPA - Campus Itacurui

THALES DE SOUZA TEINEIRA
Instructor

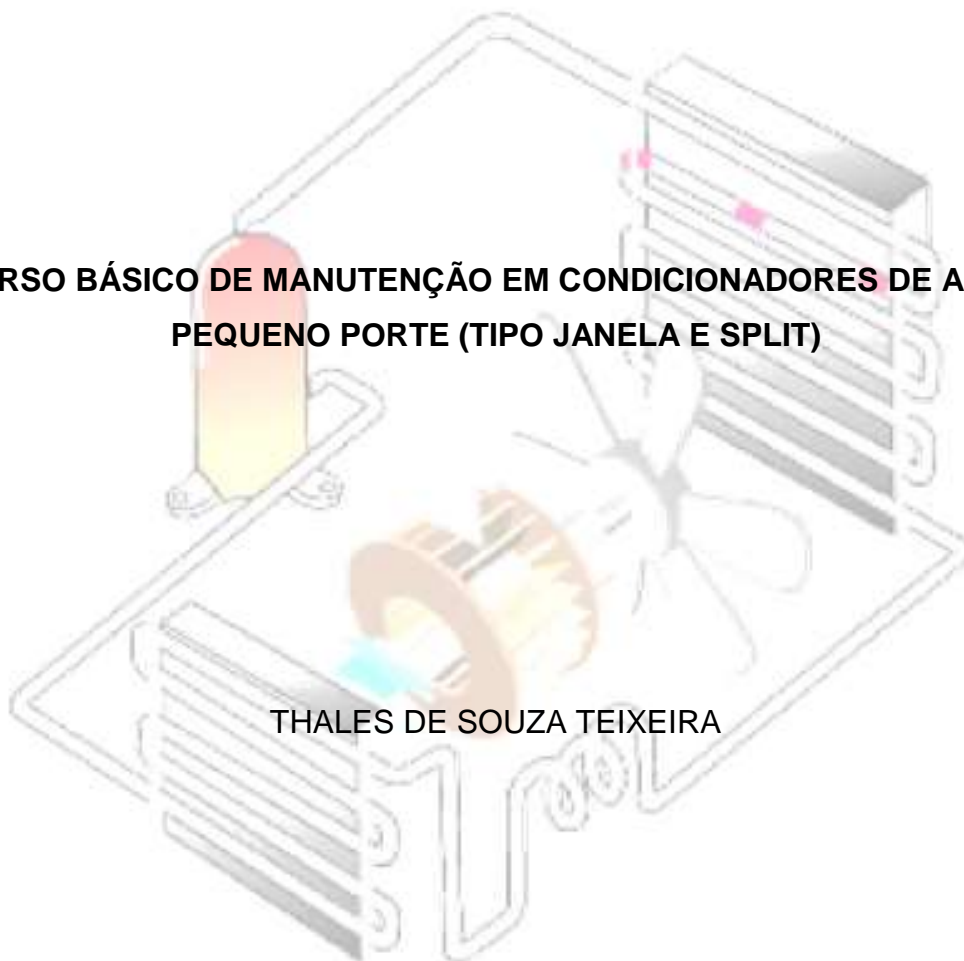
APÊNDICE II

Material didático (Apostila) do Curso



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE TUCURUÍ
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

**CURSO BÁSICO DE MANUTENÇÃO EM CONDICIONADORES DE AR DE
PEQUENO PORTE (TIPO JANELA E SPLIT)**



THALES DE SOUZA TEIXEIRA

Tucuruí - PA

2014

PREFÁCIO

A manutenção em condicionadores de ar é um ramo da refrigeração que vem crescendo muito, já que ele é um dos principais fatores responsáveis pelo conforto e bem-estar das pessoas, seja no trabalho, nos domicílios ou durante o lazer. Entretanto, o bom funcionamento de um aparelho de condicionamento de ar está intimamente relacionado com aspectos técnicos e operacionais que vão desde a escolha do equipamento certo para atender determinada situação até a sua correta manutenção, garantindo que o equipamento irá funcionar de maneira tecnicamente correta.

Por isso , o estudante não pode exercer uma manutenção qualificada sem o domínio dos conhecimentos-chave, que serão abordados neste material.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. História	1
1.2. Afinal, o que é Refrigeração?.....	2
1.3. Sistemas de condicionamento de ar	3
1.3. Climatização	4
1.4. Ventilação	4
2. ACIDENTES DO TRABALHO	4
2.1. Causas de acidentes do trabalho.....	5
2.2. Atos inseguros	5
2.3. Condições inseguras	6
3. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI)	7
3.1. Características e classificação dos EPI's	7
3.2. EPI's para refrigeração residencial	9
4. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI)	10
4.1. Metro	10
4.1.1. Unidades Não-oficiais	10
4.2. Temperatura - Escala Celsius (°C).....	11
4.2.1. Temperatura - Escala Fahrenheit (°F).....	11
4.3. Área ou superfície.....	11
4.4. Volume	12
4.5. Massa	12
4.6. Pressão	13
5. TERMODINÂMICA – CONCEITOS BÁSICOS	14
5.1. Estado e Propriedades de uma Substância	15
5.2. Propriedades termodinâmicas.....	15
5.3. Mudança de Estado de um Sistema Termodinâmico	16
5.4. Ciclo Termodinâmico	18
6. SISTEMA FRIGORÍGENO	19
6.1. Consequências da atuação dos elementos de um sistema frigorígeno	20
6.2. Princípio de funcionamento.....	21
6.3. Compressor	23
6.3.1. Compressores alternativos ou de pistão	23
6.3.2. Compressores rotativos ou de palhetas	24
6.3.4. Compressores Scroll.....	24
6.4. Condensador	25
6.5. Filtro.....	27

6.6. Dispositivo de expansão	28
6.7. Evaporador	29
6.8. Tubulações	31
6.9. Fluido refrigerante.....	32
6.10. Câmara de arrefecimento	32
6.11. Câmara de ventilação	33
6.12. Turbina	34
6.13. Ventilador.....	34
6.14. Filtro de ar.....	35
6.15. Defletores	35
7. SISTEMA ELÉTRICO	36
7.1. Cabo de alimentação	36
7.2. Condutores elétricos	37
7.3. Motor do compressor	38
7.4. Motoventilador	39
7.5. Capacitor permanente.....	41
7.6. Termostato.....	42
7.7. Protetor térmico	42
7.8. Caixa de comandos	43
8. CONDICIONADORES DE AR TIPO SPLIT	43
8.1. Unidade de condensação	44
8.2. Unidade de evaporação	46
8.3. Tubulações	46
8.4. Vantagens da utilização do condicionador de ar Split	47
9. INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO.....	48
9.1. Capacidade do equipamento	48
9.2. Posicionamento no ambiente.....	49
9.3. Obstruções	50
9.4. Insolação	50
10. COMO INSTALAR UM CONDICIONADOR DE AR TIPO SPLIT PASSO A PASSO	51
11. MANUTENÇÃO	55
11.1. Limpeza do filtro de ar.....	56
11.2. Teste de vazamento	56
11.3. Realização de vácuo no sistema.....	57
11.4. Recarga do fluido refrigerante.....	59
12. RELAÇÃO DE DIAGNÓSTICO FALHAS, CAUSAS E SOLUÇÕES PARA CONDICIONADORES DE AR DE PEQUENO PORTE (TIPO JANELA E SPLIT)	61
13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a indústria da refrigeração apresentou um progresso enorme e se tornou uma indústria gigantesca que movimenta bilhões de dólares todos os anos ao redor do mundo. Essa rápida expansão pode ser explicada por diversos fatores, entre eles, o desenvolvimento da mecânica de precisão, processos de fabricação sofisticados e o surgimento de compressores com motores elétricos de baixa potência; possibilitando o desenvolvimento de refrigeradores e condicionadores de ar domésticos de pequeno porte e mais eficientes.

As principais aplicações na área de refrigeração, são: industrial alimentícia, farmacêutica, médica e hospitalar, metalúrgica e de transformação de metais e plásticos, etc. Diante desse cenário, fica evidente a importância de um sistema de refrigeração bem dimensionado e otimizado.

1.1. História

Segundo Araújo (2011, p. 58), em 1902, o jovem engenheiro **Willis Carrier**, analisando os problemas específicos de uma indústria gráfica de Nova York, inventou um processo mecânico para condicionamento de ar. A gráfica constantemente enfrentava problemas com a variação da qualidade de impressão nos dias quentes, em função da absorção de umidade pelo papel. Este invento pode ser visto na figura 1.

Figura 1. Um dos primeiros modelos de um condicionador de ar e seu inventor, Willis Carrier.



Fonte: Web Ar Condicionado, 2010.

A partir de 1914, o controle do clima também passou a ser usado para fins de conforto (ARAÚJO, 2011, p. 59). Carrier desenvolveu um aparelho para aplicação residencial. Este aparelho era muito maior e mais simples do que os condicionadores atuais. Neste mesmo ano Carrier também desenhou o primeiro condicionador de ar para hospitais. O sistema supria com umidade extra o berçário de bebês prematuros, contribuindo para reduzir a mortalidade infantil por desidratação e problemas respiratórios. Percebeu-se então como este invento iria contribuir decisivamente para a melhoria das condições de vida da humanidade.

Atualmente, os condicionadores de ar deixaram de ser novidade. Iniciou-se um mercado de amplitude mundial em constante expansão, onde as indústrias do setor passaram a investir em desenvolvimento tecnológico e novidades em produtos. Os aparelhos passaram a se tornar mais compactos, mais silenciosos e foi introduzido o controle remoto, para aumentar a comodidade dos usuários. Veio a preocupação com o consumo de energia elétrica, tornando os aparelhos mais econômicos e eficientes. Os condicionadores de ar tipo janela evoluíram para o sistema Split, permitindo maior versatilidade nas instalações. Devido a atenção com o meio ambiente, fizeram com que fossem desenvolvidos aparelhos que utilizem gases refrigerantes ecológicos, que não agride a camada de ozônio.

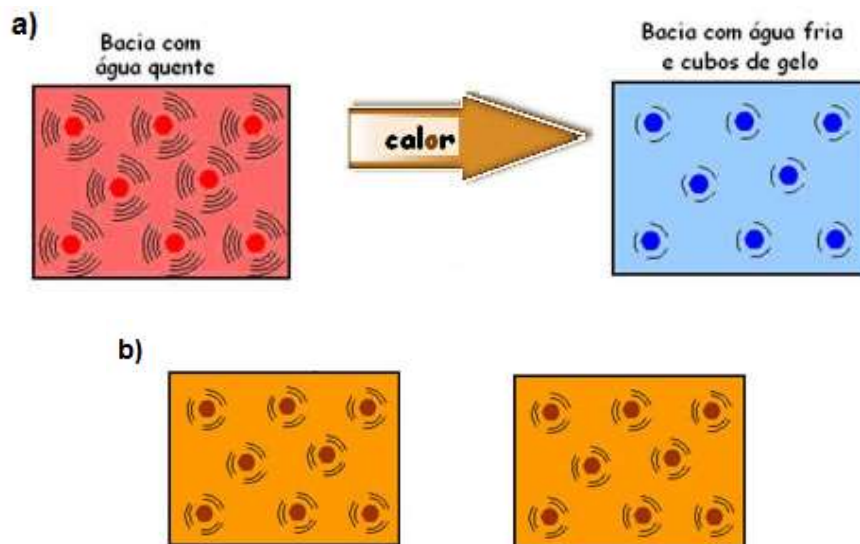
1.2. Afinal, o que é Refrigeração?

Refrigeração é a ação de resfriar determinado ambiente de forma controlada, tanto para viabilizar processos, conservar produtos (refrigeração comercial e industrial) ou efetuar climatização para conforto térmico (refrigeração doméstica). Numa definição bem simples, podemos dizer de forma simplificada que a **refrigeração é remover o calor de um corpo**. O calor é uma forma de energia que o homem não pode destruir, por isso, ao ser removido, o calor é transferido de um local onde não é desejado para um outro onde não incomoda.

Ao ser removido o calor, a temperatura da substância tende a diminuir enquanto a temperatura da substância que absorve calor tende a aumentar. Para entendermos melhor a respeito da refrigeração, faremos um breve comentário sobre a troca de calor.

A troca de calor acontece quando dois ou mais corpos com temperaturas diferentes são colocados em contato em um mesmo ambiente e, depois de certo tempo, alcançam o equilíbrio térmico. As trocas de calor acontecem porque o calor é um tipo de energia que transita entre os corpos, ocasionando esse movimento, fato que acontece até que haja o equilíbrio térmico entre ambos. Esse processo acontece porque os corpos sentem a necessidade de ceder e receber calor. A figura 2 mostra a troca de calor que acontece com a água até chegar ao equilíbrio térmico, conhecido popularmente como água morna.

Figura 2. a) Transferência de calor entre corpos com temperaturas diferentes; b) após um determinado tempo, a tendência é que a bacia com água quente e a bacia com água fria se encontrem em equilíbrio térmico.



Fonte: Mundo Educação, 2014.

1.3. Sistemas de condicionamento de ar

Os condicionadores de ar residencial mostram-se cada vez mais necessários e presente no dia-a-dia, principalmente na região de Tucuruí, onde a temperatura e a umidade do ar são elevadas durante todo o ano. Esse sistema tem por finalidade:

1. Controle da temperatura e umidade;
2. Pureza e distribuição do ar;
3. Proporcionar conforto aos ocupantes de um determinado recinto.

Um erro comum em quando pensamos em ar condicionado para conforto é focarmos apenas no aspecto refrigeração. Na verdade é muito mais do que isso. O ar condicionado completo é proporcionado por um sistema que pode aquecer, umidificar, esfriar, ventilar, filtrar e circular o ar.

1.3. Climatização

O dicionário define climatização como sendo o **conjunto de meios que permitem manter, em recinto fechado, um grau de umidade e uma temperatura desejada**. Podemos afirmar que climatizar um ambiente, nada mais é do que controlar o seu clima com a utilização de um sistema que condicione o ar, de acordo com a nossa vontade.

Quando projetamos o condicionamento térmico de um ambiente que servirá para abrigar o ser humano em suas mais variadas ações, (laborais, domésticas, lazer ou entretenimento), precisamos ter em conta a necessidade da reprodução, o mais próximo possível, das condições de climatização do planeta acima descritas, logo, não basta apenas à instalação de quaisquer condicionadores de ar, em qualquer posição no ambiente.

1.4. Ventilação

Nesta aplicação, o ar é introduzido num ambiente para controlar a sua temperatura, limitado sempre em relação à temperatura do ar exterior, removendo a energia térmica gerada no seu interior por pessoas, equipamentos, aberturas, fontes de calor, etc. A ventilação também é usada para remover poluentes e odores.

2. ACIDENTES DO TRABALHO

Conceito legal (Art. 19 – Lei 8.213 de 24/07/1991) – “acidente de trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta lei, provocando lesão

corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho”.

Conceito prevencionista – Acidente é uma ocorrência não programada, inesperada ou não, que interrompe ou interfere no processo normal de uma atividade, ocasionando perda de tempo útil e/ou lesões nos trabalhadores e/ou danos materiais.

2.1. Causas de acidentes do trabalho

Causa de acidentes do trabalho são os motivos, as situações, os comportamentos, as ações geradoras dos acidentes. Os acidentes podem ser causados por:

- **Atos inseguros;**
- **Condições inseguras;**
- **Maneira de se trajar no local de trabalho**
- **Ordem e limpeza;**

2.2. Atos inseguros

Os atos inseguros são aqueles que decorrem da execução das tarefas de forma contrária às normas de segurança, como podemos ver na figura 1. São exemplos de atos inseguros:

- Limpar o corpo com ar comprimido;
- Fumar em local não permitido;
- Esmerilhar sem uso de protetor facial, etc.

. **Figura 1.** Alguns exemplos de atos inseguros



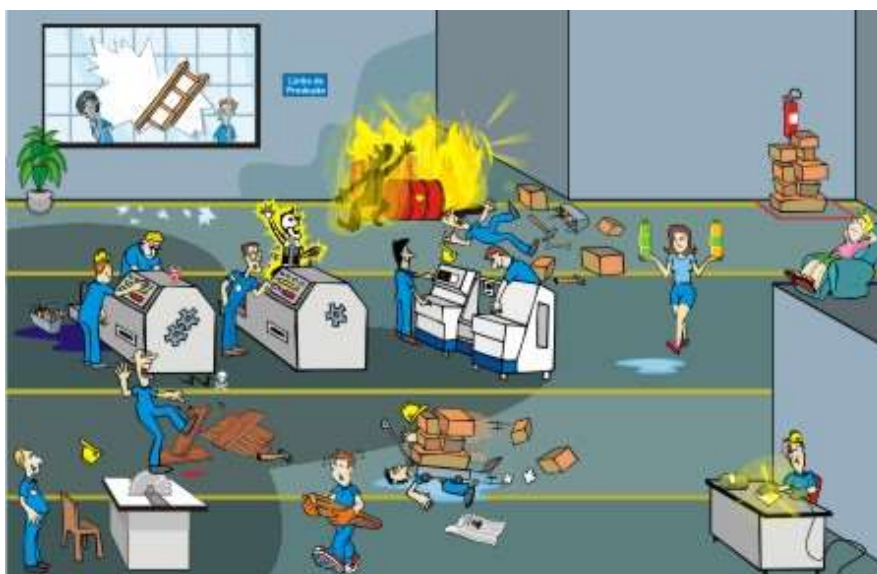
Fonte: Segurança do Trabalho, 2012.

2.3. Condições inseguras

São aquelas que, presentes no ambiente de trabalho, colocam em risco a integridade física e/ou mental do trabalhador, geralmente tais condições manifestam-se como deficiências técnicas. São exemplos de condições inseguras:

- Falta de proteção em partes móveis e pontos de agarramento;
- Latas e garrafas com produtos inflamáveis abertas;
- Instalações elétricas impróprias ou com defeitos.

Figura 2. Ambiente sem condições seguras de trabalho



Fonte: SENAI, 2014.

3. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI)

Os equipamentos de proteção individual (EPI) são instrumentos de uso pessoal, cuja finalidade é neutralizar a ação de certos acidentes que podem vir a causar lesões ao trabalhador e protegê-lo contra possíveis danos à saúde causados pelas condições de trabalho. Os EPI's devem ser utilizados como medida de proteção quando não for possível eliminar o risco através da utilização de equipamentos de proteção coletiva.

3.1. Características e classificação dos EPI's

Pode-se classificar os EPI's agrupando-os segundo a parte do corpo que devem proteger.

- **Proteção para a cabeça** - Estes equipamentos podem ser divididos em protetores para a cabeça, propriamente ditos, que são usados especificamente para o crânio, e protetores para os órgãos de visão (figura 1), olfato e audição.

Figura 1. Óculos para proteção dos olhos.



Fonte: Dinâmica Materiais Hidráulicos, 2014.

- **Proteção para os membros superiores** – Nos membros superiores situam-se as partes do corpo onde ocorrem lesões com mais frequência: as mãos. Grande parte dessas lesões podem ser evitadas através do uso de luvas como as da figura 2, que impedem um contato direto com materiais cortantes, abrasivos, aquecidos ou com substâncias corrosivas e irritantes.

Figura 2. Luva de malha pigmentada para a proteção das mãos.



Fonte: Dinâmica Materiais Hidráulicos, 2014.

- **Proteção para os membros inferiores** – As pernas e os pés são partes do corpo que, além de estarem sujeitos diretamente ao acidente, ainda mantêm o equilíbrio do corpo. Por esta razão os EPI's ganham dupla importância, ou seja, proteger diretamente os membros inferiores e evitar a queda, o que pode ter consequências graves. A figura 3 mostra uma bota comumente utilizada para proteção dos pés.

Figura 3. Botas de couro para proteção dos pés



Fonte: Dinâmica Materiais Hidráulicos, 2014.

- **Cinto de segurança** – Os cintos como o da figura 4 tem a função de proteger o homem que trabalha em lugares altos, prevenindo quedas.

Figura 3. Cinto para proteção contra quedas em lugares altos.



Fonte: Dinâmica Materiais Hidráulicos, 2014.

3.2. EPI's para refrigeração residencial

Segundo Tuiuti Equipamentos de Segurança (2013), para a área de refrigeração comercial, cita quais os equipamentos de proteção individual são considerados essenciais e necessários à segurança do trabalhador:

- **Para a manutenção domiciliar:**
 - ✓ óculos de proteção;
 - ✓ protetor auricular;
 - ✓ luvas de segurança com isolamento;
 - ✓ capacete de segurança;
 - ✓ botina de segurança.

- **Para a manutenção de ar condicionado em altura:**
 - ✓ cinto do tipo paraquedista com talabarte e sistema trava-quedas;
 - ✓ óculos de proteção;
 - ✓ protetor auricular;
 - ✓ botina de segurança;
 - ✓ capacete de segurança;
 - ✓ luvas de segurança com isolamento;
 - ✓ escada com isolamento para eletricidade.

4. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI)

O Sistema Internacional de Unidades (SI) define sete unidades de medida como um conjunto básico de que todas as outras unidades SI são derivadas. Estas são unidades de base e as suas respectivas quantidades físicas são:

- Metro para comprimento (**m**)
- Quilograma para massa (**kg**)
- Segundo para tempo (**s**)
- Ampere para corrente elétrica (**A**)
- Kelvin para temperatura termodinâmica (**K**)
- candela para intensidade luminosa (**cd**)
- mole para a quantidade de substância. (**mol**)

4.1. Metro

O metro é a unidade principal de comprimento. Entretanto existem situações em que essa unidade deixa de ser prática. Se quisermos medir grandes extensões ela é muito pequena. Por outro lado, se queremos medir extensões muito "pequenas", a unidade metro é muito "grande". Podemos ver alguns exemplos na tabela 1.

Tabela 1. Múltiplos e submúltiplos de unidades de comprimento.

		<u>Unidades de Comprimento</u>					
		m	µm	mm	cm	dm	km
1 m	=	1	10^6	10^3	10^2	10	10^{-3}
1 µm	=	10^{-6}	1	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-9}
1 mm	=	10^{-3}	10^3	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-6}
1 cm	=	10^{-2}	10^4	10	1	10^{-1}	10^{-5}
1 dm	=	10^{-1}	10^5	10^2	10	1	10^{-4}
1 km	=	10^3	10^9	10^6	10^{-5}	10^4	1

4.1.1. Unidades Não-oficiais

Os países anglo-saxões utilizam um sistema de medidas baseado na farda imperial (yard) e seus derivados não decimais, em particular a polegada inglesa (inch). Os americanos adotam a polegada milesimal. Em razão da influência anglo-saxônica

na fabricação mecânica, emprega-se frequentemente, para as medidas industriais, a polegada de 25,4mm.

Observação: Muito embora a polegada extinguiu-se, na Inglaterra, em 1975, será aplicada em nosso curso, em virtude do grande número de máquinas e aparelhos utilizados pelas indústrias no Brasil que obedecem a esses sistemas.

4.2. Temperatura - Escala Celsius (°C)

A escala Celsius (símbolo: °C) designa a unidade de temperatura, assim denominada em homenagem ao astrônomo sueco Anders Celsius (1701–1744), que foi o primeiro a propô-la em 1742. A escala de temperatura Celsius possui dois pontos importantes, onde ponto de congelação (congelamento) da água corresponde ao valor zero e o ponto de ebulição corresponde ao valor 100, observados a uma pressão atmosférica padrão, também chamada de pressão normal. Essa escala é a utilizada por padrão no Brasil.

4.2.1. Temperatura - Escala Fahrenheit (°F)

A escala Fahrenheit (símbolo: °F) é uma escala de temperatura proposta por Daniel Gabriel Fahrenheit em 1724. Nesta escala o ponto de fusão da água é de 32 °F e o ponto de ebulição de 212 °F. Uma diferença de 1,8 grau Fahrenheit equivale à de 1 °C. É utilizada em vários países, como nos Estados Unidos e no Reino Unido.

4.3. Área ou superfície

Área ou superfície é o produto de dois comprimentos. O metro quadrado é a unidade SI da área, e o seu símbolo é m².

Tabela 1. Múltiplos e submúltiplos de unidades de área.

		<u>Unidades de Área</u>					
		m^2	μm^2	mm^2	cm^2	dm^2	km^2
$1 m^2$	=	1	10^{12}	10^6	10^4	10^2	10^{-6}
$1 \mu m^2$	=	10^{-12}	1	10^{-2}	10^{-8}	10^{-10}	10^{-18}
$1 mm^2$	=	10^{-6}	10^6	1	10^{-2}	10^{-4}	10^{-12}
$1 cm^2$	=	10^{-4}	10^8	10^2	1	10^{-2}	10^{-10}
$1 dm^2$	=	10^{-2}	10^{10}	10^4	10^2	1	10^{-8}
$1 km^2$	=	10^6	10^{18}	10^{12}	10^{10}	10^8	1

4.4. Volume

Volume é produto de três unidades (comprimento, largura e altura). O metro cúbico é a unidade SI de volume, e o seu símbolo é m^3 .

Tabela 2. Múltiplos e submúltiplos de unidades de volume.

		<u>Unidades de Volume</u>				
		m^3	mm^3	cm^3	dm^3 ¹⁾	km^3
$1 m^3$	=	1	10^9	10^6	10^3	10^9
$1 mm^3$	=	10^{-9}	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-18}
$1 cm^3$	=	10^{-6}	10^3	1	10^{-3}	10^{-15}
$1 dm^3$	=	10^{-3}	10^{-6}	10^3	1	10^{-12}
$1 km^3$	=	10^9	10^{18}	10^{15}	10^{12}	1
$1 dm^3$	=	1 l (Litro)				

4.5. Massa

O quilograma é a unidade SI de massa, com o símbolo kg. O correto em português é escrever quilograma, entretanto trataremos a unidade de massa como quilograma por coerência gráfica (kg).

Tabela 3. Múltiplos e submúltiplos de unidades de massa.

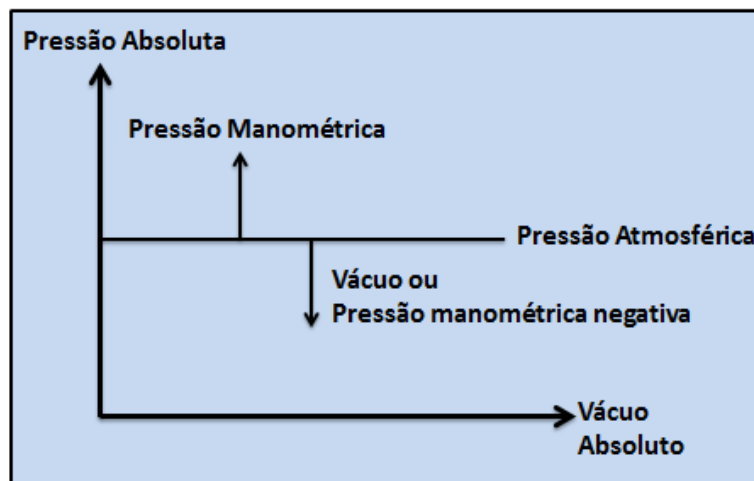
		<u>Unidades de Massa</u>				
		kg	mg	g	dt	t = Mg
1 kg	=	1	10^6	10^3	10^{-2}	10^{-3}
1 mg	=	10^{-6}	1	10^{-3}	10^{-8}	10^{-9}
1 g	=	10^{-3}	10^3	1	10^{-5}	10^{-6}
1 dt	=	10^2	10^8	10^5	1	10^{-1}
1 t = 1 Mg	=	10^3	10^9	10^6	10	1

4.6. Pressão

O termo pressão é utilizado em diversas áreas da ciência como sendo uma força que atua em uma determinada área. São utilizados três conceitos de pressão:

- **Pressão Atmosférica ou Barométrica** - É a pressão do ar atmosférico em nível do mar.
- **Pressão Relativa ou Manométrica** - É a pressão tomada em relação à pressão atmosférica. Pode assumir valores negativos (vácuo) ou positivos (acima da pressão atmosférica).
- **Pressão Absoluta** - É a pressão tomada em relação ao vácuo completo ou pressão zero. Portanto, só pode assumir valores positivos.

Figura 1. Este diagrama mostra como devemos enxergar os vários tipos de pressão existentes.



O **Pascal** é a unidade SI de pressão, e o seu símbolo é **Pa**. Um Pascal é a pressão de uma força de 1 Newton exercida numa superfície de 1 metro quadrado. É também bastante utilizado a unidade **bar**, que é uma unidade de pressão que equivale a exatamente 100000 Pa (10^5 Pa). Este valor de pressão é muito próximo ao da pressão atmosférica padrão, que é definido como 101325 Pa.

5. TERMODINÂMICA – CONCEITOS BÁSICOS

A termodinâmica é o ramo da física que estuda as causas e os efeitos de mudanças na temperatura, pressão e volume, e de outras grandezas termodinâmicas fundamentais, em sistemas físicos em escala macroscópica.

O sistema termodinâmico consiste em uma quantidade de matéria ou região para a qual nossa atenção está voltada. Demarcamos um sistema termodinâmico em função daquilo que desejamos calcular, como no caso da figura 1. Tudo que se situa fora do sistema termodinâmico é chamado meio ou vizinhança. O sistema termodinâmico a ser estudado é demarcado através de uma fronteira ou superfície de controle a qual pode ser móvel, fixa, real ou imaginária.

Figura 1. Um exemplo de um sistema termodinâmico é o de um trem movido a vapor.



Fonte: NavegadorMT, 2008.

Existem três tipos de sistemas termodinâmicos, sendo eles descritos a seguir:

Sistema Fechado - É o sistema termodinâmico no qual não há fluxo de massa através das fronteiras que definem o sistema.

Volume de Controle - Ao contrário do sistema fechado, é o sistema termodinâmico no qual ocorre fluxo de massa através da superfície de controle que define o sistema.

Sistema Isolado - Dizemos que um sistema termodinâmico é isolado quando não existe qualquer interação entre o sistema termodinâmico e a sua vizinhança. (ou seja, através das fronteiras não ocorre fluxo de calor, massa, trabalho etc.).

Assim, dependendo da interação entre o sistema termodinâmico definido para estudo e a vizinhança, chamaremos a essa região de Sistema Fechado (demarcado pela fronteira) ou Volume de Controle (demarcado pela superfície de controle).

5.1. Estado e Propriedades de uma Substância

Se considerarmos uma massa de água, reconhecemos que ela pode existir sob várias formas. Se é inicialmente líquida pode-se tornar vapor após aquecida ou sólida quando resfriada. Assim nos referimos às diferentes fases de uma substância: uma fase é definida como uma quantidade de matéria totalmente homogênea; quando mais de uma fase está presente, as fases se acham separadas entre si por meio dos contornos das fases. Em cada fase a substância pode existir a várias pressões e temperaturas ou, usando a terminologia da termodinâmica, em vários estados. O estado pode ser identificado ou descrito por certas propriedades macroscópicas observáveis; algumas das mais familiares são: temperatura, pressão, volume, etc. Cada uma das propriedades de uma substância num dado estado tem somente um valor definido e essa propriedade tem sempre o mesmo valor para um dado estado, independente da forma pela qual a substância chegou a ele. De fato, uma propriedade pode ser definida como uma quantidade que depende do estado do sistema e é independente do caminho pelo qual o sistema chegou ao estado considerado. Inversamente, o estado é especificado ou descrito pelas propriedades.

5.2. Propriedades termodinâmicas

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

- ✓ **Propriedade Extensiva** - Chamamos de propriedade extensiva aquela que depende do tamanho (extensão) do sistema ou volume de controle. Assim, se subdividirmos um sistema em várias partes (reais ou imaginárias) e se o valor de uma dada propriedade for igual à soma das propriedades das partes, esta é uma variável extensiva. Por exemplo: Volume, Massa, etc.
- ✓ **Propriedade Intensiva** - Ao contrário da propriedade extensiva, a propriedade intensiva, independe do tamanho do sistema. Exemplo: Temperatura, Pressão etc.
- ✓ **Propriedade Específica** - Uma propriedade específica de uma dada substância é obtida dividindo-se uma propriedade extensiva pela massa da respectiva substância contida no sistema. Uma propriedade específica é também uma propriedade intensiva do sistema.
- ✓

5.3. Mudança de Estado de um Sistema Termodinâmico

Quando qualquer propriedade do sistema é alterada, por exemplo; Pressão, Temperatura, Massa, Volume, etc. Dizemos que houve uma mudança de estado no sistema termodinâmico. Um exemplo elementar pode ser visto na figura 2.

Figura 2. Quando o gelo começa a se derreter, podemos afirmar que está acontecendo uma mudança de estado no sistema termodinâmico.



Fonte: Scientific American Brasil, 2014.

Este fenômeno ocasional nos leva a analisar alguns conceitos de termodinâmica descritos a seguir.

Calor Sensível: Sabemos que calor é energia térmica em trânsito que flui entre os corpos em razão da diferença de temperatura entre eles. Dessa forma, imagine uma barra de ferro que receba ou perca certa quantidade de calor. Esse calor que a barra ganhou ou perdeu é denominado de calor sensível, pois ele provoca apenas variação na temperatura do corpo, sem que aconteça mudança no seu estado de agregação, ou seja, se o corpo é sólido continua sólido e o mesmo acontece com os estados líquidos e gasosos.

Também chamado de calor específico, o calor sensível é uma unidade prática, ou seja, a que é mais utilizada no dia a dia. Contudo, no Sistema Internacional de Unidades (SI) o calor específico pode ser dado de duas formas: J/kg. K ou em J/kg. °C.

Calor Latente: Diferente do calor sensível, quando fornecemos energia térmica a uma substância, sua temperatura não varia, mas seu estado de agregação se modifica, esse é o chamado calor latente. Essa é a grandeza física que informa a quantidade de energia térmica (calor) que uma unidade de massa de uma substância deve perder ou receber para que ela mude de estado físico, ou seja, passe do sólido para o líquido, do líquido para o gasoso e assim por diante. No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de calor latente é o joule por quilograma (J/Kg), mas na prática utiliza-se muito a caloria por grama (cal/g).

Processo: O caminho definido pela sucessão de estados através dos quais o sistema passa é chamado processo. São exemplos de processos:

- Processo Isobárico (**pressão constante**)
- Processo Isotérmico (**temperatura constante**)
- Processo Isocórico (isométrico) (**volume constante**)
- Processo Adiabático (**sem transferência de calor**)

Entalpia: é uma grandeza física que meça a máxima energia de um sistema termodinâmico, teoricamente passível de ser deste removida na forma de calor. É particularmente útil na compreensão e descrição de processos isobáricos, a pressão constante as variações de entalpia encontram-se diretamente associadas às energias recebidas pelo sistema na forma de calor, estas facilmente mensuráveis em calorímetros.

Conforme definida, a entalpia engloba em si não apenas a energia interna do sistema mas também a energia armazenada no conjunto sistema-vizinhança que, absorvida pelo sistema via trabalho realizado pela vizinhança sobre esse em processos termodinâmicos que impliquem a diminuição de seu volume, também integra uma parcela de energia passível de ser extraída na forma de calor a partir do referido sistema. A entalpia mensura pois a totalidade de energia de alguma forma atrelada ao sistema - incluindo-se nesta não apenas a energia encerrada no sistema como também a energia atrelada ao sistema em virtude das relações que este estabelece com a sua vizinhança.

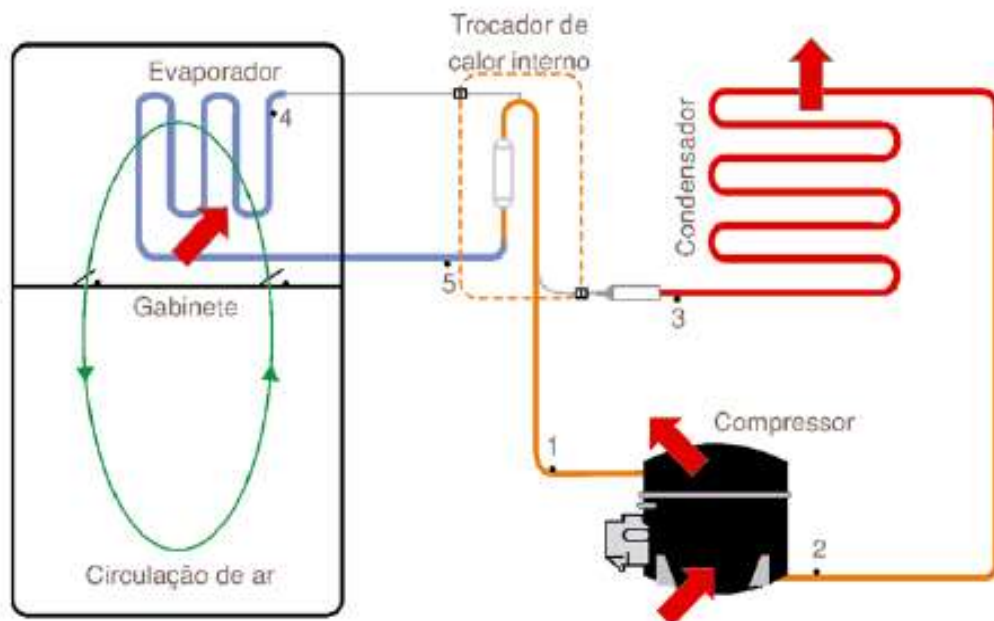
Entropia: é uma grandeza termodinâmica que mensura o grau de irreversibilidade de um sistema, encontrando-se geralmente associada ao que denomina-se por "desordem", não em senso comum, de um sistema termodinâmico. O trabalho pode ser completamente convertido em calor, e por tal em energia térmica, mas energia térmica não pode ser completamente convertida em trabalho. Com a entropia procura-se mensurar a parcela de energia que não pode mais ser transformada em trabalho em transformações termodinâmicas à dada temperatura.

A entropia é uma grandeza que busca mensurar não a energia tampouco a matéria totais encerrada pelas fronteiras do sistema termodinâmico, mas sim como esta matéria e esta energia encontram-se armazenadas e distribuídas no sistema definido por tais fronteiras. Assim, embora uma grandeza bem distinta das grandezas massa, energia interna e quantidade de matéria, a entropia de um sistema encontra-se certamente relacionada às grandezas citadas, sendo, da mesma forma que as anteriores, uma propriedade do sistema.

5.4. Ciclo Termodinâmico

Quando um sistema (substância), em um dado estado inicial, passa por certo número de mudança de estados ou processos e finalmente retorna ao estado inicial, o sistema executa um ciclo termodinâmico, como podemos visualizar na figura 3.

Figura 3. Ciclo termodinâmico de refrigeração.



Fonte: Mecatrônica Atual, 2013.

Deve ser feita uma distinção entre ciclo termodinâmico, descrito acima, e um ciclo mecânico. Um motor de combustão interna de quatro tempos executa um ciclo mecânico a cada duas rotações. Entretanto o fluido de trabalho não percorreu um ciclo termodinâmico dentro do motor, uma vez que o ar e o combustível são queimados e transformados nos produtos de combustão, que são descarregados para a atmosfera.

6. SISTEMA FRIGORÍGENO

O sistema frigorígeno é aquele constituído pelo fluido refrigerante, tubulações e dispositivos mecânicos que fazem parte de um circuito fechado que propicia as mudanças de estado do fluido. Durante essas mudanças de estado, o fluido ora cede calor para o meio, ora o absorve e, quando absorve, a quantidade de calor retirada é suficiente para deixar o ambiente gelado. Este é o princípio da refrigeração mecânica, que torna funcional o sistema de climatização dos condicionadores de ar.

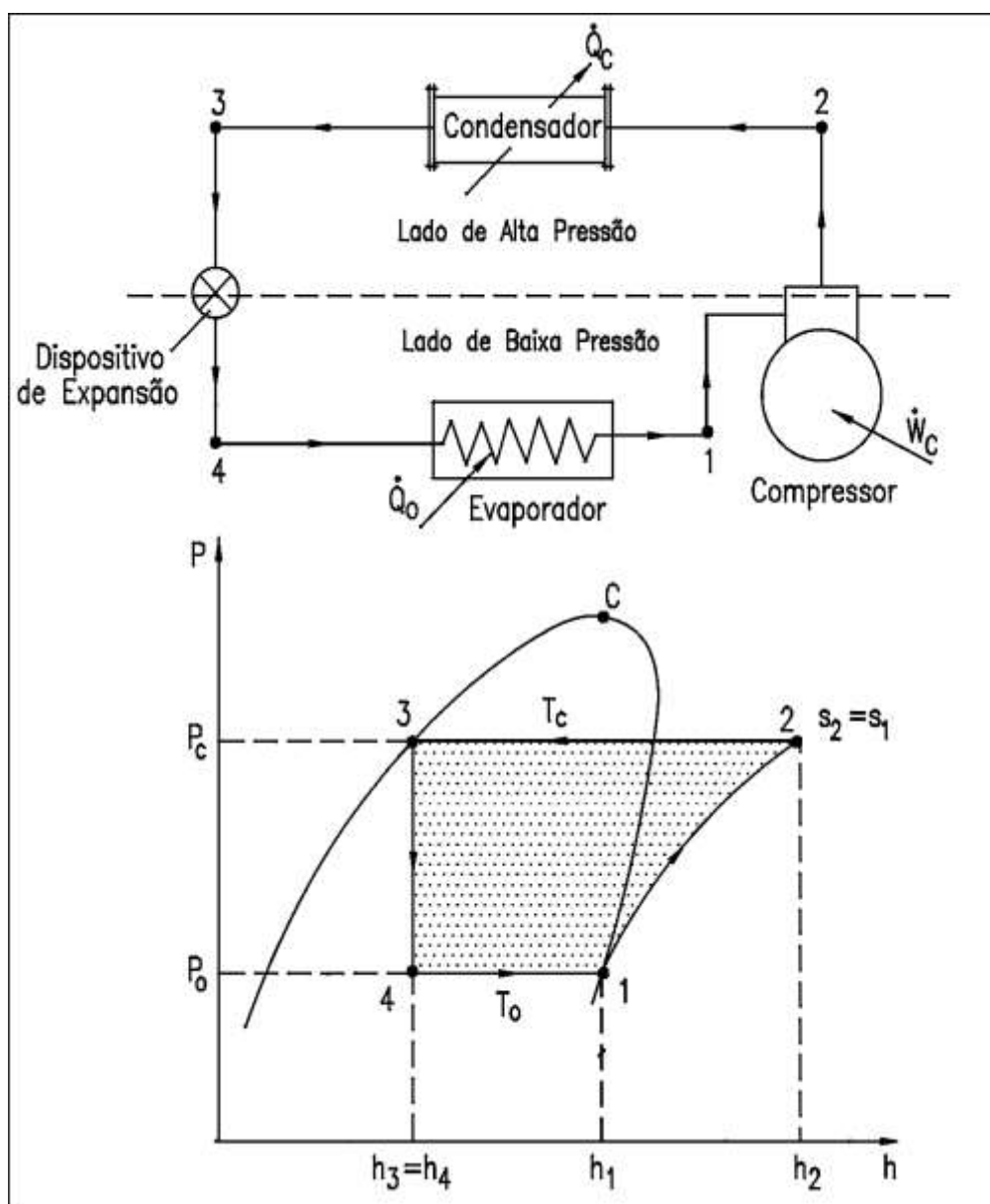
6.1. Consequências da atuação dos elementos de um sistema frigorígeno

A refrigeração mecânica é o resultado de processos e transformações físicas que ocorrem com o fluido refrigerante como consequência da atuação dos elementos constituintes do circuito frigorígeno, ou seja:

- **Liberação de calor para o meio externo, na forma sensível, através do condensador**, quando a entalpia do fluido será reduzida, mas a pressão e a temperatura se manterão constantes e o fluido mudará do estado gasoso para o líquido.
- **Redução drástica da pressão e da temperatura do fluido, através do dispositivo de expansão**, mantendo-se constante a sua entalpia, fazendo o gás refrigerante expandir.
- **Absorção de calor latente do meio, através do evaporador**, o que resulta na elevação da entalpia do fluido, mas a sua pressão e temperatura se manterão constantes. Essa quantidade de calor absorvida será o suficiente para transformar o fluido expandido em gás e deixará o meio ao seu redor com a temperatura reduzida (gelado), por causa da quantidade de calor cedida para o fluido.

Este processo pode ser visualizado por meio de um gráfico Pressão x Entalpia, que podemos conferir na figura 1.

Figura 1. Processos e transformações que ocorrem, representadas no gráfico Pressão x Entalpia.



Fonte: Wikipédia, 2014

6.2. Princípio de funcionamento

O princípio de funcionamento dos condicionadores de ar tipo Janela e Split é o da refrigeração mecânica direta, com a utilização do ciclo de compressão a vapor. Sendo assim, nesses equipamentos são encontrados:

- ✓ **Compressor** (alternativo, rotativo ou scroll);
- ✓ **Condensador** refrigerado a ar por convecção forçada;

- ✓ **Filtro** para reter impurezas que possam provocar entupimentos no sistema;
- ✓ **Dispositivo de expansão**, constituídos por um tubo capilar;
- ✓ **Evaporador**, que é responsável por trocar calor com o ar a ser condicionado.

Esses elementos são interligados por tubulações de cobre e de aço carbono, formando o circuito frigorígeno. E no interior desse circuito encontra-se o fluido refrigerante, que pode ser o R22 ou o R407c.

Figura 2. Representação esquemática de um equipamento condicionador de ar.



Fonte: Duarte, 2010.

Como podemos ver na figura 2, o condensador e o ventilador são instalados dentro de uma câmara de condensação, enquanto o evaporador e a turbina ficam dentro da câmara de evaporação. Elas não entram em contato, o que garante que o ar que passa através do evaporador não entra em contato com a câmara de condensação. O ar que passa através do condensador absorve calor do fluido refrigerante, e, por isso, ele sai do equipamento com a temperatura mais elevada do que na entrada. Já no evaporador, o ar cede calor para o fluido refrigerante e, por isso, torna-se mais frio. É esse ar que será conduzido para o recinto para proporcionar conforto térmico para as pessoas.

6.3. Compressor

O compressor pode ser considerado o coração do sistema frigorígeno, uma vez que ele eleva a pressão e a entalpia do fluido refrigerante que, ao ser comprimido nessas condições, torna-se capaz de realizar todos os processos físicos necessários para que a refrigeração aconteça. O compressor dos condicionadores de ar podem ser, basicamente, de três tipos:

1. Alternativos ou de pistão;
2. Rotativos ou de palhetas;
3. Scroll.

6.3.1. Compressores alternativos ou de pistão

Os compressores alternativos ou de pistão são semelhantes ao motor de um carro. Eles possuem um ou mais pistões que são utilizados para comprimir o fluido refrigerante, na forma gasosa, antes de encaminhá-lo para o condensador. O nome “alternativo” é proveniente do movimento de vai-e-vem dos pistões que ora succiona o fluido da tubulação de sucção (baixa pressão), ora expulsa o fluido comprimido para a tubulação de descarga (alta pressão).

Figura 3. Compressor alternativo ou de pistão e sua representação interna.



Fonte: Duarte, 2010.

6.3.2. Compressores rotativos ou de palhetas

Os compressores rotativos ou de palhetas possuem um cilindro acumulador de sucção posicionado na lateral do condicionador e, dentro do corpo do compressor existe um excêntrico que gira e provoca a compressão do fluido gasoso. Ao mesmo tempo em que o fluido comprimido é liberado para o condensador, em alta pressão existente ao acumulador de sucção, é aspirado para dentro do compressor para ser também comprimido e encaminhado para o condensador.

Figura 4. Compressor rotativo e sua representação esquemática. (a) Localização dos componentes; (b, c, d) Esquema de funcionamento.



Fonte: Duarte, 2010.

6.3.4. Compressores Scroll

Os compressores do tipo scroll são mais modernos e não possuem válvulas de admissão, nem de descarga. Por isso, eles apresentam um funcionamento mais silencioso, além de apresentarem maior eficiência. A compressão e a sucção do fluido ocorrem graças ação de dois rotores, em forma de espiral, que se encaixam perfeitamente.

Um deles se mantém fixo enquanto o outro apresenta movimentos oscilatórios, o que resulta na sucção do fluido de baixa para alta pressão, durante a sua compressão até sua descarga no condensador.

Figura 5. Detalhes do compressor scroll (parte interna).



Fonte: Duarte, 2010.

Independente do tipo de compressor existente em um condicionador de ar tipo Janela ou Split, ele deverá possuir três tubulações: a de **alta pressão**, que conduz o gás comprimido até o condensador; a de **baixa pressão**, que possibilita o retorno do fluido gasoso do evaporador para o compressor; e a **tubulação de serviço** que pode ser utilizada durante a manutenção do sistema. Esta tubulação encontra-se conectada no compressor no lado da baixa pressão.

6.4. Condensador

Os condicionadores de ar tipo janela são projetados para serem instalados de tal maneira que uma parte do equipamento, à frente, fica localizada no interior do recinto onde se pretende obter ar condicionado. E outra parte do equipamento, a traseira, fica posicionada do lado externo da edificação.

Portanto, o condicionador tipo janela atravessa a parede. E o condensador fica posicionado dentro do equipamento na parte que fica voltada para a parte de fora da edificação, mais precisamente dentro da câmara de condensação do equipamento, onde pode ser melhor visualizado pela figura 6.

Figura 6. Condicionador de ar tipo janela: À esquerda, parte interna; à direita, parte externa



O condensador dos condicionadores tipo janela é feito com tubulação de cobre ou de aço carbono, em forma de serpentina, e envolvido em uma camada de aletas de alumínio ou de aço, como ilustrado na figura 6. As aletas servem para manter a serpentina presa e para facilitar as trocas de calor com ar externo.

Isso acontece da seguinte forma: as aletas recebem boa parte do calor do fluido, que é transmitido por condução para a parede de tubulação (serpentina), e desta para as aletas que estão em contato. Assim, uma maior quantidade de calor se distribui pelas aletas que, com a passagem do fluxo de ar, favorece a liberação do calor para o meio externo.

Figura 7. Condensador de um condicionador de ar tipo janela: Podem-se observar os detalhes das tubulações em forma de serpentina envolvidas pela camada de aletas de aço.



Fonte: Polipartes, 2014.

Ao passar pelo condensador, parte desse calor que se refere ao calor sensível que o fluido absorveu no ciclo anterior, resulta no sub-resfriamento deste. A outra parte se refere ao calor latente do fluido que é liberado durante a mudança de fase do fluido de gás para líquido.

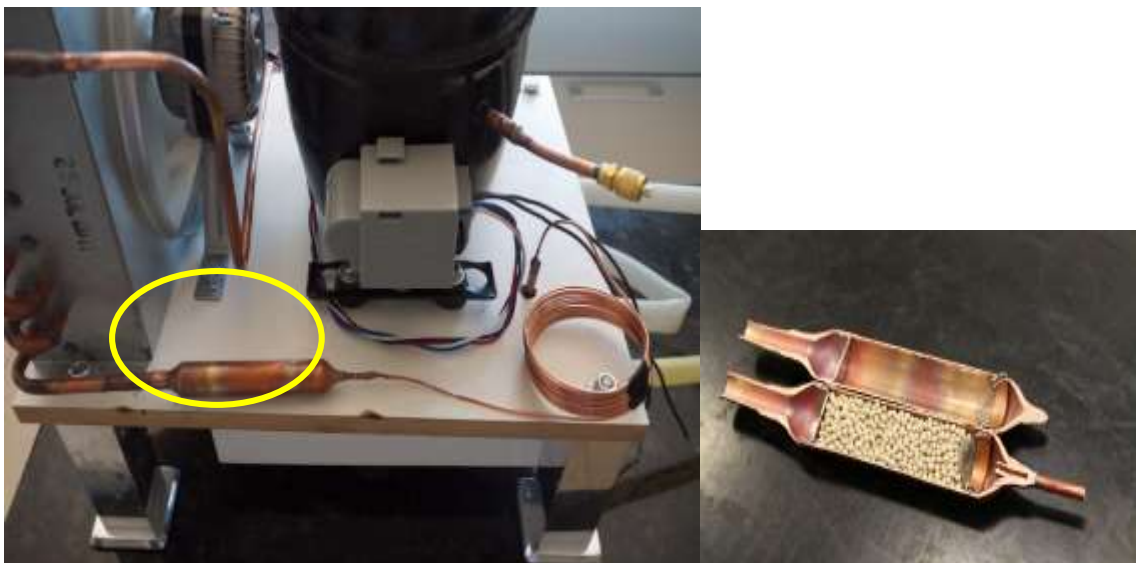
6.5. Filtro

O filtro encontra-se presente no circuito frigorígeno para reter eventuais impurezas que possam surgir no fluido refrigerante, mas pode ocasionar entupimento do sistema. Resíduos provenientes do motocompressor, fuligem de soldas e partículas das tubulações podem desprender-se e ocasionar entupimentos.

As soldas devem ser feitas de maneira correta, visando evitar a formação de fuligem. E os motocompressores também são projetados para evitar que isso aconteça. No entanto, sempre há possibilidades do surgimento de partículas capazes de ocasionar entupimentos no sistema. Ainda mais se tratando dos condicionadores de ar tipo janela, no qual o dispositivo de expansão é formado por um tubo capilar, que possui um diâmetro relativamente pequeno.

Conforme ilustrado na figura 8. O filtro consiste de um dispositivo de maior diâmetro que a tubulação de líquido, que fica instalado em série, na mesma, antes do início do tubo capilar. Porém, existem equipamentos mais modernos, em que o filtro, como elemento independente, não existe. Nesses casos, ele é formado por uma tela que se encontra inserida dentro da tubulação da linha de líquido, no final da mesma, onde o tubo capilar se inicia.

Figura 8. Filtro do condicionador de ar. Ao lado, uma imagem do filtro aberto.



Fonte: Máquina Térmica, 2012.

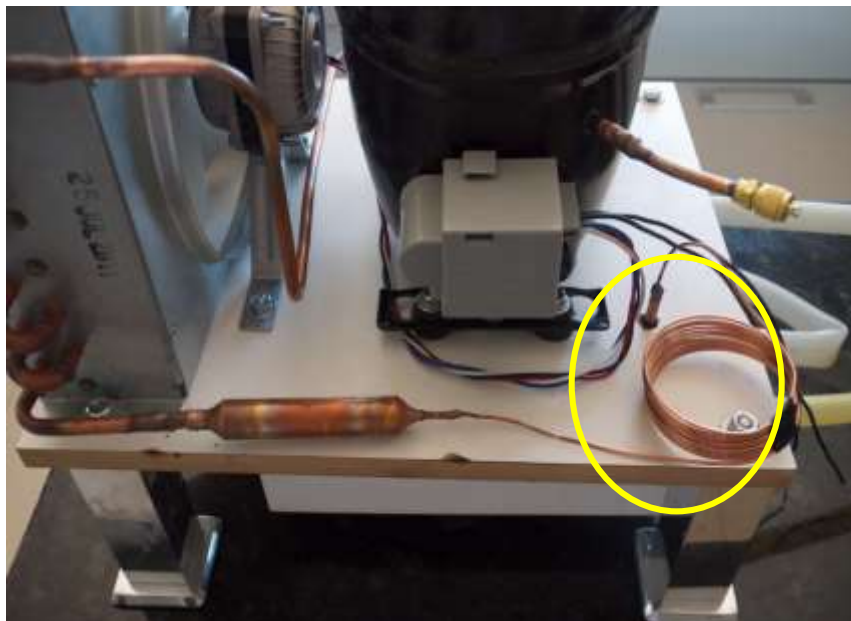
6.6. Dispositivo de expansão

O dispositivo de expansão é o componente do sistema responsável por provocar uma redução drástica na pressão do fluido de tal forma que ele fique expandido. De forma simplificada, você pode considerar o seguinte: o fluido, depois de passar pelo condensador, trocará calor com o ar externo e se transformará de vapor em líquido, mas continuará submetido à alta pressão que lhe foi fornecida pelo compressor.

Porém, ao passar pelo dispositivo de expansão, a sua pressão será bastante reduzida e o fluido agora ficará expandido, ou seja, como se estivesse pulverizado. Nessas condições, ele se encontrará pronto para absorver calor do meio até atingir o equilíbrio termodinâmico, que coincidirá com a sua mudança para a forma líquida.

O dispositivo de expansão utilizado nos condicionadores de ar tipo janela é o tubo capilar que, a exemplo dos refrigeradores e freezers, se constitui de um tubo flexível, de cobre, relativamente longo e com diâmetro reduzido, algo em torno de 0,5 mm a 3,0 mm, conforme podemos visualizar na figura 9.

Figura 9. Tubo capilar de um condicionador de ar.



Fonte: Máquina Térmica, 2012.

6.7. Evaporador

Os evaporadores dos condicionadores de ar são muito parecidos com os condensadores, uma vez que também são formados por tubulações flexíveis de cobre ou por tubulações de aço-carbono, ambas em forma de serpentina e envolvidas em uma camada de aletas de aço ou alumínio.

Figura 10. Vista geral do evaporador em um condicionador de ar tipo janela.



As tubulações de cobre, apesar de não se deformarem facilmente, são consideradas flexíveis, pois podem ser dobradas com facilidade, muitas vezes com as próprias mãos.

O evaporador encontra-se interligado ao condensador pelo tubo capilar, cuja extremidade encontra-se conectada no início do evaporador. Dessa forma, quando no equipamento são utilizados dois tubos capilares, o evaporador também deve ser constituído por duas partes, as quais deverão ser interligadas ao final para serem conectadas à tubulação de baixa que irá conduzir o fluido refrigerante de volta ao compressor. O fluido entra no evaporador expandido, com baixa pressão, e enquanto percorre as tubulações, absorve determinada quantidade de calor do ambiente, como mostrado na figura 11.

Figura 11. Tubo capilar conectado ao evaporador. Note que há formação de gelo no tubo capilar e no evaporador, após o funcionamento do ciclo, devido à expansão do gás refrigerante.



Fonte: Máquina Térmica, 2012.

A maior parte desse calor se refere ao calor latente que é utilizado para o fluido mudar do estado líquido para o de vapor. A outra parte do calor absorvido refere-se ao superaquecimento do fluido que, a exemplo do sub-resfriamento, precisa existir no ciclo de compressão a vapor. Isso é o que garante que o fluido chegue ao compressor totalmente transformado em vapor, caso contrário, uma parcela do fluido no estado líquido, por menor que fosse, provocaria danos ao compressor, podendo travá-lo e/ou danificá-lo.

O fluido refrigerante absorve calor do meio pelo processo de condução, através das paredes da serpentina. Essa, ao se tornar mais fria, absorverá calor do meio externo, mais precisamente das aletas que ficam em contato com ela. E, essas aletas, que também se tornarão mais frias, absorverão calor do ar que passa por elas, succionado pela turbina que se encontra instalada atrás do evaporador, dentro da câmara de evaporação. Esse ar é o mesmo que será insuflado para dentro do recinto onde se pretende obter ar condicionado.

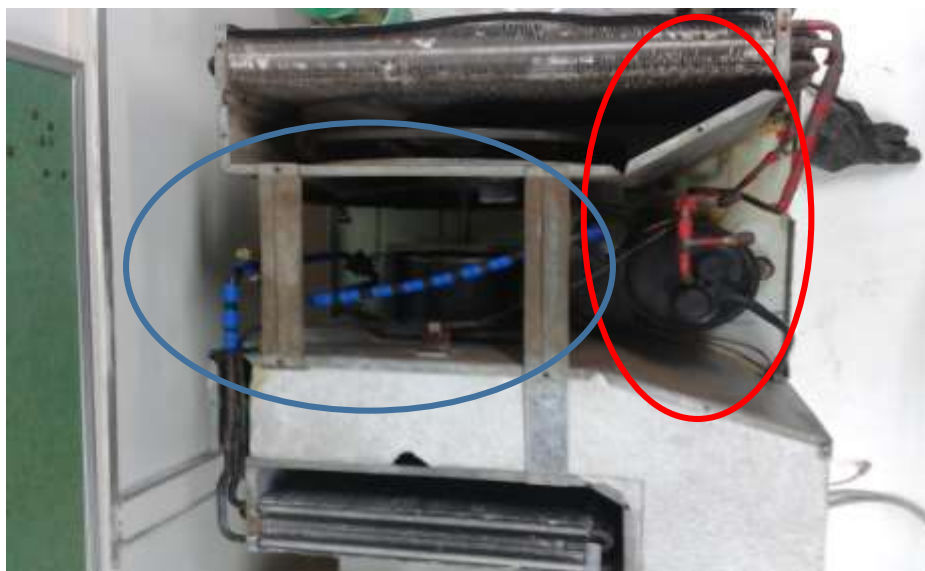
Portanto, a função das aletas do evaporador é aumentar a superfície de contato com o ar a ser condicionado de forma que uma maior quantidade de calor possa ser absorvida do mesmo, durante sua passagem pelo evaporador.

6.8. Tubulações

As tubulações do sistema frigorígeno dos condicionadores de ar tipo Janela são feitas com tubos flexíveis, de cobre, ou de aço carbono. Além dos tubos conexões apropriados, curvas e luvas, por exemplo, são muito utilizadas. Em geral, as junções dos tubos com essas conexões são feitas por meio de soldas apropriadas. Apesar de existirem várias curvas e conexões, essas tubulações são basicamente três:

1. **Linha de alta pressão:** que sai do compressor e vai até a entrada do condensador;
2. **Linha de líquido:** Inicia-se no final do condensador e vai até o início do evaporador, envolvendo o filtro e o tubo capilar;
3. **Linha de baixa pressão:** Utilizada para interligar o final do evaporador ao compressor.

Figura 12. Tubulações flexíveis de cobre em um condicionador de ar tipo Janela. A tubulação destacada com fita azul é a tubulação de baixa, e a tubulação marcada com fita vermelha é a tubulação de alta.



Além dessas tubulações, existe ainda a tubulação de serviço, que fica localizada no compressor, no lado da baixa pressão. Ela normalmente encontra-se lacrada e deverá ser utilizada na ocasião de manutenções especiais.

6.9. Fluido refrigerante

O fluido refrigerante é o agente responsável por possibilitar que a refrigeração ocorra. E no caso de condicionadores de ar, os mais comumente usados são R22[®], R407C[®], ou R404A[®].

Figura 13. Botijão contendo gás refrigerante R22[®].



A constatação de que os fluidos refrigerantes, utilizados em refrigeração, destroem a camada de ozônio incentivou os fabricantes a “procurar” refrigerantes alternativos que não fossem nocivos à camada protetora do planeta.

O R22[®], atualmente aplicado em equipamentos de condicionamento de ar, poderá ser utilizado, de acordo com a última revisão do Protocolo de Montreal, até o ano de 2040. Porém as empresas já demonstram interesse em buscar alternativas para seus equipamentos.

Porém, o que se constata atualmente, como tendência mundial, é a aplicação do R407C[®]. Este gás é recomendado para aplicações de ar condicionado e processos de refrigeração de alta temperatura, acima de 0 °C, possuindo propriedades termodinâmicas semelhantes ao R22[®].

6.10. Câmara de arrefecimento

A câmara de arrefecimento é o local do condicionador de ar onde se encontra instalado o condensador e o ventilador. Ela possui esse nome porque tem a função

de receber o ar, proveniente do ambiente que é forçado a ventilar o condensador para trocar calor com o mesmo.

Figura 14. Câmara de arrefecimento.



6.11. Câmara de ventilação

A câmara de ventilação possui características semelhantes às da câmara de arrefecimento, uma vez que é isolada do restante do equipamento e serve para concentrar o ar que é insuflado do ambiente e, assim, fornecer a ele a pressão necessária para atravessar o evaporador.

Figura 15. Câmara de ventilação.



6.12. Turbina

A turbina é um ventilador radial de pás curvas, que fica posicionado no interior da câmara de evaporação. Ela succiona o ar do recinto, pela parte central, e provoca o seu insuflamento na saída das pás de forma que o mesmo seja devolvido ao recinto, mas com características de um ar condicionado, uma vez que foi filtrado, refrigerado e desumidificado até os valores ideais, para haver conforto térmico e bem-estar para as pessoas.

Figura 16. Turbina separada do motoventilador.



Fonte: Scandinavia, 2014.

6.13. Ventilador

O ventilador, que fica posicionado no interior da câmara de ventilação, é do tipo axial, de pás helicoidais, formados geralmente por três a seis pás. Ele fica instalado em uma abertura circular existente na parte traseira da câmara de ventilação de tal forma que, ao girar, o ar do ambiente será succionado e entrará no gabinete do equipamento através de frestas existentes em suas laterais.

Figura 17. Ventilador da unidade condensadora.



6.14. Filtro de ar

O filtro de ar é um elemento de tela fina que serve para reter as impurezas existentes em suspensão no ar. Ele possui uma estrutura de plástico e fica posicionado na entrada do evaporador de tal forma que o ar, ao ser succionado pela turbina, passará através do filtro.

Figura 18. Operador realizando a remoção do filtro de ar.



Fonte: Web Ar Condicionado, 2010.

6.15. Defletores

Os defletores são partes móveis que ficam localizadas em uma determinada região da fachada do condicionador de ar, mais precisamente na saída do ar condicionado, após a passagem através do evaporador e da turbina.

Elas são geralmente feitas de plástico rígido e funcionam como aletas móveis que podem ser mudadas de posição e, assim, possibilitar que a direção do fluxo de ar condicionado também possa ser alterada de acordo com o interesse e/ou necessidade.

Figura 19. Localização dos defletores



Fonte: Clima & Cia, 2014.

7. SISTEMA ELÉTRICO

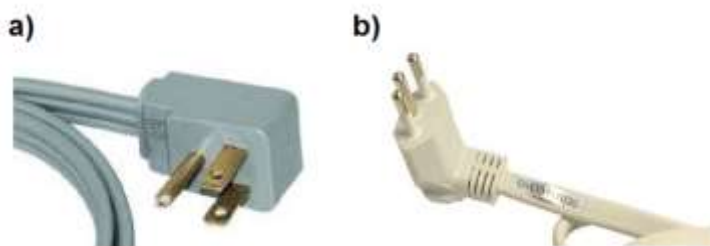
O sistema elétrico é o responsável pelo funcionamento de todos os componentes do condicionador de ar. Ele é constituído pelos seguintes complementos:

- ✓ **Cabo de alimentação;**
- ✓ **Condutores elétricos;**
- ✓ **Motor do compressor;**
- ✓ **Motoventilador;**
- ✓ **Capacitor permanente;**
- ✓ **Termostato;**
- ✓ **Protetor térmico;**
- ✓ **Caixa de comando.**

7.1. Cabo de alimentação

O cabo de alimentação é o elemento responsável por conduzir a energia elétrica até o condicionador de ar, para que o mesmo possa funcionar. Esse cabo é constituído por três fios, sendo dois condutores elétricos e um condutor de aterramento.

Figura 1. Cabo de alimentação elétrica do condicionador de ar; a) Modelo antigo; b) Modelo atual.



Fonte: Scandinavia, 2014.

Independente da tensão de alimentação, a potência do aparelho deverá ser a mesma. Isso se deve ao fato de o trabalho que o condicionador terá de realizar não ter nenhuma relação com a tensão de alimentação.

Se voltarmos nossos estudos um pouco para a área de eletricidade, saberemos que a potência elétrica de qualquer equipamento pode ser calculada pela seguinte equação:

$$P = V \times I$$

Sendo:

P = Potência elétrica, em Watts (W);

V = Tensão de alimentação elétrica, em Volts (V);

I = Corrente elétrica, em Ampère (A).

7.2. Condutores elétricos

As ligações entre os diversos componentes do condicionador de ar são feitas com condutores elétricos. Normalmente, são utilizados fios rígidos com isolamento termoplástico para conduzir energia elétrica. Para facilitar o entendimento das ligações e a representação das mesmas no esquema elétrico do aparelho utilizam-se condutores de cores variadas.

Figura 2. Condutores do circuito elétrico de um condicionador de ar.



7.3. Motor do compressor

O compressor do condicionador de ar é acionado por um motor elétrico que é montado dentro da própria carcaça do compressor. Ele é do tipo monofásico ou bifásico, cujas características construtivas são compatíveis com a tensão de alimentação elétrica. Isso quer dizer que ele deverá ser apropriado para ser alimentado em 127 V ou em 220 V, como os demais componentes.

Figura 3. Carcaça de um compressor aberta para mostrar a bobina do motor



O motor elétrico possui duas bobinas, sendo uma a principal e a outra a auxiliar, de arranque ou de partida. Uma das extremidades dessas bobinas é interligada onde existe também um condutor comum. Assim, restarão três terminais, um de cada bobina mais o do condutor comum. Estes são conectados nos bornes da caixa de ligação, de onde saem os três terminais que são identificados pelas letras “R”, “S” e “C”, também podendo ser identificados pelas letras “P”, “A” e “C”.

Figura 4. Localização dos terminais no compressor. Note que a sigla utilizada é a R-S-C.



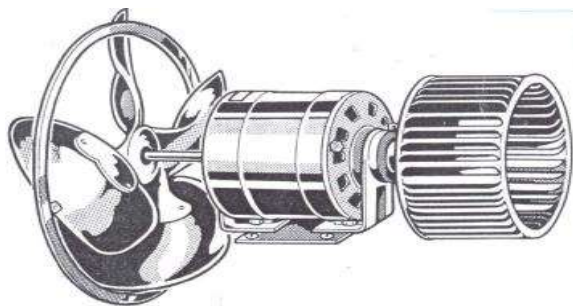
Tabela 1. Significado da simbologia dos terminais do circuito elétrico.

Simbologia dos Terminais	
R ou P	Terminal de ligação da bobina principal
S ou A	Terminal de ligação da bobina auxiliar
C	Terminal de ligação do condutor comum

7.4. Motoventilador

O Motoventilador trata-se de um motor elétrico, monofásico, com as mesmas características de alimentação elétrica do equipamento como um todo: 127 V ou 220 V. este equipamento possui dois semieixos sendo um para cada lado e são nas extremidades dele que o ventilador e a turbina são fixados conforme a figura 5.

Figura 5. Motoventilador com a turbina e o ventilador acoplado.



Fonte: Pereira, 2012

A exemplo do motor do compressor, o Motoventilador também possui, internamente, bobinas e um condutor comum. A bobina principal possui mais de um terminal de ligação, sendo um para cada velocidade. Assim, se o condicionador de ar possuir opções para duas velocidades, o Motoventilador terá quatro terminais de ligação

- Um terminal comum;
- Um terminal para bobina auxiliar;
- Dois terminais para a principal, sendo um para cada velocidade.

Figura 6. Motoventilador instalado, com destaque para os terminais de ligação.



7.5. Capacitor permanente

Os capacitores são dispositivos utilizados para auxiliar na partida dos motores e também para melhorar o fator de potência da instalação

Figura 7. Capacitor eletrolítico permanente.



Fonte: Scandinavia, 2014.

É importante se atentar para o fato de que existem dois motores elétricos no condicionador de ar: um para o compressor e o outro para acionar os ventiladores. Sendo assim torna-se necessário utilizar um capacitor duplo para ambos os motores.

As ligações elétricas de um capacitor duplo devem ser feitas da seguinte maneira: O terminal comum do capacitor duplo deve ser ligado a um dos condutores de energia da rede elétrica. O borne “H” desse capacitor, que é o de maior capacidade de carga, deve ser conectado ao borne da bobina auxiliar do motor do compressor, enquanto o borne “F” do capacitor deve ser ligado ao terminal da bobina auxiliar do Motoventilador.

Figura 8. Capacitor instalado no condicionador de ar. Detalhe para a conexão dos bornes.



7.6. Termostato

De maneira geral, podemos dizer que o termostato é o componente do condicionador de ar responsável pelo seu funcionamento automático. O termostato fica instalado na parte frontal do condicionador de ar e o seu bulbo fica posicionado na entrada do evaporador, entre a camada de aletas e o filtro.

Figura 9. Termostato utilizado em condicionadores de ar.



Fonte: Scandinavia, 2014.

7.7. Protetor térmico

Esse elemento fica instalado na caixa de ligação do motocompressor e serve para protegê-lo contra danos que poderiam ser causados pela ocorrência de fenômenos como curto-circuito, sobrecarga ou superaquecimento.

Figura 10. Protetor térmico instalado na caixa de ligação de um motocompressor. Podemos ver também um protetor térmico removido do motocompressor.



O protetor térmico possui dois terminais de ligação, um de entrada e outro de saída. Eles são ligados a uma superfície metálica, localizada na parte interna do protetor. O condutor elétrico que vem do termostato para alimentar o motocompressor deve ser conectado no terminal de entrada do protetor térmico. E um segundo condutor deverá ser utilizado para interligar o terminal de saída do protetor térmico ao borne do condutor “comum” do motocompressor

Durante o funcionamento do motocompressor, se ocorrer um dos três fenômenos que são capazes de lhe causar danos, resultará na abertura do contato elétrico do protetor e na conseqüente interrupção da corrente elétrica evitando, assim, que o motocompressor seja danificado.

7.8. Caixa de comandos

A caixa de comandos é o local do condicionador de ar onde ficam os terminais de acionamento da chave seletora de todas as funções do aparelho. O número de terminais de comando e a função de cada um variam de acordo com o modelo de equipamento.

Figura 11. Caixa de comando do condicionador de ar.



8. CONDICIONADORES DE AR TIPO SPLIT

O sistema Split de condicionamento de ar, se por um lado é bastante parecido com os condicionadores tipo janela, por outro, é bastante diferente. Ele é parecido porque o princípio de funcionamento, os sistemas que o compõem, e os elementos que fazem parte do equipamento e são responsáveis pelo seu funcionamento são praticamente os mesmos.

Por outro lado, o condicionador de ar tipo Split apresenta diferenças determinantes em relação ao condicionador tipo janela. Uma delas é que as unidades de condensação e de evaporação ficam separadas. À distância entre elas pode ser de até 30 m. Além disso, por causa dessa característica peculiar, o sistema Split possibilita a instalação em edificações já prontas, sem a necessidade de fazer aberturas nas paredes ou janelas. E também as unidades evaporadoras possuem design moderno que combinam com as decorações dos interiores onde serão instalados.

8.1. Unidade de condensação

A unidade de condensação do Split é a parte do sistema onde está a maioria dos componentes. Motocompressor, Motoventilador, capacitor permanente, ventilador, condensador, dispositivo de expansão e filtro ficam localizados na unidade de condensação.

Essa unidade fica instalada na parte externa das edificações, podendo ser no nível do solo (figura 1 a), sobre os telhados e coberturas das edificações (figura 1 b) ou na lateral (fixada nas paredes) (figura 1 c).

Figura 1. Unidades condensadoras Split instaladas: a) No nível do solo; b) Sobre um telhado; c) Fixados na parede.

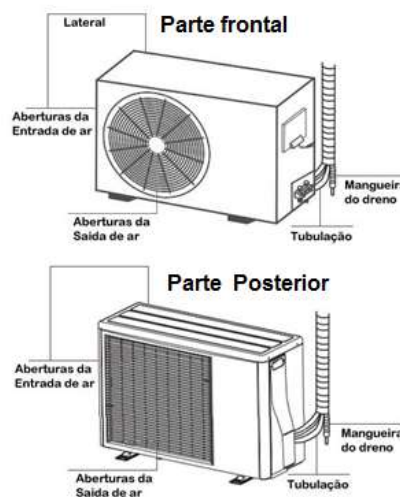


Fonte: Duarte, 2010.

Independente do local onde a unidade condensadora encontra-se instalada, ela possui duas tomadas de cobre nas quais são feitas as conexões das linhas de alta e baixa pressão do circuito frigorígeno. Essas tubulações são responsáveis pela ligação e comunicação entre as unidades de condensação e de evaporação do sistema Split.

A exemplo do que ocorre com a parte dos condicionadores tipo janela, que fica posicionada na parte de fora da edificação, os gabinetes das unidades condensadoras do sistema Split também possuem aberturas. Na figura 2 são mostradas essas aberturas. A entrada do ar acontece pela frente do gabinete, e a saída pela parte posterior do mesmo, depois que o ar passa pelo condensador.

Figura 2. Aberturas do gabinete da unidade condensadora.



Fonte: Duarte, 2010

Os elementos que se encontram instalados na unidade condensadora possuem as mesmas características daqueles presentes nos condicionadores de ar tipo janela, como podemos ver na figura 3.

Figura 3. Detalhe da parte interna da unidade de condensação, onde é possível observar vários elementos presentes em um condicionador de ar tipo janela.



Fonte: Duarte, 2010.

8.2. Unidade de evaporação

A unidade de evaporação do sistema Split é a parte do equipamento que fica instalada dentro da edificação. Assim, ela é a responsável por promover as trocas de calor com o ar a ser condicionado, deixando-o em condições de proporcionar conforto térmico e bem-estar para as pessoas do recinto. A unidade evaporadora é constituída pelo evaporador, turbina, motor da turbina, filtro, defletores e termostato e uma unidade eletrônica.

A turbina da unidade de evaporação possui um tamanho suficiente para ocupar toda a extensão da unidade de evaporação. Além disso, ela é formada por diversas pás curvas que são presas em aros devidamente espaçados ao longo do comprimento da turbina.

A turbina fica posicionada atrás do evaporador. Assim, ao ser acionada pelo motor elétrico, ela causará uma sucção na entrada da unidade de evaporação na parte inferior da mesma, onde se encontram instalados os filtros para reter as impurezas em suspensão no ar. A sucção causada pela turbina faz com que o ar do ambiente entre na unidade de evaporação, passando através do filtro de tela para ser insuflado em direção à frente da unidade evaporadora.

Ao sair da unidade de evaporação, o ar condicionado, insuflado pela turbina, passará através dos defletores, que são as aletas que podem ser posicionadas de diferentes maneiras para que a circulação do ar possa atender as necessidades das pessoas presentes no recinto.

Os sistemas condicionadores de ar do tipo Split são programados por controle remoto. E para isso, eles possuem, na unidade de evaporação, uma central eletrônica embutida. O controle remoto é o responsável por atuar no funcionamento do equipamento.

8.3. Tubulações

A principal característica do sistema Split é que eles possuem as unidades de condensação e de evaporação separadas. Como o fluido refrigerante precisa passar pelas duas unidades para que o ciclo de compressão a vapor se complete, surge a necessidade de instalar tubulações entre essas unidades.

Uma das tubulações é a linha de líquido, que se estende desde a parte externa da unidade condensadora até a entrada do evaporador. Ela serve para conduzir o líquido refrigerante até a unidade de evaporação onde ocorrem as trocas de calor que deixarão o ar condicionado.

A outra tubulação é a linha de baixa, que tem uma das extremidades conectada na saída do evaporador, e a outra na tomada de baixa da unidade condensadora.

Essas duas tubulações conduzem o fluido refrigerante a distâncias relativamente longas (pode chegar até 30 metros) e, durante o percurso, o fluido não poderá trocar calor com a parte externa. Por isso, essas tubulações precisam ser bem isoladas termicamente com o auxílio de espuma de poliuretano.

A terceira tubulação é a de drenagem, que serve para conduzir a água, proveniente da redução da umidade do ar, para fora da edificação. Quando a temperatura do ar é reduzida, ao passar pelo evaporador do equipamento, a sua umidade também é reduzida, o que resulta no surgimento de uma determinada quantidade de água na forma líquida. Essa água não pode ficar depositada na unidade evaporadora, e por isso ela precisa ser drenada para fora, o que acontece através da mangueira de drenagem.

8.4. Vantagens da utilização do condicionador de ar Split

O Split é um tipo de condicionador de ar que, apesar de ser de pequeno porte, possibilita o atendimento de médias e grandes demandas de carga térmica. **Isso porque uma unidade condensadora pode atender a várias unidades evaporadora.** Além disso, o Split apresenta outras vantagens:

- **Produz baixo nível de ruído durante o funcionamento durante o funcionamento**, uma vez que o motorcompressor fica instalado na unidade condensadora, que fica fora do recinto.
- **A instalação de um Split pode ser feita sem haver a necessidade de fazer grandes aberturas em paredes ou janelas**, o que faz os mesmos serem equipamentos bem versáteis e adaptáveis as mais diversas situações.
- **As unidades evaporadoras possuem design moderno**, o que combina com as decorações dos interiores onde são instaladas.

9. INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO

Os condicionadores de ar tipo janela podem ser instalados nas paredes das edificações ou em janelas de vidro com estrutura metálica. Independente de onde ela seja feita, é preciso ter muita atenção e procurar orientar o instalador corretamente, no sentido de obter sustentação adequada para o equipamento e vedação eficiente para evitar trocas de ar com o meio externo. Veja, a seguir, uma descrição detalhada das técnicas de instalação e de operação dos condicionadores de ar.

9.1. Capacidade do equipamento

O equipamento instalado em um recinto deverá apresentar capacidade de refrigeração suficiente para absorver toda a quantidade de calor responsável por elevar a temperatura do ar acima dos níveis considerados ideais para haver conforto e bem-estar para as pessoas.

Para o caso de condicionadores de pequeno porte, isso pode ser resolvido a partir da utilização de uma tabela que forneça a capacidade ou potência do equipamento em função da área do recinto e da insolação incidente em ao menos uma das paredes.

Tabela 1. Indicações de potência para condicionadores em função da área do recinto a ter ar condicionado e da incidência solar.

ÁREA	SOL DE MANHÃ	SOL À TARDE / DIA TODO
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

Fonte: Duarte, 2010.

Os dados da tabela 1 são válidos para a presença de duas pessoas no ambiente. Para mais pessoas, deve-se acrescentar **600 Btu/h** por pessoa no recinto.

9.2. Posicionamento no ambiente

Definir corretamente o local onde o equipamento de condicionamento de ar será instalado em um ambiente é muito importante, pois a eficiência do equipamento dependerá disso. O ponto de partida é: o condicionamento de todo o ar em um ambiente ocorre por meio do processo convectivo que acontece por causa da diferença nos valores da massa específica do ar frio e do ar quente.

O ar frio é mais denso, ou seja, é mais pesado em relação ao ar quente. Isso quer dizer que, quando uma massa de ar “frio” é lançada em um ambiente fechado, ela desce e desloca para a parte superior uma massa de ar “quente” de mesmo volume. Esse é o princípio da convecção que é utilizado pelos condicionadores de ar.

Figura 1. Convecção do ar quente causado pela inserção de ar frio pelo condicionador de ar.



Fonte: Duarte, 2010.

Sendo assim, fica óbvio que o equipamento condicionador de ar precisa ser instalado na parte superior do recinto. Portanto, o ar frio, ao descer, percorrerá o ambiente até o piso.

A instalação de um condicionador de ar deve ser feita levando-se em consideração as três dimensões do ambiente: **comprimento, largura e altura**. O equipamento deverá ficar a no mínimo **1,5 m acima do piso, 50 cm abaixo do teto e pelo menos 50 cm afastado das paredes laterais**.

9.3. Obstruções

Além do posicionamento correto, a eficiência do aparelho condicionador de ar depende também de outros fatores. E um deles são as obstruções. Não é difícil imaginar que para o ar circular bem pelo ambiente ele não deverá encontrar obstruções pelo caminho, como por exemplo: cortinas, quadros, estantes ou armários muito próximos ao equipamento. Isso dificultaria o fluxo de ar tanto do aparelho para o ambiente como do ambiente para o aparelho.

Figura 2. Posicionamento errado do condicionador de ar em relação aos obstáculos (cortina).



9.4. Insolação

Você já sabe que o condicionador de ar é um equipamento que opera retirando o excesso de calor de dentro do recinto e liberando esse calor para o meio externo, através do condensador. Então, quanto maior for a diferença entre a temperatura do condensador e a do ar externo, mais rapidamente o calor retirado de dentro do recinto será liberado para o exterior. E, com isso, o equipamento funcionará por mais tempo.

Sendo assim, o ideal é que o condicionador de ar seja instalado em uma parede que não receba sol, em nenhum momento do dia. O sol aquecerá as imediações do aparelho, deixará o ar mais aquecido e dificultará as trocas de calor com o meio externo.

10. COMO INSTALAR UM CONDICIONADOR DE AR TIPO SPLIT PASSO A PASSO

Instalar um ar condicionado Split pode parecer difícil, mas se houver entendimento de alguns passos descritos a seguir torna-se muito mais simples e fácil para qualquer pessoa.

Para efetuar a instalação da unidade recém adquirida deve-se ter em mãos as seguintes peças:

- ✓ Unidade evaporadora;
- ✓ Unidade condensadora;
- ✓ Controle remoto;
- ✓ Tubo para o escoamento da água;
- ✓ Cabos elétricos para ligação a rede de energia;
- ✓ Dois canos (tubulação de alta e baixa pressão);
- ✓ Um rolo de fita térmica;
- ✓ Um rolo de fita isolante;
- ✓ Uma bica para o escoamento da água.

A seguir apresentamos-lhe, passo a passo, as instruções para instalar o ar condicionado Split:

Primeiro Passo: Encontre o local onde pretende instalar o ar condicionado split para que possa montar o suporte de parede.

Segundo Passo: Tire as medidas da unidade evaporadora e marque-as na parede. Deve incluir a medida da saída do cano e a distância entre o centro da unidade interior e o centro do cano. Estas sinalizações irão ajudá-lo a saber onde deve perfurar

o orifício na parede, de modo a ligar a unidade interior à unidade exterior. Depois de sinalizar os pontos corretos é tempo de perfurar o orifício no exterior.

Terceiro Passo: Passar todos os cabos através do orifício na parede, para o exterior. Quando os mesmos estiverem todos passados, deve-se fixar a unidade evaporadora ao suporte previamente montado na parede.

Quarto passo: Instale os suportes de parede exterior, necessários para esta unidade. É importante assegurar-se que estes suportes se encontram alinhados, para que a unidade se encontre perfeitamente nivelada. Utilize as buchas metálicas fornecidas para montar os suportes de parede exteriores.

Quinto Passo: Ligue os tubos de gás às saídas da unidade evaporadora.

Figura 1. Tubos de gás da unidade evaporadora.



Sexto Passo: Coloque a unidade condensadora nos suportes e as fixe.

Figura 2. Fixação da unidade condensadora ao suporte.



Sétimo Passo: Depois de fixar a unidade condensadora deve montar a bica para o escoamento da água na unidade exterior.

Oitavo Passo: Deve-se ligar a unidade evaporadora à unidade condensadora. Deve-se desenroscar as tampas em cada extremidade dos tubos do aparelho e das saídas de gás para a conexão da tubulação.

Figura 3. Fixação da tubulação da unidade evaporadora a unidade condensadora.



Nono Passo: Desaperte os parafusos da unidade elétrica e ligue os fios aos terminais com as cores correspondentes. Quando terminar, envolva os fios e os tubos em fita térmica.

Figura 4. Colocação do fio aos terminais elétricos



Décimo passo: O último passo é verificar se está tudo instalado de forma correta e segura. Verifique se existem fugas vertendo água sobre as válvulas. Se existir uma fuga vão formar-se bolhas de sabão. Depois desta verificação ligue a unidade. Acione com o controle remoto e disfrute de um trabalho bem feito.

11. MANUTENÇÃO

O ar condicionado de janela é um equipamento elétrico, e como tal, em algum momento da sua vida útil necessita de algum tipo de reparação, limpeza ou manutenção para que possa trabalhar com eficiência durante mais tempo. Os problemas mais comuns que podem ocorrer um condicionador de ar, seja do tipo janela ou Split, são os seguintes:

- **O equipamento não resfria ou resfria pouco o ar ambiente;**
- **O equipamento funciona apresentando barulho anormal;**
- **O motor do ventilador não gira ou gira lentamente;**
- **O compressor não funciona, entre outros.**

Saber quais são os problemas que podem surgir em um condicionador de ar é muito importante. E saber quais são as prováveis causas de cada problema é essencial para resolver o problema detectado.

O problema mais facilmente observado em um condicionador de ar é o baixo rendimento do equipamento. Em outras palavras, um aparelho que atendia plenamente uma situação passa a não oferecer mais conforto térmico no ambiente.

Portanto, se um condicionador de ar que esteja bem instalado, bem dimensionado para a situação na qual ele se encontra instalado e bem utilizado, vem apresentando baixo rendimento, deve-se então, fazer a manutenção do equipamento.

As etapas que compõem a manutenção do condicionador de ar (janela ou Split), são as seguintes:

- **Limpeza do filtro de ar;**
- **Teste de vazamento;**
- **Realização de vácuo no sistema;**
- **Recarga de fluido refrigerante.**

11.1. Limpeza do filtro de ar

O filtro é um elemento importante no sistema, uma vez que é o responsável pela purificação do ar que será respirado pelas pessoas. A poeira e as impurezas em suspensão no ar ficam retidas no filtro, e por isso ele deve ser lavado periodicamente.

Para fazer a limpeza do filtro de ar, basta retirá-lo do equipamento (que deverá estar desligado) e lavá-lo em água corrente. Não utilize água quente, produtos ou materiais abrasivos para não prejudicar a qualidade dos filtros que são elementos bastante sensíveis; utilize apenas água corrente, sabão neutro e passe as mãos levemente no filtro enquanto estiver sendo lavado.

Figura 1. Filtro de ar sendo lavado.

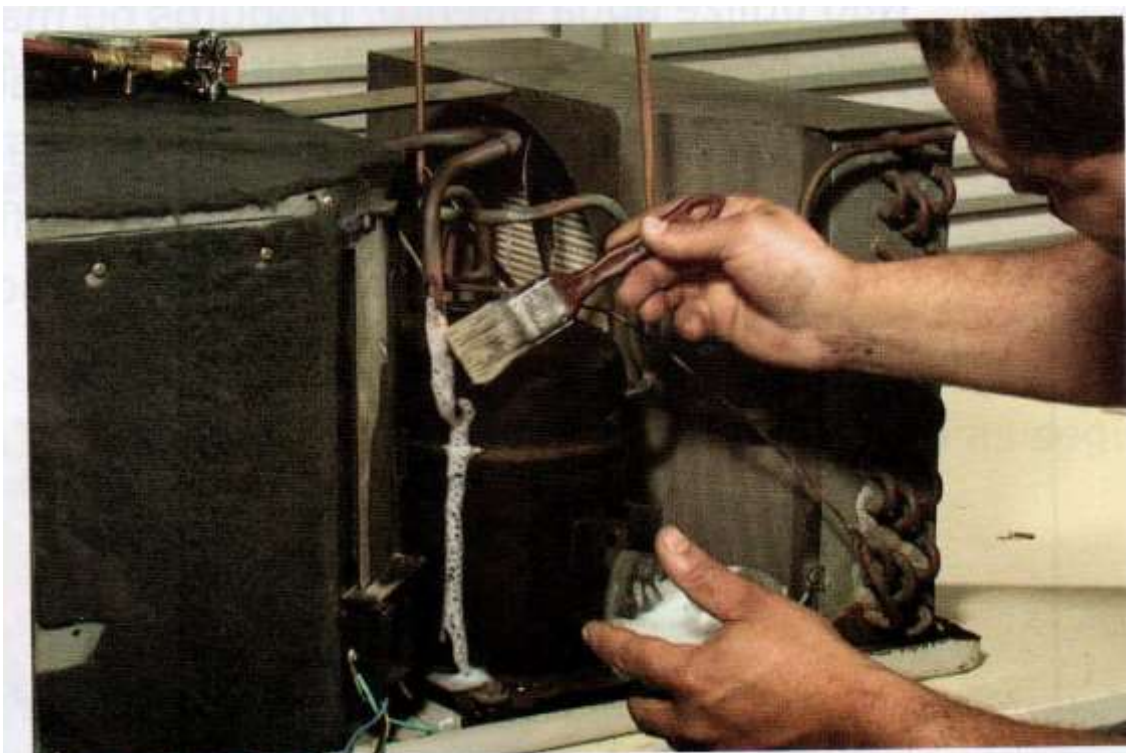


11.2. Teste de vazamento

A existência de vazamentos de fluido refrigerante é uma das causas de baixo rendimento de um equipamento condicionador de ar. Isso acontece porque, havendo vazamento, a quantidade de fluido refrigerante passa a ser insuficiente para remover toda a carga térmica do ambiente.

Uma maneira prática de detectar vazamentos é por meio da utilização de espuma de sabão que deverá ser aplicada nas conexões, em locais eventualmente amassados e nos prováveis pontos de vazamentos. Havendo vazamentos, devemos fazer o recolhimento do restante do fluido do sistema, providenciar reparos necessários e fazer a recarga do sistema com fluido refrigerante adequado.

Figura 2. Espuma de sabão sendo aplicada nas tubulações de uma unidade condensadora.



Fonte: Duarte, 2010.

11.3. Realização de vácuo no sistema

Antes da recarga do sistema, será preciso fazer o vácuo. Para realizar este procedimento (e os procedimentos seguintes) deve-se ter ao alcance os seguintes equipamentos:



Figura 3. Bomba de vácuo.



Figura 4. Manifold.



Figura 5. Vacuômetro



Figura 6. Balança



Figura 7. Regulador de pressão

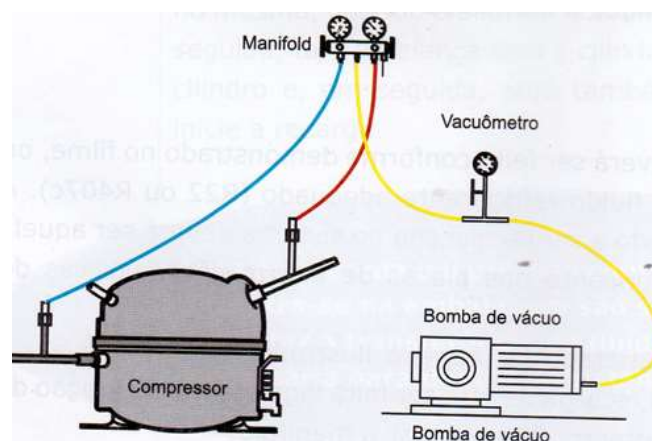


Figura 8. Kit de ferramentas.

É importante que antes de fazer a montagem para o vácuo, instalar uma válvula schrader na tubulação de alta do compressor. Essa válvula normalmente fica fechada e só abre quando algum elemento é conectado na sua parte externa.

Feita a montagem, inicie a realização do vácuo no sistema. Primeiro abra os registros do vacuômetro e do manifold. Ligue a bomba de vácuo e deixe funcionar por 15 minutos, no mínimo, até obter um vácuo satisfatório que é quando a pressão atinge 200 milibar ou menos. Quando isso acontecer, feche os registros do manifold e do vacuômetro e desligue a bomba de vácuo.

Figura 9. Esquema da montagem para realização do vácuo no sistema frigorígeno.



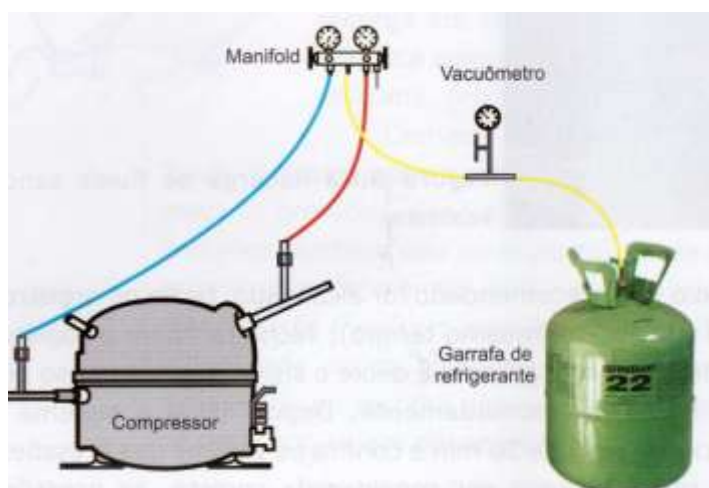
Fonte: Duarte, 2010.

11.4. Recarga do fluido refrigerante

A recarga do fluido refrigerante deverá ser feita utilizando o fluido refrigerante adequado (R22 ou R407c). A quantidade de fluido a ser recolocada no sistema deverá ser aquela fornecida pelo fabricante nas placas de informações técnicas do aparelho.

A montagem para a recarga deverá ser feita logo após a realização do vácuo sem, no entanto, desconectar o manifold. A mangueira comum do manifold deverá ser acoplada ao cilindro de refrigerante que deverá estar sobre uma balança para que você possa determinar com facilidade a quantidade de fluido que será colocada no sistema.

Figura 10. Esquema da montagem para a recarga de fluido refrigerante.



Fonte: Duarte, 2010.

Para iniciar a recarga do fluido, primeiro afrouxe a mangueira comum junto ao manifold para purgar o ar atmosférico que entrou na mesma, quando ela foi conectada no cilindro de refrigerante. Em seguida, utilize uma balança de precisão para verificar o peso do fluido refrigerante que se encontra na garrafa. Feito isso tare a balança com o cilindro sobre ela e abra o registro do cilindro, os registros do manifold, e inicie a recarga.

A medida que o fluido vai sendo transferido para o circuito frigorífero do condicionador de ar, o peso na balança vai diminuindo. Como o sistema iniciou-se com peso “zero”, após a tara da balança, o valor indicado fica negativo e significa que determinada quantidade de fluido foi retirado dentro do cilindro. Essa quantidade deverá ser exatamente igual àquela que precisa ser colocada no sistema e que é indicada pelo fabricante.

Quando o valor recomendado for alcançado, feche os registros do manifold (os dois ao mesmo tempo); feche também o registro do cilindro de fluido refrigerante e deixe o sistema em repouso por aproximadamente duas horas. Depois ligue o sistema e deixe funcionar por 30 minutos e confira os valores das pressões. Para que a recarga seja correta, as pressões medidas, nos manômetros de alta e de baixa, deverão ser praticamente iguais as pressões de funcionamento recomendadas para cada tipo de fluido pelo fabricante.

12. RELAÇÃO DE DIAGNÓSTICO FALHAS, CAUSAS E SOLUÇÕES PARA CONDICIONADORES DE AR DE PEQUENO PORTE (TIPO JANELA E SPLIT)

Problema	Possível causa	Providências
1) O Motoventilador zumba, mas não funciona	Hélice presa	Solte a hélice; faça os reparos necessários
2) O Motoventilador gira vagarosamente	Motoventilador parcialmente preso (freado)	Verifique se existe algo freando o Motoventilador ou as hélices. Lubrifique os rolamentos. Troque o Motoventilador se necessário
3) O aparelho não resfria o ar	Pouco ou nenhum refrigerante	Confira as pressões de funcionamento; faça o teste de vazamento; repare o sistema, se necessário
	Circuito frigorígeno obstruído	Providencie a manutenção do sistema frigorígeno para desobstrução do sistema
4) O aparelho resfria pouco o ar	Capacidade do equipamento incompatível com a carga térmica do recinto	Verificar se o equipamento tem condições de atender a demanda térmica do local. Se não tiver, tome providências como: instalação de um segundo aparelho ou troque o aparelho por outro de maior capacidade
5) Vazamento de água para o interior do ambiente	Gabinete com falha de vedação	Verificar vedação do gabinete. Fazer as correções, se necessário
	Inclinação do gabinete para o lado de dentro do recinto	Inverter a inclinação do aparelho. Colocar de 6 a 8 mm para o lado de fora
6) Ruído anormal	Partes frouxas da tubulação com vibração	Reapertar as partes frouxas e afastar os tubos que estiverem vibrando
	Folga na montagem	Reapertar os parafusos frouxos
	Caixilhó de montagem frouxo	Fixar o caixilhó na parede
	Filtro de ar sujo	Lavar o filtro
7) Suor na base do equipamento	Vedação deficiente na base do equipamento	Verificar vedação junto à base. Consertá-lo, se necessário.

13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, José Ernane de. O POSICIONAMENTO DA MARCA E SEU REFLEXO NO COMPORTAMENTO CONSUMIDOR VAREJISTA DE BENS DE CONSUMO DURÁVEL. Dissertação apresentada ao curso de Mestrado

Profissional em Administração das Faculdades Integradas de Pedro Leopoldo, Pedro Leopoldo – MG, 15 de Fevereiro de 2011.

BLOG SEGURANÇA DO TRABALHO. Atos inseguros e condições inseguras.

Disponível em <<http://seg2611.blogspot.com.br/2012/05/atos-inseguros-e-condicoes-inseguras.html>>, acessado em 16/11/2014.

CLIMA & CIA. Comparação entre ar condicionado de janela x Split. Disponível

em <<http://climaeciaarcondicionado.com.br/dicas/comparacao-entre-ar-condicionado-de-janela-x-split/>>, acessado em 16/11/2014.

DINÂMICA MATERIAIS HIDRÁULICOS. Equipamentos de proteção individual.

Disponível em <<http://www.dinamicacomercial.com.br/detalhes.asp?id=440>>, acessado em 16/11/2014.

DUARTE, José Arnaldo; LOPES, José Demerval Saraiva. CONDICIONADORES DE AR JANELA E SPLIT: INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO. Viçosa – MG, CPT, 2010.

HASSE, Daniel. TERMODINÂMICA BÁSICA – APOSTILA 01. Universidade Paulista – UNIP, São José dos Campos – SP.

MÁQUINA TÉRMICA REFRIGERADORA (CICLO DE REFRIGERAÇÃO).

Disponível em <<http://engmecanicasenai-refrigerador.blogspot.com.br/2012/07/8-etapa-montagem-do-prototipo.html>>, acessado em 16/11/2014.

MECATRÔNICA ATUAL. Avaliação de Propriedades Termodinâmicas e Termofísicas da Aplicação de Hidrocarbonetos em Refrigeradores. Disponível em < <http://www.mecatronicaatual.com.br/educacao/1712-avaliacao-de-propriedades-termodinamicas-e-termofisicas-da-aplicacao-de-hidrocarbonetos-em-refrigeradores>>, acessado em 16/11/2014.

MUNDO EDUCAÇÃO. Trocas de Calor. Disponível em <<http://www.mundoeducacao.com/fisica/trocas-calor.htm>>, acessado em 16/11/2014.

NAVEGADORMT. Trens a vapor voltam a linha nos Alpes Suíços. Disponível em <<http://navegadormt.com/noticia.php?codigo=10936&categoria=Turismo>>, acessado em 16/11/2014.

PEREIRA, Décio. Ar Condicionado. Escola Técnica Estadual República, Departamento de Mecânica Industrial, 2012.

POLIPARTES. Equipamentos para ar condicionado. Disponível em < <http://www.polipartes.com.br/evaporador-ac-4192168/p>>, acessado em 16/11/2014.

SCANDINÁVIA. Equipamentos elétricos para ar condicionados. Disponível em <<http://www.scandinavia.com.br/>>, acessado em 16/11/2014.

SCIENTIFIC AMERICAN BRASIL. Gelo Inquieto. Disponível em < http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/gelo_inquieto.html>, acessado em 16/11/2014.

SENAI, Departamento Regional do Espírito Santo. MECÂNICA – METROLOGIA. Trabalho realizado em parceria SENAI/CST (Companhia Siderúrgica de Tubarão). SENAI - ES, 1996.

SENAI, Departamento Regional do Espírito Santo. **PROCEDIMENTO DE SEGURANÇA E HIGIENE DO TRABALHO – INSTRUMENTAÇÃO**. Trabalho realizado em parceria SENAI/CST (Companhia Siderúrgica de Tubarão). SENAI - ES, 1999.

SENAI. Segurança do Trabalho. Disponível em <<http://dc400.4shared.com/doc/wAzhsz-p/preview.html>>, acessado em 16/11/2014.

TUIUTI, Equipamentos De Segurança. **EPI PARA TÉCNICO DE MANUTENÇÃO DE AR CONDICIONADO**. Publicado em 21 de Novembro de 2013. Extraído em <<http://www.epi-tuiuti.com.br/blog/epi-tecnico-manutencao-ar-condicionado/>>, Acessado em 06/06/2014.

WEB AR CONDICIONADO, Seu portal de Climatização. **O QUE É CLIMATIZAÇÃO**. Publicado em 7 de Dezembro de 2012. Extraído em <<http://www.webarcondicionado.com.br/o-que-e-climatizacao>> acessado em 06/06/2014.

WIKIPÉDIA. Refrigeração. Disponível em <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Refrigeracao>>, acessado em 16/11/2014.