

NOÇÕES BÁSICAS SOBRE CLIMATIZAÇÃO E REFRIGERAÇÃO

Portal
IDEA
.com.br



Fundamentos da Climatização e Refrigeração

Conceitos Gerais de Climatização e Refrigeração

1. Introdução

A climatização e a refrigeração são tecnologias fundamentais no contexto moderno, presentes em residências, indústrias, escritórios e veículos. Ambas lidam com o controle da temperatura, umidade e qualidade do ar, mas possuem funções distintas e complementares. A compreensão dos princípios que norteiam essas tecnologias é essencial para profissionais e estudantes que desejam atuar no setor de conforto ambiental, saúde ocupacional ou engenharia térmica.

2. Diferença entre Climatização, Ventilação e Refrigeração

Embora frequentemente utilizadas como sinônimos, climatização, ventilação e refrigeração representam conceitos técnicos distintos.

Climatização é o conjunto de processos utilizados para condicionar o ambiente, controlando a temperatura, a umidade relativa do ar, a pureza e a movimentação do ar. Envolve tanto o resfriamento quanto o aquecimento do ambiente, podendo ainda incluir a renovação e filtragem do ar, visando ao conforto térmico e à saúde dos ocupantes (ASHRAE, 2017).

Ventilação refere-se ao processo de movimentação e renovação do ar em um ambiente. Pode ser natural (por meio de janelas e aberturas) ou mecânica (por exaustores e ventiladores). O principal objetivo da ventilação é manter a qualidade do ar interior ao diluir e remover contaminantes, como dióxido de carbono, odores e partículas em suspensão (ABNT NBR 16401, 2008).

Refrigeração, por sua vez, trata da remoção de calor de um espaço fechado ou substância para reduzir sua temperatura. Diferente da climatização, a refrigeração é um processo focado exclusivamente no resfriamento, sendo amplamente utilizada em sistemas de conservação de alimentos, medicamentos, laboratórios e no condicionamento de ar (Stoecker; Jones, 1985).

Em resumo, a climatização engloba tanto a ventilação quanto a refrigeração, sendo uma abordagem mais ampla e integrada para o conforto ambiental.

3. Importância da Climatização para o Conforto Térmico

O **conforto térmico** pode ser definido como a condição na qual as pessoas se sentem satisfeitas com o ambiente térmico, sem desejo de alterar suas vestimentas ou o espaço ao seu redor. Essa sensação depende de diversos fatores, como temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do ar, radiação térmica, atividades físicas realizadas e vestimentas utilizadas (ASHRAE Standard 55, 2020).

Em ambientes residenciais e comerciais, a climatização promove bem-estar, produtividade e saúde. Em locais de trabalho, por exemplo, a exposição a temperaturas inadequadas pode causar desconforto, fadiga, baixa concentração e até acidentes. Em ambientes hospitalares, o controle térmico é crucial para evitar a proliferação de microrganismos e garantir a recuperação dos pacientes.

Além disso, em edifícios escolares, o conforto térmico é diretamente relacionado ao desempenho cognitivo dos alunos. Estudos indicam que salas muito quentes ou frias prejudicam a atenção, a memória e a capacidade de aprendizado (Wargocki; Wyon, 2013).

Nos últimos anos, o conceito de **climatização sustentável** ganhou destaque, com foco em sistemas de alta eficiência energética, uso de fontes renováveis e menor impacto ambiental. A busca pelo conforto térmico não deve comprometer a saúde ambiental do planeta, e novas tecnologias, como chillers com gás ecológico, sistemas de ventilação natural assistida e automação predial, têm se mostrado promissoras nesse sentido.

4. Aplicações Cotidianas

A climatização está presente em diversos setores, com aplicações específicas:

- **Residencial:** conforto térmico durante o verão e inverno, redução da umidade excessiva, eliminação de mofo.
- **Comercial:** lojas, shopping centers e escritórios demandam ambientes climatizados para atrair clientes e manter a produtividade dos colaboradores.
- **Industrial:** controle preciso de temperatura para garantir a qualidade de processos produtivos, principalmente em setores como farmacêutico, eletrônico e alimentício.
- **Hospitalar:** manutenção de ambientes assépticos com controle de temperatura e filtração de ar.
- **Automotivo:** conforto dos passageiros e segurança durante a condução.

Em todos esses cenários, o projeto de climatização deve considerar a carga térmica do ambiente, a ocupação, os equipamentos presentes, a orientação solar e os materiais de construção.

5. Considerações Finais

Compreender as diferenças entre climatização, ventilação e refrigeração é fundamental para quem deseja atuar nas áreas técnicas, de engenharia ou manutenção predial. O conforto térmico, mais do que um luxo, é uma necessidade para a qualidade de vida, saúde e produtividade. Por isso, a climatização deve ser tratada como um sistema integrado, eficiente e sustentável, considerando sempre as particularidades de cada ambiente e a evolução tecnológica.

Portal
IDEA
.com.br

Referências Bibliográficas

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 16401-1: Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários.** Parte 1: Projeto das instalações. Rio de Janeiro, 2008.
- ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. **ASHRAE Handbook – Fundamentals.** Atlanta: ASHRAE, 2017.
- ASHRAE. **Standard 55 – Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.** Atlanta: ASHRAE, 2020.
- STOECKER, W. F.; JONES, J. W. **Refrigeração e Ar Condicionado.** 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1985.
- WARGOCKI, P.; WYON, D. P. **Providing better thermal and air quality conditions in school classrooms would be cost-effective.** *Building and Environment*, v. 59, p. 581–589, 2013.

Aplicações da Climatização e Refrigeração:

Residenciais, Comerciais e Industriais

1. Introdução

A climatização e a refrigeração desempenham um papel fundamental na promoção do conforto térmico, na conservação de produtos e na viabilização de processos produtivos. Presentes em quase todos os setores da sociedade, essas tecnologias vão muito além da simples redução de temperatura: são ferramentas essenciais para a saúde pública, o desempenho econômico e a sustentabilidade ambiental. A aplicação correta e eficiente dos sistemas varia conforme o contexto — seja em ambientes residenciais, comerciais ou industriais —, cada um com suas particularidades técnicas, operacionais e regulatórias.

2. Aplicações em Ambientes Residenciais

Nos ambientes residenciais, os sistemas de climatização e refrigeração têm como objetivo principal garantir o conforto térmico e a qualidade do ar. A crescente urbanização e o aumento das temperaturas médias globais tornaram os equipamentos de ar-condicionado, ventilação e refrigeração doméstica itens quase indispensáveis.

Os sistemas mais comuns em residências incluem:

- **Ar-condicionado tipo split e janela;**
- **Ventiladores e exaustores;**
- **Refrigeradores e freezers domésticos.**

Além da climatização dos ambientes, a refrigeração doméstica desempenha papel central na segurança alimentar, permitindo a conservação adequada de perecíveis. A escolha dos equipamentos deve considerar a carga térmica do ambiente, o nível de isolamento térmico da construção, o número de ocupantes e os hábitos de uso.

Nos projetos residenciais modernos, há também uma crescente valorização das soluções sustentáveis, como sistemas inverter, painéis solares para alimentar os sistemas de climatização e arquiteturas bioclimáticas que reduzem a carga térmica interna (Oliveira & Ghisi, 2013).

3. Aplicações em Ambientes Comerciais

No setor comercial, a climatização e a refrigeração assumem um papel ainda mais estratégico. A temperatura, a umidade e a qualidade do ar influenciam diretamente o comportamento dos consumidores, a produtividade dos trabalhadores e a integridade de produtos expostos ou armazenados.

Estabelecimentos como supermercados, restaurantes, shopping centers, bancos, farmácias e hotéis exigem sistemas robustos e eficientes que conciliem conforto, desempenho e economia de energia. Entre os sistemas utilizados estão:

- Sistemas VRF/VRV (fluxo de refrigerante variável);
- Sistemas de ar-condicionado central e rooftop;
- Câmaras frias e balcões refrigerados;
- Exaustores e sistemas de renovação de ar.

A climatização adequada pode aumentar o tempo de permanência de clientes em lojas, o que influencia positivamente nas vendas. Em restaurantes, evita-se a propagação de odores e melhora-se a experiência dos clientes. Em farmácias e laboratórios, a refrigeração é essencial para garantir a estabilidade de medicamentos e vacinas (Melo; Oliveira; Dutra, 2017).

É importante ainda considerar os aspectos regulatórios e sanitários, especialmente em locais que armazenam ou comercializam alimentos, exigindo controle rigoroso da temperatura e da umidade para evitar a deterioração dos produtos.

4. Aplicações em Ambientes Industriais

O ambiente industrial representa o mais complexo dos três contextos de aplicação. A climatização e a refrigeração nesse setor não visam apenas o conforto humano, mas estão diretamente ligadas à eficiência dos processos produtivos, ao controle de qualidade e à preservação de equipamentos e insumos.

Setores como farmacêutico, alimentício, eletrônico, petroquímico e automotivo exigem controle térmico preciso e contínuo. Algumas aplicações industriais incluem:

- **Refrigeração de processos térmicos e máquinas;**
- **Câmaras frigoríficas industriais e túneis de congelamento;**
- **Controle climático em salas limpas e ambientes de produção controlada;**
- **Sistemas de climatização em data centers;**
- **Climatização de ambientes de trabalho em siderúrgicas, refinarias e galpões industriais.**

Em ambientes industriais, a climatização deve atender normas técnicas específicas, como a NBR 16401 e regulamentações de segurança e saúde do trabalho (NRs). Além disso, deve-se considerar a durabilidade, a automação e a integração com os demais sistemas prediais.

Outra preocupação importante diz respeito à sustentabilidade. O alto consumo energético dos sistemas industriais motivou a adoção de soluções como chillers de alta eficiência, reaproveitamento de calor residual e utilização de fontes alternativas de energia (Santos et al., 2021).

5. Tendências em Projetos Multissetoriais

Independentemente do setor, algumas tendências são comuns nas aplicações atuais:

- **Automação e controle inteligente:** sensores de presença, temperatura e CO₂ integrados a sistemas de gestão predial (BMS – Building Management Systems);
- **Eficiência energética:** uso de compressores inverter, ventiladores EC e recuperação de calor;
- **Sustentabilidade ambiental:** substituição de fluidos refrigerantes nocivos por opções com menor GWP e ODP, alinhadas ao Protocolo de Montreal;
- **Qualidade do ar interior (IAQ):** especialmente em resposta à pandemia de COVID-19, houve uma valorização do controle de renovação do ar e filtragem de partículas (ASHRAE, 2020).

6. Considerações Finais

As aplicações de climatização e refrigeração são amplas e adaptáveis aos diferentes ambientes da vida moderna. Seja em casas, comércios ou indústrias, esses sistemas são fundamentais para garantir bem-estar, segurança e eficiência. No entanto, sua implantação e operação exigem conhecimento técnico, planejamento, conformidade com normas e atenção aos aspectos ambientais e energéticos. Investir em soluções adequadas para cada tipo de aplicação não é apenas uma questão de conforto, mas também de produtividade e responsabilidade socioambiental.



Referências Bibliográficas

- ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. **ASHRAE Position Document on Infectious Aerosols**. Atlanta: ASHRAE, 2020.
- MELO, C. A.; OLIVEIRA, L. B.; DUTRA, M. L. **Eficiência energética em sistemas de climatização de ambientes comerciais**. *Revista Brasileira de Climatização e Refrigeração*, v. 11, n. 2, 2017.
- OLIVEIRA, R.; GHISI, E. **Desempenho térmico de edificações: análise e simulação**. Florianópolis: Ed. UFSC, 2013.
- SANTOS, L. M. et al. **Tecnologias sustentáveis em climatização e refrigeração industrial: desafios e oportunidades**. *Cadernos de Engenharia*, v. 19, n. 1, 2021.

Princípios da Termodinâmica Aplicados à Climatização e Refrigeração

1. Introdução

A termodinâmica é a base científica que explica o funcionamento dos sistemas de climatização e refrigeração. Ao compreender seus princípios, é possível interpretar o comportamento dos fluidos, projetar sistemas eficientes e realizar intervenções técnicas com segurança e precisão. Dentre os conceitos mais relevantes estão o calor, a temperatura, a transferência de calor, o ciclo frigorífico e a carga térmica, fundamentais para dimensionar e operar equipamentos como condicionadores de ar, geladeiras, câmaras frias e sistemas industriais.

2. Noções de Calor, Temperatura e Transferência de Calor

Calor é uma forma de energia em trânsito entre dois corpos com temperaturas diferentes. Quando dois sistemas entram em contato térmico, o calor flui do corpo mais quente para o mais frio até que se atinja o equilíbrio térmico. O calor não é uma substância, mas sim uma energia que pode ser transferida (Çengel & Boles, 2015).

Temperatura é uma medida da energia cinética média das partículas de uma substância. Ao contrário do calor, a temperatura não depende da quantidade de matéria e está diretamente relacionada à sensação térmica percebida por um observador.

A **transferência de calor** pode ocorrer por três mecanismos principais:

- **Condução:** ocorre em meios sólidos, pela movimentação das partículas internas;

- **Convecção:** acontece em líquidos e gases, devido ao movimento do fluido;
- **Radiação:** transferência de energia térmica por ondas eletromagnéticas, sem necessidade de meio material.

Nos sistemas de refrigeração e climatização, a condução é observada nos trocadores de calor (como evaporadores e condensadores), a convecção ocorre no ar ambiente circulando pelos dutos, e a radiação pode influenciar o ganho térmico de ambientes expostos ao sol.

3. O Ciclo Frigorífico Básico

O funcionamento de sistemas de refrigeração por compressão de vapor baseia-se em um ciclo termodinâmico que envolve mudanças de estado do fluido refrigerante. O **ciclo frigorífico** padrão é composto por quatro etapas:

1. **Compressão:**

O fluido refrigerante na forma de gás de baixa pressão e temperatura entra no compressor, onde é comprimido. Isso eleva sua pressão e temperatura, tornando-o um gás superaquecido. Essa etapa consome energia elétrica e é o "motor" do ciclo.

2. **Condensação:**

O gás quente passa pelo condensador, onde cede calor ao ambiente externo (normalmente por troca com o ar atmosférico). Nesse processo, o fluido muda do estado gasoso para líquido, mantendo alta pressão. O calor liberado nesta etapa é o calor retirado do ambiente refrigerado.

3.

Expansão:

O líquido de alta pressão passa por uma válvula de expansão ou capilar, onde sofre uma queda brusca de pressão. Como resultado, parte do fluido evapora, resfriando-se rapidamente e tornando-se uma mistura bifásica (líquido e vapor) a baixa temperatura.

4.

Evaporação:

Essa mistura entra no evaporador, onde absorve calor do ambiente a ser resfriado. Nessa etapa, o fluido evapora completamente, retornando ao estado gasoso de baixa pressão e temperatura, pronto para reiniciar o ciclo.

Este ciclo é repetido continuamente e é o princípio de funcionamento de refrigeradores, condicionadores de ar, chillers e muitos outros sistemas térmicos. A eficiência desse processo é avaliada por índices como COP (Coeficiente de Performance), que relaciona o calor retirado com a energia consumida.

4. Conceitos de Carga Térmica

A **carga térmica** é a quantidade de calor que precisa ser removida ou adicionada a um ambiente para manter uma determinada condição de conforto térmico. No caso da climatização, refere-se ao calor que deve ser retirado para manter uma temperatura interna estável.

A carga térmica pode ser dividida em duas categorias principais:

- **Carga sensível:** relacionada à variação de temperatura do ar, sem mudança de fase. Envolve o resfriamento do ar e das superfícies do ambiente.

- **Carga latente:** relacionada à variação de umidade, ou seja, ao processo de condensação do vapor de água presente no ar. Refere-se à remoção da umidade relativa e à desumidificação do ambiente.

Os fatores que influenciam a carga térmica incluem:

- Incidência solar (orientação das fachadas e áreas envidraçadas);
- Número de ocupantes e suas atividades;
- Equipamentos e iluminação interna;
- Infiltração de ar externo e ventilação;
- Isolamento térmico da edificação.

O cálculo da carga térmica é fundamental para o dimensionamento correto de sistemas de climatização. Um subdimensionamento compromete o desempenho térmico, enquanto um superdimensionamento implica maior consumo energético e menor vida útil dos equipamentos (Carrier, 2000).

5. Aplicações dos Princípios Termodinâmicos

Os conceitos discutidos são aplicados de forma prática em diversas situações da engenharia térmica e da manutenção técnica. Por exemplo:

- A medição de temperatura com termômetros infravermelhos utiliza o princípio da radiação térmica.
- A escolha do fluido refrigerante afeta o rendimento do ciclo frigorífico, pois fluidos com maior capacidade calorífica e menor impacto ambiental são preferíveis.
- Em ambientes úmidos, a carga latente tende a ser mais significativa, exigindo sistemas com capacidade de desumidificação.

- A correta manutenção do evaporador e do condensador assegura a eficiência das trocas térmicas, preservando o ciclo termodinâmico.

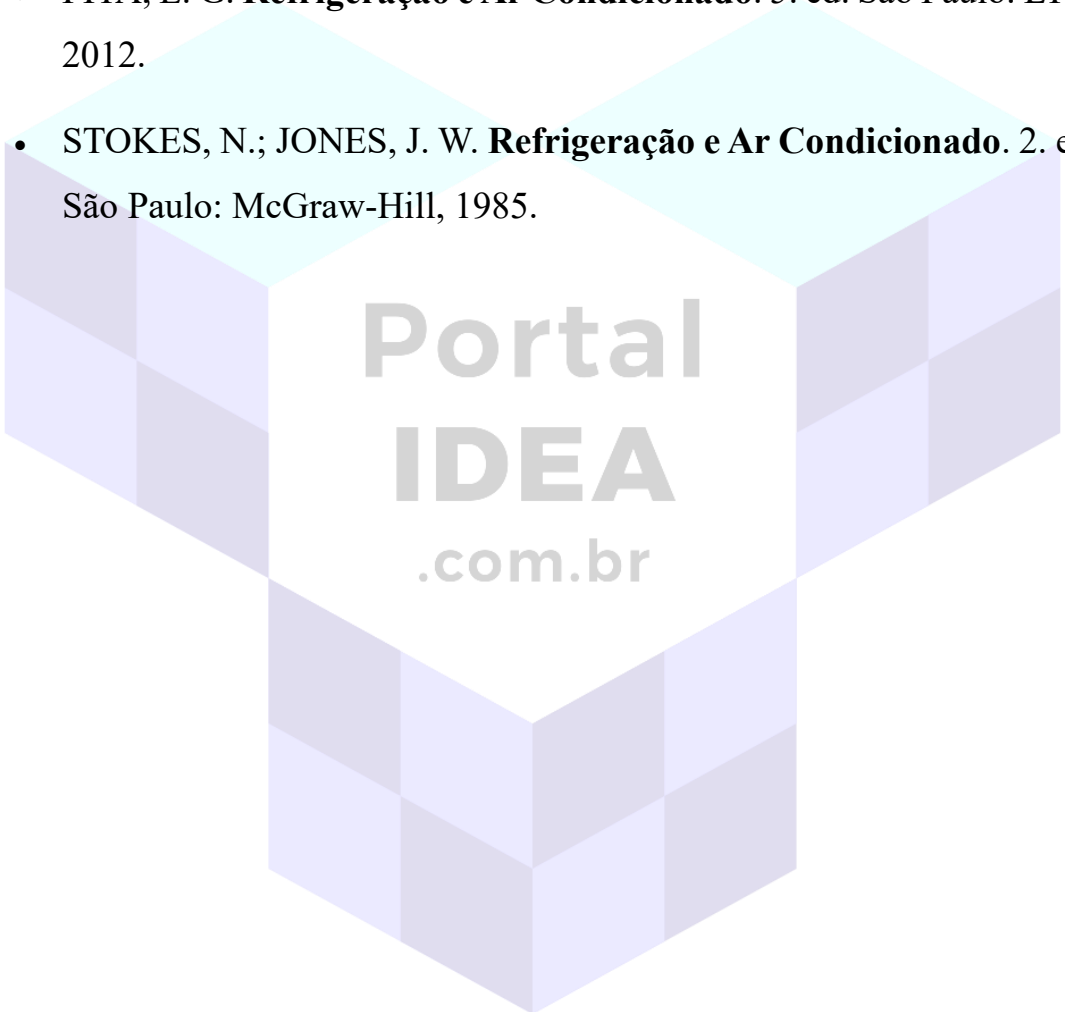
Além disso, a aplicação de boas práticas no isolamento térmico e no uso de ventilação cruzada pode reduzir significativamente a carga térmica de um ambiente, contribuindo para a eficiência energética dos sistemas de climatização.

6. Considerações Finais

O domínio dos princípios da termodinâmica é essencial para compreender e operar sistemas de climatização e refrigeração de forma segura e eficiente. O entendimento das trocas de calor, do funcionamento do ciclo frigorífico e do conceito de carga térmica permite que técnicos e projetistas realizem escolhas assertivas, reduzindo custos, otimizando a operação e promovendo conforto ambiental com menor impacto ambiental. À medida que a tecnologia avança, cresce também a necessidade de formação sólida nas bases científicas que sustentam os equipamentos térmicos.

Referências Bibliográficas

- ÇENGEL, Y. A.; BOLES, M. A. **Termodinâmica: Uma Abordagem Prática**. 8. ed. São Paulo: AMGH, 2015.
- CARRIER Corporation. **Manual de Aplicação de Ar Condicionado – Fundamentos e Práticas**. Carrier University, 2000.
- PITA, E. G. **Refrigeração e Ar Condicionado**. 5. ed. São Paulo: LTC, 2012.
- STOKES, N.; JONES, J. W. **Refrigeração e Ar Condicionado**. 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1985.



Portal
IDEA
.com.br

Tipos de Sistemas de Refrigeração

1. Introdução

A refrigeração é o processo de remoção de calor de um espaço ou substância, com o objetivo de reduzir e manter a temperatura abaixo da do ambiente. Esse princípio é aplicado em diversas áreas, como na conservação de alimentos, no condicionamento ambiental e em processos industriais. Entre os diversos métodos existentes, os sistemas de **compressão de vapor** e **absorção** são os mais utilizados comercialmente. Compreender seu funcionamento, aplicações e limitações é fundamental para a escolha adequada da tecnologia conforme a demanda específica.

2. Sistema de Refrigeração por Compressão de Vapor

O sistema de compressão de vapor é o mais amplamente utilizado em aplicações residenciais, comerciais e industriais. Seu funcionamento se baseia em um ciclo termodinâmico no qual o fluido refrigerante circula por quatro componentes principais: compressor, condensador, válvula de expansão e evaporador.

Funcionamento básico:

1. O fluido refrigerante entra no **compressor** como vapor de baixa pressão e temperatura. O compressor aumenta sua pressão e temperatura.
2. No **condensador**, o vapor de alta pressão cede calor para o meio externo e se condensa, tornando-se líquido.
3. A **válvula de expansão** reduz bruscamente a pressão do líquido refrigerante, que esfria ao se transformar parcialmente em vapor.

4. No **evaporador**, o fluido absorve o calor do ambiente a ser refrigerado, completando o ciclo ao retornar ao estado de vapor de baixa pressão.

Esse sistema é altamente eficiente e amplamente aplicado devido à sua capacidade de operar com variados tipos de fluidos refrigerantes e escalas de potência. Pode ser encontrado em aparelhos de ar-condicionado, refrigeradores domésticos, freezers e sistemas industriais como chillers (Pita, 2012).

Além disso, os sistemas de compressão de vapor podem ser classificados como:

- **Unitários:** como os sistemas split e janelas.
- **Centrais:** com um único conjunto de compressão para múltiplos ambientes.
- **Modulares:** como os sistemas VRF/VRV, que regulam o fluxo de refrigerante conforme a demanda.

3. Sistema de Refrigeração por Absorção

O sistema por absorção é uma alternativa ao sistema de compressão de vapor, utilizado especialmente em locais onde a disponibilidade de energia elétrica é limitada ou onde há excedente de calor residual. Em vez de um compressor mecânico, esse sistema utiliza uma fonte térmica para movimentar o ciclo refrigerante.

Componentes principais:

- Gerador
- Absorvedor

- Condensador
- Evaporador
- Bomba de solução

Funcionamento básico:

1. O fluido refrigerante (comumente amônia) é separado de uma solução absorvente (como água) no **gerador**, onde o calor aplicado provoca sua evaporação.
2. O vapor refrigerante passa para o **condensador**, onde libera calor e se liquefaz.
3. Esse líquido passa por uma válvula de expansão, reduz sua pressão e entra no **evaporador**, absorvendo calor do ambiente.
4. O vapor de amônia retorna ao **absorvedor**, onde é reabsorvido pela solução aquosa.
5. Uma bomba retorna essa solução ao gerador, reiniciando o ciclo.

Embora menos eficiente que o sistema por compressão, a refrigeração por absorção apresenta vantagens em aplicações específicas:

- Menor consumo elétrico (usa calor como fonte de energia).
- Menor nível de ruído, por não ter compressor mecânico.
- Aplicação em sistemas de trigeração (energia elétrica, térmica e refrigeração).

É frequentemente utilizada em refrigeradores de motorhomes, hotéis e hospitais, onde o silêncio e a ausência de vibração são essenciais, além de indústrias com calor residual aproveitável (Çengel & Boles, 2015).

4. Exemplos Práticos de Aplicação

Geladeira

Doméstica:

Utiliza o sistema de compressão de vapor. O compressor geralmente está localizado na parte traseira inferior do aparelho, o evaporador fica dentro do compartimento refrigerado e o condensador fica exposto à parte externa, realizando a troca de calor com o ambiente. A válvula de expansão é substituída por um tubo capilar. Alguns modelos modernos usam compressores inverter, que ajustam a potência conforme a necessidade, aumentando a eficiência energética.

Freezer:

Também funciona com compressão de vapor, porém opera a temperaturas mais baixas. Em freezers verticais ou horizontais, a construção do gabinete é otimizada para minimizar a perda térmica. A capacidade de resfriamento é superior à de refrigeradores, com maior isolamento térmico e compressores de maior potência.

Ar-condicionado

Split:

Emprega um ciclo de compressão de vapor com unidade condensadora (externa) e evaporadora (interna). O gás refrigerante circula entre as unidades por meio de tubulações de cobre. A unidade interna contém o evaporador, que absorve o calor do ambiente, enquanto a unidade externa dissipa esse calor através do condensador.

Refrigerador

a

Gás

(Absorção):

Comum em trailers, barcos ou locais remotos, utiliza gás butano ou propano para aquecer o gerador. É silencioso, confiável e não depende de energia elétrica contínua, sendo ideal para aplicações off-grid.

5. Considerações sobre Eficiência e Sustentabilidade

A eficiência dos sistemas de compressão de vapor é geralmente superior à dos sistemas por absorção. Entretanto, os sistemas por absorção ganham relevância quando integrados a fontes de calor residual ou energia solar térmica, contribuindo para a redução do consumo elétrico em aplicações específicas.

Ambos os sistemas devem ser analisados quanto ao tipo de fluido refrigerante utilizado. A transição para gases com baixo Potencial de Aquecimento Global (GWP), como o R-32 e o R-290 (propano), é incentivada por normas ambientais internacionais como o Protocolo de Montreal. A escolha do sistema adequado envolve análise de viabilidade técnica, econômica e ambiental, respeitando as normas da ABNT e os padrões internacionais de eficiência energética.

6. Considerações Finais

Os sistemas de compressão de vapor e de absorção representam os principais métodos de refrigeração utilizados atualmente. Enquanto os sistemas por compressão dominam o mercado pela eficiência e versatilidade, os sistemas por absorção se destacam por sua independência elétrica e integração com fontes térmicas alternativas. A escolha entre um ou outro dependerá da aplicação específica, das condições energéticas locais e dos objetivos ambientais do projeto. A constante evolução tecnológica tem aprimorado ambos os sistemas, promovendo maior eficiência, menor impacto ambiental e novas possibilidades de aplicação.

Referências Bibliográficas

- ÇENGEL, Y. A.; BOLES, M. A. **Termodinâmica: Uma Abordagem Prática**. 8. ed. São Paulo: AMGH, 2015.
- PITA, E. G. **Refrigeração e Ar Condicionado**. 5. ed. São Paulo: LTC, 2012.
- STOKES, N.; JONES, J. W. **Refrigeração e Ar Condicionado**. 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1985.
- ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. **HVAC Systems and Equipment Handbook**. Atlanta: ASHRAE, 2020.

Portal
IDEA
.com.br