

CURSO DE CLIMATIZAÇÃO E AR-CONDICIONADO



Organização



ADMINISTRAÇÃO
PENITENCIÁRIA



GOV
RJ



SUMÁRIO

1. Introdução
2. Eletricidade Básica
3. Termodinâmica
4. Fundamentos de Refrigeração
5. Climatização
6. Manutenção de Equipamentos de Ar-Condicionado
7. Instrumentação
8. Conclusão

APOSTILA

Org. Prof.: Henrique Carvalho

1. INTRODUÇÃO

Seja muito bem-vindo à apostila de Instalação e Manutenção Básica em Climatização e Ar-Condicionado. Neste primeiro capítulo, vamos explicar de forma clara o que é climatização e para que serve o ar-condicionado. Você descobrirá como esses sistemas ajudam a manter o ambiente mais fresco e confortável, controlando temperatura, umidade e a circulação do ar.

Objetivos deste material

- Entender conceitos básicos de eletricidade e termodinâmica, para saber como a energia se transforma em frio.
- Conhecer as partes principais de um aparelho de ar-condicionado (compressor, condensador, evaporador, válvula de expansão).
- Aprender passo a passo a instalar, testar e fazer a manutenção de equipamentos, garantindo que funcionem com segurança.

Como usar esta apostila

1. Leia cada tópico devagar – o texto foi escrito com palavras simples, para fácil compreensão.
2. Siga as etapas numeradas e faça os exercícios práticos ao final de cada capítulo.
3. Tenha sempre à mão seu multímetro e ferramentas básicas (chaves de fenda, alicate isolado e luvas).
4. Não fique com dúvida: releia o trecho ou peça ajuda a um colega ou tutor.

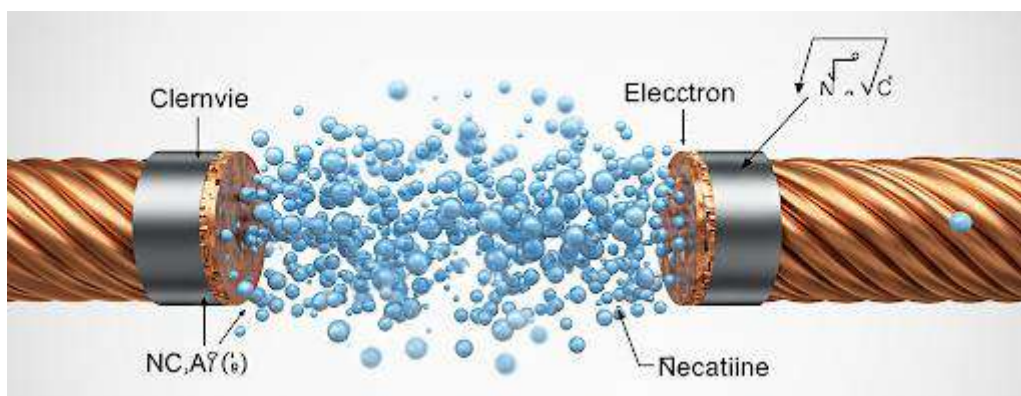
2. ELETRICIDADE BÁSICA (PARTE 1)

2.1 O que é eletricidade?

A eletricidade é a base de funcionamento de todo aparelho elétrico. Para entender, imagine:

- **Elétrons em movimento**
 - Dentro de cada fio de cobre existem milhões de partículas muito pequenas chamadas elétrons.
 - Quando há diferença de potencial (tensão) entre dois pontos, esses elétrons se deslocam de um lado para o outro, criando uma corrente elétrica.
- **Ligando um aparelho**
 - Ao conectar o plugue na tomada, você “abre a porta” para que os elétrons comecem a fluir.
 - Esse fluxo de elétrons leva energia até o motor, a lâmpada ou qualquer parte do equipamento, fazendo-o funcionar.

Exemplo prático: pense na eletricidade como água em um cano. A tensão (Volts) é a pressão da água, e a corrente (Amperes) é o volume que passa por segundo. Quanto mais “pressão” (tensão), mais elétrons se movem.



2.2 Componentes de um circuito elétrico

Um circuito completo é formado por várias “peças” que trabalham juntas. Cada componente tem uma função:

Fonte

- É de onde vem a energia elétrica.
- Pode ser a rede elétrica (tomada da parede, normalmente 127 V ou 220 V) ou uma bateria (pilha, acumulador).
- Fornece a “pressão” (tensão) que empurra os elétrons.

Fios

- São condutores de metal (geralmente cobre), recobertos por isolamento de plástico.
- Conduzem os elétrons da fonte até a carga e de volta para a fonte, fechando o circuito.
- Escolha sempre o fio de bitola adequada (mais grosso para correntes altas) e com isolamento em bom estado.

Cargas

- São os dispositivos que consomem energia elétrica para realizar um trabalho.
- **Exemplos:** motores (compressor do ar-condicionado), lâmpadas, resistências, ventiladores.
- Convertem energia elétrica em luz, movimento ou calor.

Interruptor

- Permite abrir (desligar) e fechar (ligar) o circuito de forma segura.
- Quando está “aberto”, interrompe o caminho dos elétrons, e o aparelho não recebe mais energia.
- Existem vários tipos: de alavanca, botão de pressão, automático (térmico, magnético).

2. ELETRICIDADE BÁSICA (PARTE 2)

2.3 Montando um circuito simples

Siga cuidadosamente cada passo para montar um circuito que acende uma lâmpada ou faz girar um motor pequeno:

Desligue a fonte

- Antes de começar, desligue sempre a tomada ou remova a bateria para evitar choques.



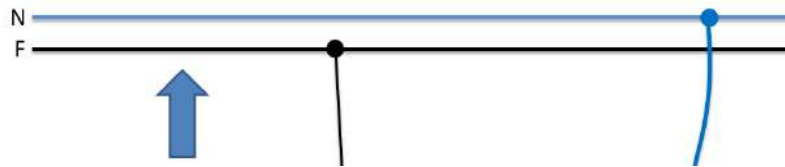
Conecte o fio na fonte

- Pegue um fio e ligue uma ponta ao terminal positivo (ou fase) da fonte.
- A outra ponta do mesmo fio ficará livre por enquanto.



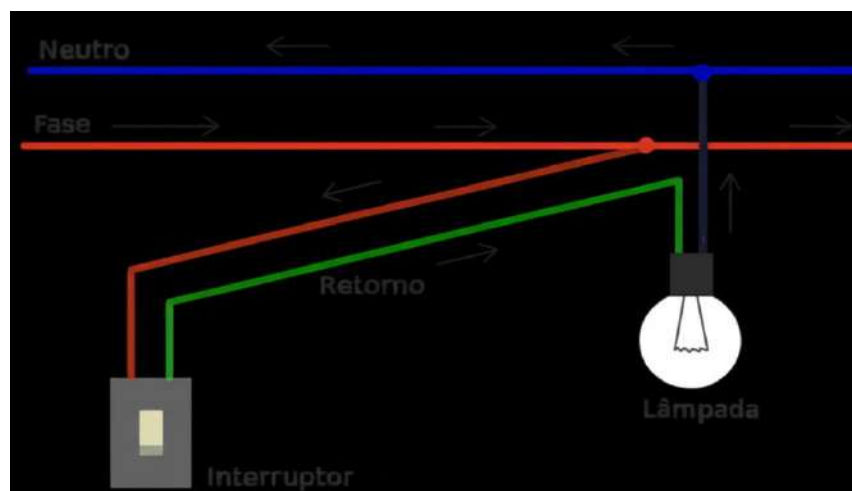
2. Ligue o fio à carga

- Conecte essa ponta livre ao terminal de entrada da carga (por exemplo, o terminal de um motorzinho ou soquete de lâmpada).



Insira o interruptor

- Pegue outro fio: conecte uma ponta no terminal de saída da carga e a outra ponta a um dos terminais do interruptor.
- Depois, ligue o segundo terminal do interruptor de volta ao terminal negativo (ou neutro) da fonte.
- Assim, quando você apertar o interruptor, fecha o circuito e a carga recebe energia.



Teste o circuito

- Ligue a fonte (tomada ou bateria).
- Aperte o interruptor: a lâmpada deve acender ou o motor girar.
- Se não funcionar, desligue tudo e cheque se as conexões estão firmes e corretas.

Dica: use fita isolante para proteger emendas e evite contatos frouxos.

2.4 Medindo com o multímetro

O multímetro é a ferramenta que mostra se a tensão e a corrente estão corretas. Veja como usá-lo:

Selecionar a função e escala

- Gire o seletor para “V~” (tensão alternada) se for tomada (127 V ou 220 V).
- Para medir corrente, use a posição “A~” (corrente alternada) e certifique-se de mudar o cabo de posição, se necessário.

Medindo tensão (Volts)

- Encoste a ponteira vermelha no terminal fase e a preta no neutro.
- Leia o visor: deve mostrar algo próximo ao valor nominal da tomada (127 V ou 220 V).

Medindo corrente (Amperes)

- Abra o circuito no ponto onde quer medir (por exemplo, retire um fio da carga).
- Insira o multímetro em série: um cabo no terminal de saída da fonte e outro no terminal de entrada da carga.
- Leia o valor de corrente que passa. Compare com a etiqueta do motor ou lâmpada.

Verificando continuidade

- Para saber se um fio está íntegro, selecione o modo “diode/continuidade”.
- Encoste as pontas nos dois terminais do fio ou componente.
- Se o multímetro apitar, o caminho está bom; sem som, há falha.

Atenção: nunca troque de função com as pontas encaixadas na corrente, para não queimar o multímetro.



2. ELETRICIDADE BÁSICA (PARTE 3)

2.5 Segurança

Antes de qualquer montagem ou medição, siga estes cuidados essenciais:

Nunca toque em fios desencapados com as mãos nuas

- Elétrons podem “pular” e causar choque.
- Sempre verifique se o fio está isolado ou se está realmente sem tensão.

Use luvas isolantes e ferramentas com cabo isolado

- Luvas de borracha ou PVC protegem sua pele.
- Alicates, chaves de fenda e chaves canhão com cabo isolado evitam condução acidental de eletricidade.

Trabalhe sempre com o circuito desligado, até ter certeza de tudo montado

- Desligue a tomada ou remova a bateria antes de conectar fios.
- Só ligue o circuito quando todas as ligações estiverem firmes e corretamente isoladas.

Por que isso importa?

Qualquer falha de segurança pode causar choque elétrico, queimaduras ou danos a equipamentos. Seguir estes passos garante que você faça o serviço com calma e sem riscos.



**Placa De Símbolo Internacional -
Choque Elétrico**

2. ELETRICIDADE BÁSICA (PARTE 4)

2.6 Componentes de um Ar-Condicionado

A seguir, conheça as três partes principais de um aparelho de ar-condicionado e veja como cada uma se conecta ao circuito elétrico que aprendemos a montar.

Compressor

- O que faz: é o “coração” do sistema: comprime o gás refrigerante, aumentando sua pressão e temperatura.
- Como recebe energia:
 1. A fonte (tomada) envia tensão (fase e neutro) ao compressor por meio de fios de cobre.
 2. Um capacitor de partida (pequeno cilindro de plástico) ajuda a girar o motor quando o aparelho liga.
 3. A placa elétrica com relés e bobinas fecha o circuito elétrico para o compressor funcionar.



Ventilador

- O que faz: circula o ar frio (ou quente) entre as serpentinas e o ambiente.
- Como recebe energia:

1. A fase e o neutro chegam ao motor do ventilador por fios separados.
2. A placa elétrica controla a velocidade, ligando diferentes combinações de enrolamentos do motor.
3. Ao apertar o botão de liga/desliga ou mudar a velocidade, o circuito interno redireciona a corrente para enrolamentos específicos.



Placa elétrica (placa de comando)

- O que faz: é o “cérebro” do aparelho: recebe sinais do termostato e dos botões, então energiza ou desenergiza o compressor e o ventilador.
- Como recebe e distribui energia:
 1. A tensão da rede (fase e neutro) entra primeiro na placa.
 2. Sensores e um transformador interno reduzem parte dessa tensão para alimentar luzes-piloto e circuitos de controle (baixa tensão).
 3. Relês (chaves eletromagnéticas) fecham o circuito de alta tensão, enviando energia para o compressor ou ventilador conforme a necessidade.



Veja como tudo se conecta no circuito geral:

- Fase (fio vivo) e neutro da tomada chegam à placa de comando.
- A placa, de acordo com o termostato interno, ativa o relé do compressor ou do ventilador.
- Quando o relé fecha, energia flui pelos fios até o componente desejado.
- O capacitor de partida ajuda o compressor a vencer a inércia inicial, retornando ao circuito principal assim que o motor alcança a velocidade correta.

Resumo:

- Compressor e ventilador são motores que consomem corrente alternada diretamente da rede.
- A placa elétrica controla o fluxo de corrente, ligando ou desligando esses motores conforme o ajuste de temperatura.

3. TERMODINÂMICA (PARTE 1)

3.1 O que é termodinâmica?

A termodinâmica é a parte da física que estuda as relações entre calor, energia e temperatura. Veja como funciona:

- Calor é a energia que se transfere entre corpos com temperaturas diferentes.
- A termodinâmica explica como essa energia se move e se transforma em trabalho (por exemplo, girar um motor).
- Nos aparelhos de ar-condicionado, usamos esses princípios para retirar calor de dentro de um ambiente e jogar para fora, deixando o interior mais fresco.

Exemplo prático:

Quando você coloca gelo em um copo de água, o calor da água sai para o gelo (que está mais frio), fazendo-o derreter. Esse processo é governado pelas leis da termodinâmica.

3.2 Temperatura vs. Calor

Embora pareçam iguais, temperatura e calor são conceitos diferentes:

Temperatura (°C)

- Mede o grau de “quente” ou “frio” de um corpo.
- É calculada pela agitação das partículas: quanto mais agitadas, maior a temperatura.
- Ex.: a água a 0 °C está congelando; a 100 °C está fervendo.

Calor (Joule, caloria)

- É a quantidade de energia que flui de um corpo para outro.
- Sempre se move de quem está mais quente para quem está mais frio, até que ambos fiquem na mesma temperatura.

- Ex.: se você encosta a mão numa panela quente, energia (calor) sai da panela e vai para a sua mão.

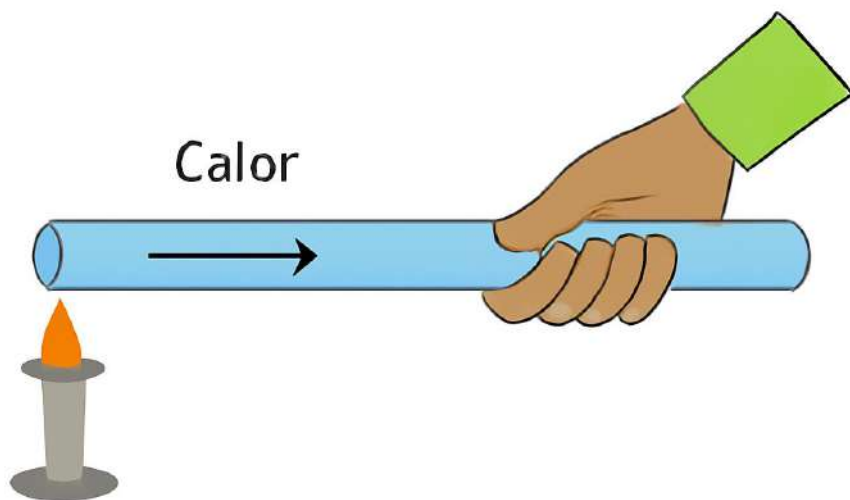
3. TERMODINÂMICA (PARTE 2)

3.3 Modos de transferência de calor

Existem três maneiras principais de o calor se mover de um lugar para outro. Veja cada uma com exemplos simples:

Condução

- Ocorre quando o calor passa de um material para outro por contato direto.
- Exemplo: apoie uma colher de metal dentro de um copo com água quente. A ponta da colher vai esquentar, pois o calor viaja do copo para a colher.



Convecção

- Acontece quando o calor é levado por um fluido (líquido ou gás) em movimento.

- Exemplo: aqueça água numa panela; a água quente sobe e a fria desce, criando circulações que distribuem o calor.



Radiação

- É a transferência de calor por ondas eletromagnéticas, sem precisar de um meio material.
- Exemplo: o sol aquece sua pele mesmo à distância, pois o calor viaja pelo espaço em forma de radiação.



Por que isso importa para o ar-condicionado?

- No evaporador, o calor do ar da sala é absorvido por condução e convecção: o ar quente toca as serpentinas frias e circula, esfriando o ambiente.
- No condensador, o calor do gás quente sai para o ar externo por convecção (ventilador) e condução (contato das aletas com o ar).
- A radiação é menos usada em máquinas, mas você pode sentir o calor do sol nas partes externas se o aparelho ficar no sol forte.

3. TERMODINÂMICA (PARTE 3)

3.4 Exemplos práticos

Quando o ar-condicionado está em funcionamento, ele realiza quatro etapas que movimentam o calor de dentro para fora:

1. Evaporação interna (remoção de calor)

- O ventilador interno sopra o ar quente do ambiente externo sobre a serpentina fria (evaporador).
- Por condução, o ar em contato com as aletas geladas perde calor.
- Por convecção, o ar quente circula e cede mais calor ao refrigerante, que se transforma em gás quente.

2. Compressão do refrigerante

- O compressor suga o gás quente e o comprime, aumentando pressão e temperatura.
- Esse processo requer energia elétrica e faz o gás ficar ainda mais quente que o ambiente externo.

3. Condensação externa (liberação de calor)

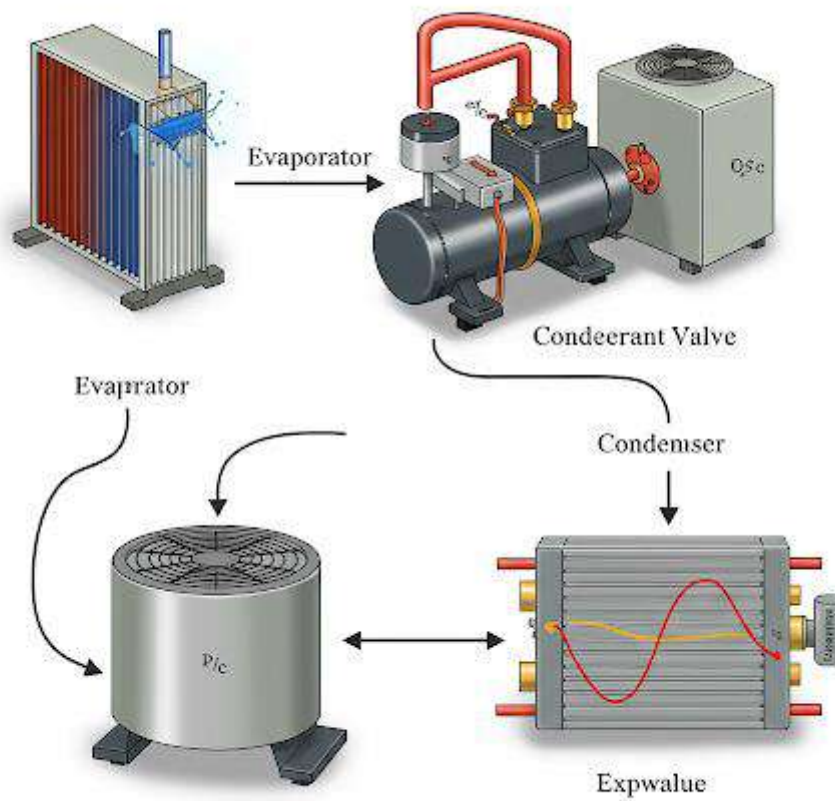
- O gás pressurizado passa pela serpentina externa (condensador).
- O ventilador externo força o ar ambiente a circular sobre as aletas, retirando calor do gás por convecção.
- O refrigerante volta ao estado líquido e fica pronto para reiniciar o ciclo.

4. Expansão e resfriamento

- O líquido refrigerante passa pela válvula de expansão, reduzindo pressão e temperatura.
- Agora, em estado frio e de baixa pressão, retorna ao evaporador para absorver mais calor.

Fluxograma resumido:

Evaporador (absorve calor) → Compressor (aumenta pressão/temperatura) →
Condensador (libera calor) → Válvula de expansão (resfria) → Evaporador



4. FUNDAMENTOS DE REFRIGERAÇÃO (PARTE 1)

4.1 Ciclo de Refrigeração por Compressão

O ciclo de refrigeração por compressão é o processo que faz o seu ar-condicionado retirar calor de dentro do ambiente e jogá-lo para fora. Ele se repete sempre que o aparelho está ligado e envolve quatro etapas principais:

1. Compressão

- O compressor, localizado na unidade externa, suga o gás refrigerante em baixa pressão.
- Dentro do compressor, o gás é espremido (compressão), o que aumenta sua pressão e sua temperatura.

2. Condensação

- O gás quente e comprimido sai do compressor e passa pela serpentina externa (condensador).
- Sobre essa serpentina, o ventilador externo sopra o ar ambiente.
- O calor do gás é transferido para o ar externo por convecção, e o gás se resfria até virar líquido.

3. Expansão

- O líquido refrigerante, ainda sob pressão, passa pela válvula de expansão.
- Ao atravessar essa válvula, sua pressão e temperatura caem bruscamente.
- O resultado é um líquido frio em baixa pressão pronto para absorver calor.

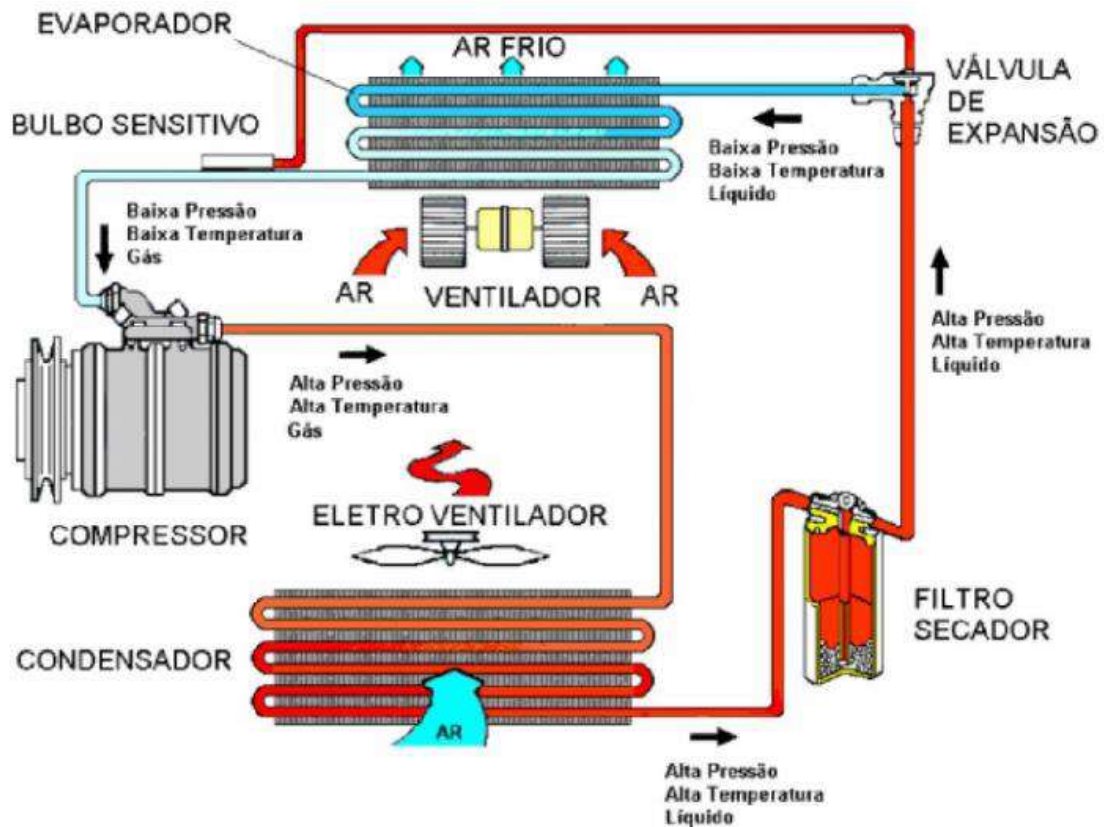
4. Evaporação

- O líquido frio chega à serpentina interna (evaporador).
- O ventilador interno sopra o ar quente do ambiente sobre essa serpentina.

- O refrigerante absorve o calor do ar (condução e convecção), evapora e volta ao compressor como gás frio, reiniciando o ciclo.

Resumo do Ciclo:

1. Compressor → 2. Condensador → 3. Válvula de Expansão → 4. Evaporador → (retorna ao compressor)



4. FUNDAMENTOS DE REFRIGERAÇÃO (PARTE 2)

4.2 Expansão

Quando o refrigerante líquido sai do condensador, ele ainda está em alta pressão e moderadamente quente. A válvula de expansão faz o seguinte:

Reduzir a pressão

- Ao passar pela válvula, o líquido encontra um estreitamento (“gargalo”).
- Essa restrição faz a pressão cair bruscamente.

Diminuir a temperatura

- Com a queda de pressão, o líquido também perde temperatura.
- Sai da válvula como um fluido bem frio, pronto para absorver calor.

Analogia: imagine uma mangueira de jardim com bico ajustável: ao apertar o bico, a água sai com pressão e distância maior; ao soltar, a pressão cai e a água sai mais suave e fria.

Evaporação

O líquido frio, de baixa pressão, segue para a serpentina interna (evaporador). Ali:

Contato com o ar quente

- O ventilador interno sopra ar ambiente sobre as aletas metálicas frias.
- O ar, mais quente que o refrigerante, transfere calor para o fluido.

Mudança de fase

- Ao ganhar calor, o líquido evapora, passando ao estado gasoso.
- Esse gás ainda frio é sugado de volta pelo compressor, reiniciando o ciclo.

Resultado no ambiente

- O ar que sai do evaporador está mais frio e seco.
- Assim, o cômodo vai perdendo calor e ficando confortável.

Dica prática:

Toque a saída de ar interna (com cuidado, sem encostar na serpentina).

Você deverá sentir o ar gelado; é a prova de que a evaporação está funcionando.

4. FUNDAMENTOS DE REFRIGERAÇÃO (PARTE 3)

4.3 Principais componentes

Abaixo, veja cada peça essencial do sistema de refrigeração, sua função e como identificá-la num aparelho de ar-condicionado.

Compressor

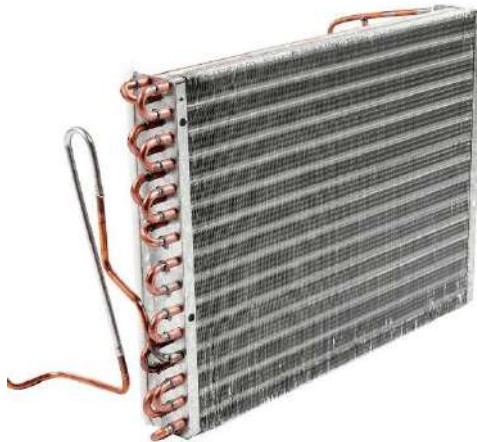
- Função: é o motor elétrico que dá início ao ciclo, comprimindo o gás refrigerante de baixa pressão e temperatura para alta pressão e temperatura.
- Localização: unidade externa, geralmente embaixo da carcaça metálica.
- Como alimentar: recebe fase e neutro da rede, controlados pela placa de comando; quando ligado, faz o gás circular.



Condensador

- Função: serpentina externa que recebe o gás quente do compressor e o resfria, transformando-o em líquido.
- Localização: em torno do ventilador externo, normalmente atrás ou ao redor do compressor.

- Como funciona: o ventilador sopra ar ambiente sobre as aletas metálicas, retirando calor por convecção.



Evaporador

- Função: serpentina interna que recebe o líquido frio (após expansão) e absorve calor do ar da sala, fazendo-o evaporar.
- Localização: dentro da unidade interna, atrás da grelha de saída de ar.
- Como funciona: o ventilador interno sopra o ar da sala sobre as aletas frias; o líquido absorve esse calor e retorna ao compressor em forma de gás.



Válvula de Expansão

- Função: controla a quantidade de refrigerante que passa do condensador para o evaporador, reduzindo pressão e temperatura do fluido.
- Localização: pequeno bulbo ou tubo fino de cobre entre o condensador e o evaporador.

- Como funciona: ao restringir o fluxo, promove a queda de pressão do líquido, deixando-o bem frio antes da serpentina interna.



4. FUNDAMENTOS DE REFRIGERAÇÃO (PARTE 4)

4.4 Tipos de Refrigerantes

Os refrigerantes são substâncias que circulam dentro do sistema, mudando de líquido para gás e voltando, transferindo calor. Cada tipo tem suas próprias pressões e temperaturas de trabalho, por isso é fundamental usar o indicado pelo fabricante.

R-22

- Foi muito comum, mas está sendo banido por causar danos à camada de ozônio.
- Pressão de trabalho média: 120–140 psi no lado de baixa e 350–400 psi no lado de alta.

R-410A

- Substituto do R-22, mais “amigo” do meio ambiente (não destrói ozônio).
- Trabalha com pressão mais alta: 400–450 psi no lado de baixa e 600–700 psi no lado de alta.

R-134a

- Usado em alguns aparelhos de refrigeração e ar-condicionado veicular.
- Pressões intermediárias: 100–130 psi (baixa) / 200–250 psi (alta).

Outros tipos comuns: R-32, R-410A mistura variada, R-744 (CO₂) em sistemas especiais.

Por que seguir a indicação do fabricante?

- **Segurança:** cada refrigerante requer ferramentas e procedimentos específicos – usar o errado pode estourar mangueiras ou danificar o compressor.
- **Desempenho:** o equipamento é projetado para trabalhar com um determinado ponto de pressão/temperatura; trocar o refrigerante afeta a eficiência e o ciclo térmico.
- **Garantia e normas ambientais:** usar refrigerante não autorizado anula a garantia e pode infringir leis de controle de gases.

4. FUNDAMENTOS DE REFRIGERAÇÃO (PARTE 5)

4.5 Segurança e Meio Ambiente

Manter a segurança do operador e proteger o meio ambiente são tão importantes quanto entender o ciclo de refrigeração. Siga estas recomendações:

Recuperação do refrigerante

- Nunca libere o gás diretamente no ar, pois ele agride a camada de ozônio e contribui para o efeito estufa.
- Use uma bomba de vácuo ou equipamento de recuperação homologado para retirar todo o refrigerante do sistema antes de abrir tubulações ou trocar componentes.

- Armazene o refrigerante recuperado em cilindros adequados, rotulados com o tipo de gás, para posterior reciclagem ou descarte correto.

Equipamentos de Proteção Individual (EPIs)

- Luvas resistentes a químicos protegem sua pele de contato com o gás refrigerante e óleos lubrificantes.
- Óculos de segurança evitam irritação ou lesões nos olhos caso ocorra fuga de gás ou respingos de óleo.
- Use máscara com filtro para vapores em ambientes fechados, evitando inalar substâncias que podem causar tontura ou irritação das vias aéreas.



Cuidados ambientais

- Siga sempre as normas locais sobre manuseio e descarte de gases refrigerantes (no Brasil, a ANP e o Ibama têm regulamentos específicos).
- Evite derramar óleo ou resíduos de limpeza no solo ou na rede de esgoto.
- Mantenha registros de quantidade de refrigerante recuperado e data de manutenção, para comprovar boas práticas ambientais.

5. CLIMATIZAÇÃO (PARTE 1)

5.1 O que é climatização?

Climatizar significa mais do que simplesmente resfriar ou aquecer um ambiente. Envolve três elementos principais:

Temperatura

- Manter o ar em um nível agradável (nem quente demais, nem frio demais).
- Ex.: num escritório, 22 °C a 24 °C costuma ser confortável para a maioria das pessoas.

Umidade

- Controlar a quantidade de vapor de água no ar.
- Ex.: umidade relativa entre 40% e 60% evita ar muito seco (que resseca pele e garganta) ou muito úmido (que favorece mofo).

Circulação do ar

- Garantir que o ar fresco chegue a todos os cantos do ambiente.
- Ex.: usar dutos ou ventiladores para distribuir o ar uniformemente, sem ficar “parede de ar” em um só ponto.

Importante:

A climatização considera o **projeto** do ambiente: posição de janelas, portas, móveis e fontes de calor (lâmpadas, computadores) para definir onde colocar as saídas de ar, o tamanho do aparelho e a vazão necessária.

5. CLIMATIZAÇÃO (PARTE 2)

5.2 Cálculo de Carga Térmica

Para escolher o aparelho correto, precisamos saber quanta “energia de calor” deve ser removida por hora. Esse valor é medido em **BTU/h** (British Thermal Units por hora). Siga este passo a passo simples:

Meça a área do ambiente

- Calcule: **largura (m) × comprimento (m) = área (m²)**.
- Exemplo: sala de 4 m × 5 m = **20 m²**.

Some a contribuição das pessoas

- Cada pessoa em descanso emite cerca de **600 BTU/h**.
- Exemplo: em uma sala com 3 pessoas → $3 \times 600 =$ **1 800 BTU/h**.

Some a carga de equipamentos

- Trabalho de escritório:
 - Computador → **400 BTU/h**
 - Impressora → **200 BTU/h**
- Exemplo: 2 computadores e 1 impressora → $2 \times 400 + 1 \times 200 =$ **1 000 BTU/h**.

Some a carga solar pelas janelas

- Cada **m² de vidro** exposto ao sol direto adiciona cerca de **800 BTU/h**.
- Meça a largura × altura de cada janela.
- Exemplo: 2 janelas de 1 m × 1,5 m = $2 \times (1 \times 1,5) = 3 \text{ m}^2 \times 800 =$ **2 400 BTU/h**.

Some a carga de iluminação (opcional)

- Lâmpadas incandescentes: **300 BTU/h** por 100 W
- Lâmpadas LED: **50 BTU/h** por 20 W
- Exemplo: 4 lâmpadas LED de 20 W → $4 \times 50 =$ **200 BTU/h**.

Calcule a soma total

- Área: use um fator geral de **600 BTU/h por m²** em ambiente comercial.
 - **$20 \text{ m}^2 \times 600 = 12 000 \text{ BTU/h}$**
- Pessoas: **1 800 BTU/h**
- Equipamentos: **1 000 BTU/h**

- Janelas: **2 400 BTU/h**
- Iluminação: **200 BTU/h**
- **Total estimado = 12 000 + 1 800 + 1 000 + 2 400 + 200 = 17 400 BTU/h**

Escolha o aparelho

- Sempre arredonde para cima e considere uma **margem de segurança** de 10% a 20%.
- Para 17 400 BTU/h, escolha um modelo de **18 000 BTU/h**.

Dica: se o ambiente tiver muita insolação ou for muito alto (pé-direito > 3 m), aumente a estimativa em 10%.

5. CLIMATIZAÇÃO (PARTE 3)

5.3 Seleção do Aparelho

Após calcular a carga térmica em BTU/h (veja página anterior), é hora de escolher o tipo e a capacidade do ar-condicionado.

Tipos de aparelhos

- **Janela**
 - Unidade única, instala-se diretamente na parede ou janela.
 - Vantagens: preço mais baixo, instalação simples.
 - Desvantagens: mais barulho, menos estética.



Split

- Divide-se em duas partes: evaporadora interna e condensadora externa.
- Vantagens: menor ruído interno, melhor visual, maior eficiência.
- Desvantagens: custo e instalação mais elevados (requere tubulações).



Duto

- Sistema centralizado, usa dutos para distribuir ar por várias saídas.
- Vantagens: conforto uniforme em vários ambientes, visual limpo.
- Desvantagens: alto custo de projeto, ideal para prédios e grandes salas.



Capacidade em BTU/h

- Escolha sempre o valor imediatamente acima da carga térmica calculada:
 - Se deu até 9 000 BTU/h, use aparelho de 9 000 BTU/h.
 - Se deu entre 9 001 e 12 000, use 12 000 BTU/h.
 - Se deu entre 12 001 e 18 000, use 18 000 BTU/h.
- Não escolha aparelho com capacidade muito maior, pois:
 - Liga e desliga com mais frequência (ciclo curto), reduz a vida útil.
 - Não controla bem a umidade, deixando o ar úmido.

Critérios adicionais

- Eficiência energética (Selo Procel): prefira notas A ou B, para economia na conta de luz.
- Nível de ruído: verifique o “dB” nas especificações; em quartos, procure ≤ 50 dB.
- Funções extras: timer, modo econômico, wifi, filtro de ar avançado.

5. CLIMATIZAÇÃO (PARTE 4)

5.4 Posicionamento das Saídas

A posição da unidade interna e de suas saídas de ar influencia diretamente a qualidade da climatização. Siga estas recomendações:

Circulação livre do ar

- Instale a **evaporadora** em local onde o ar possa viajar sem encontrar obstáculos (móveis, cortinas, prateleiras).
- Isso garante que o ar frio seja distribuído de forma uniforme pelo ambiente.

Distância mínima de paredes e teto

- Mantenha pelo menos **10 cm** de folga entre a parte superior e as laterais da unidade e as paredes.
- Dessa forma, o ar tem espaço para entrar e sair livremente, aumentando a eficiência.

Altura de instalação

- A saída do ar deve ficar entre **2,0 m e 2,3 m** do piso.
- A essa altura, o ar frio desce naturalmente, atingindo melhor todo o ambiente.

Evitar fontes de calor e luz direta

- Não posicione a unidade atrás de aparelhos que gerem calor (TV, lâmpadas fortes, equipamentos eletrônicos).
- Evite incidência direta de sol pela janela, pois isso faz o sensor de temperatura “pensar” que o ambiente está mais quente.

Direção das aletas

- Aponte as aletas de saída de ar para cima e levemente para o centro do cômodo.
- Isso ajuda o fluxo a “varrer” todo o espaço, em vez de jogar o ar apenas em direção à parede.

6. MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS

6.1 Limpeza dos Filtros

Os filtros do ar-condicionado retêm poeira e sujeira do ar. Filtros limpos garantem ar mais saudável, melhor fluxo de ar e menor consumo de energia.

Siga este procedimento:

Desligue o ar-condicionado da tomada

- Sempre interrompa a fonte de energia antes de abrir o aparelho.
- Aguarde 2 minutos para garantir que todos os componentes internos parem de girar.

Abra a tampa frontal

- Localize as travas plásticas nas laterais ou embaixo da unidade interna.
- Pressione suavemente para destravar e puxe a tampa para cima, até retirá-la.

Retire o filtro

- Dentro da tampa, você verá o(s) filtro(s) de malha ou espuma.
- Segure as bordas e deslize para fora com cuidado, para não espalhar poeira.

Lave com água corrente e sabão neutro

- Leve o filtro a uma pia ou tanque.
- Use água em temperatura ambiente e sabão neutro (detergente suave).
- Esfregue levemente com as mãos até sair toda a sujeira.

Enxágue bem

- Retire todos os resíduos de sabão; qualquer resíduo pode obstruir a malha.

Deixe secar à sombra

- Não use secador, sol direto ou calor forte.
- Apoie o filtro numa superfície limpa e arejada até ficar completamente seco (mínimo 2 horas).

Recoloque o filtro

- Insira o filtro na posição original, ajustando as bordas nos encaixes.
- Feche a tampa frontal até ouvir o “clique” de travamento.



6. MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS (PARTE 2)

6.2 Limpeza do Evaporador - Serpentina Interna

A serpentina interna (evaporador) acumula poeira e gordura ao longo do uso, reduzindo a eficiência do ar-condicionado. Para limpar corretamente:

Desligue e prepare

- Certifique-se de que o aparelho esteja desligado da tomada há pelo menos 2 minutos.
- Coloque um pano ou bandeja sob a unidade interna para recolher sujeira.

Acesse a serpentina

- Remova a tampa frontal e, se necessário, retire a grelha de saída de ar.
- Localize as aletas metálicas paralelas (são finas e próximas umas das outras).

Use pincel macio

- Escolha um pincel de cerdas suaves (pincel de pintura pequeno).
- Varra delicadamente as aletas, de cima para baixo, retirando a poeira acumulada.
- Não aplique força excessiva para não entortar as aletas.

Use ar comprimido (opcional)

- Em locais de difícil acesso, utilize ar comprimido (botijão de ar).
- Mantenha o bico a cerca de 10 cm das aletas e faça curtos jatos de ar.
- Isso solta a poeira sem danificar as peças.

Limpeza final

- Se houver sujeira grudada, umedeça levemente um pano macio com água e sabão neutro.
- Passe com cuidado, sem encharcar a serpentina.
- Seque com pano limpo e seco antes de remontar.

Reinstalação

- Recoloque a grelha e a tampa frontal, garantindo que todas as travas estejam encaixadas.
- Ligue o aparelho e deixe funcionar por 5 minutos no modo “ventilação” para secar completamente.



6. MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS (PARTE 3)

6.3 Limpeza do Condensador - Serpentina Externa

A serpentina externa (condensador) solta calor para o ambiente. Se ela estiver suja, o aparelho trabalha mais e gasta mais energia. Siga estes passos para limpar corretamente:

Desligue o equipamento

- Corte a energia na tomada e, se possível, desarme o disjuntor no quadro de energia.
- Aguarde 2–3 minutos para garantir que o ventilador e o compressor parem de girar.

Proteja componentes elétricos

- Cubra com plástico ou pano impermeável as partes elétricas e conexões, para não molhar.

Use mangueira de baixa pressão

- Ligue a mangueira com fluxo de água moderado (baixa pressão).
- Aponte o jato de água em um ângulo de 45° contra as aletas metálicas, obtendo um “efeito leque” que remove sujeira interna e externa.

Evite jato forte

- Nunca use mangueira de alta pressão ou lavadora de parede, pois o jato forte entorta e danifica as finas aletas do condensador.
- A baixa pressão é suficiente para soltar poeira, folhas e pequenos detritos.

Limpeza complementar

- Se necessário, use uma escova de cerdas macias para remover sujeira mais resistente, passando-a delicadamente pelas aletas.

- Evite o **espaçamento** (distância) entre cada grupo de cerdas do pincel não deve ultrapassar 1 centímetro. Espaçamentos maiores que 1 cm entre as cerdas podem deformar o metal.

Enxágue final e secagem

- Faça um último jato suave para tirar todo resíduo.
- Deixe o aparelho secar por 10–15 minutos antes de religar.



6. MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS (PARTE 4)

6.4 Verificação de Vazamentos

Detectar vazamentos de refrigerante é fundamental para manter o desempenho e a segurança do aparelho. Siga este passo a passo:

Prepare a solução de teste

- Misture água e sabão neutro em um recipiente limpo (proporção aproximada de 1 colher de sabão para 200 ml de água).
- Mexa até formar bastante espuma leve.

Proteja-se

- Use luvas de proteção e óculos de segurança, pois você trabalhará próximo às conexões de gás.

Aplique a solução nas junções

- Com um pincel macio ou esponja, passe a solução nas conexões de tubos de cobre, válvula de serviço e emendas.
- Tente cobrir toda a superfície onde o tubo se une ao acessório.

Observe a formação de bolhas

- Se houver vazamento, aparecerão bolhas ou espuma que crescem no local.
- Quanto mais intensas e rápidas as bolhas, mais forte é o vazamento.

Marque o local

- Anote em um papel ou use um marcador adesivo para identificar onde as bolhas surgiram.
- Isso ajuda o técnico a localizar o vazamento com mais rapidez.

Vazamento de refrigerante

- Vazamentos de refrigerante exigem equipamento de recarga e vácuo profissional.
- Identifique o tipo de refrigerante (conforme etiqueta) e o local exato do vazamento para agilizar o reparo.

6. MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS (PARTE 5)

6.5 Checagem Elétrica

Verificar a parte elétrica do ar-condicionado garante segurança e evita falhas no funcionamento dos motores e componentes internos. Siga estes passos:

Preparar o multímetro

- Coloque o seletor em “V~” para medir tensão alternada.

- Para medir corrente, selecione “**A~**” e, se necessário, mova a ponteira vermelha para o soquete marcado com “A”.

Medir tensão no compressor

- Localize os **terminais de alimentação** do compressor (geralmente dentro da unidade externa).
- Encoste a ponteira **vermelha** no terminal de fase e a **preta** no neutro ou terra.
- Leia o visor: deve indicar algo próximo a **127 V** ou **220 V**, conforme o modelo.

Medir corrente do motor

- Desligue o aparelho e **abra o circuito** em série com o compressor.
- Insira o multímetro entre a fonte (fase) e o terminal de entrada do compressor.
- Ligue o equipamento e leia o valor de corrente.
- Compare com a **corrente nominal** que consta na etiqueta do compressor (por exemplo, 4 A, 6 A etc.).

Inspeção visual de cabos e terminais

- Examine todos os **fios de alimentação**: procure por **isolações desgastadas**, cortes ou partes esfareladas.
- Verifique as **conexões** (bornes, terminais de parafuso): devem estar **firmes** e sem sinais de aquecimento (manchas pretas ou derretimento).
- Se encontrar desgaste ou folgas, **substitua o cabo** ou **aperte** o terminal antes de religar o aparelho.

7. INSTRUMENTAÇÃO (PARTE 1)

7.1 Termômetro

O **termômetro** é o instrumento básico para medir a **temperatura do ar** no sistema de climatização. Ele ajuda a verificar se o aparelho está entregando a refrigeração correta.

Como funciona

- A maioria dos termômetros para HVAC usa um **sensor de bulbo** (parte metálica) ou um **termistor** (componente eletrônico).
- Quando o ar entra em contato com o sensor, a temperatura faz o material interno variar sua resistência ou deslocar um fluido, indicando o valor no visor.

PASSO A PASSO DE USO

1. Escolha o ponto de medição

- Posicione o termômetro na **saída de ar** da unidade interna.
- Mantenha o sensor a cerca de **5 cm** da grelha para não atrapalhar o fluxo.

2. Ligue o aparelho em modo “frio”

- Deixe o ar-condicionado funcionar por **5 minutos** na velocidade média para estabilizar o fluxo e a temperatura.

3. Leia o valor

- Confira no visor: a temperatura ideal na saída deve ficar entre **18 °C e 24 °C**.
- Anote o valor exato para comparar com o especificado pelo fabricante.

4. Verifique espaçamento

- Se o termômetro tiver haste longa, certifique-se de que o cabo não toque em superfícies frias que prejudiquem a leitura.

Dica de precisão:

Se possível, calibre o termômetro periodicamente usando gelo e água (0 °C) ou ar quente de resistência elétrica (aprox. 50 °C) e ajuste para garantir medições corretas.

7. INSTRUMENTAÇÃO (PARTE 2)

7.2 Manômetro

O **manômetro** é o instrumento que mede a **pressão** do refrigerante dentro do sistema. Com ele, você verifica se o ciclo de refrigeração está operando dentro dos valores corretos.

Por que medir pressão?

- Pressão muito alta pode indicar excesso de carga ou fluxo interrompido.
- Pressão muito baixa pode apontar vazamento ou falta de gás.

PASSO A PASSO DE USO

1. Selecione o manômetro certo

- Use um **conjunto de manômetros** (duas mangueiras):
 - **Mangueira azul** (baixa pressão) → ponto de sucção
 - **Mangueira vermelha** (alta pressão) → ponto de descarga

2. Verifique vedação e mangueiras

- Inspecione as mangueiras e conexões por rachaduras ou desgaste.
- Garanta que as válvulas estejam fechadas antes de conectar.

3. Conectar ao ponto de serviço

- Localize as válvulas de serviço na linha de sucção (baixa) e na linha de descarga (alta).
- Encaixe o bico da mangueira azul na válvula de baixa pressão e o da vermelha na válvula de alta.

4. Abrir lentamente

- Gire a válvula do manômetro no sentido anti-horário para permitir a entrada de gás.
- Abra primeiro a mangueira de baixa, depois a de alta, evitando choques de pressão.

5. Ler valores

- Após 30 segundos, observe as leituras:
 - **Lado de baixa:** valor em **psi** ou **bar** (ex.: 60–80 psi).
 - **Lado de alta:** valor em **psi** ou **bar** (ex.: 200–250 psi).
- Compare com a **tabela do fabricante** para o refrigerante utilizado.

6. Desconectar com segurança

- Feche primeiro a válvula do manômetro na linha de alta e depois a de baixa.
- Remova as mangueiras cuidadosamente e limpe qualquer resíduo de óleo ou gás.



8. CONCLUSÃO

Parabéns por chegar até aqui! Neste último capítulo, vamos reforçar os principais aprendizados e indicar como consolidar seu conhecimento:

Revisão dos conceitos

- **Eletricidade Básica:** você aprendeu o que é corrente, tensão e como montar circuitos simples com segurança utilizando multímetro e ferramentas isoladas.
- **Termodinâmica:** entendeu como calor e temperatura se comportam, e como condução, convecção e radiação permitem que o seu ar-condicionado transfira calor de dentro para fora do ambiente.
- **Fundamentos de Refrigeração:** acompanhou o ciclo de refrigeração por compressão, aprendendo o papel de compressor, condensador, válvula de expansão e evaporador, além dos tipos de refrigerantes e cuidados ambientais.
- **Manutenção de Equipamentos:** viu passo a passo como limpar filtros, serpentinas interna e externa, verificar vazamentos de gás e checar tensões/correntes para manter eficiência e prolongar a vida útil.
- **Climatização:** calculou a carga térmica, escolheu o tipo e a capacidade do aparelho, definiu posicionamento das saídas e compreendeu o impacto de um bom projeto no conforto e na economia de energia.
- **Instrumentação:** aprendeu a usar termômetro, manômetro e higrômetro individualmente e em conjunto para um diagnóstico preciso, identificando anomalias e propondo soluções práticas.

Segurança e meio ambiente

- Nunca esqueça dos **EPIs**: luvas, óculos e máscara para vapor.
- Respeite as normas de **recuperação de refrigerantes**, evitando liberar gases nocivos. Registre cada operação e colabore com a sustentabilidade.

Busca por conhecimento contínuo

- Este guia fornece o **passo a passo básico**, mas a climatização e refrigeração avançam com novas tecnologias (refrigerantes ecológicos, controles digitais, automação).
- Consulte **manuals de fabricantes**, participe de **cursos técnicos** e troque experiências com colegas e técnicos mais experientes.

Próximos passos

- Elabore um **plano pessoal de estudos**: defina metas de revisão, práticas de laboratório e pesquisa sobre inovações no setor.
- Mantenha um **caderno de anotações** com dúvidas, medições e soluções encontradas; isso será seu melhor guia em futuras manutenções.