



---

## AR CONDICIONADO

---

*“Os seres humanos têm uma fraqueza – gostam de se sentir confortáveis. Desejam ambientes que não sejam nem quentes ou frios, nem muito húmidos ou muito secos. Mas tal conforto não é fácil de providenciar, uma vez que o corpo humano e o clima geralmente não são muito compatíveis. Atingir bem-estar exige uma actividade constante contra os factores que originam mal-estar, como temperaturas ou humidades extremas. Como não se pode alterar o clima de uma região, o melhor que se pode conseguir é a alteração do ambiente de um determinado espaço, como uma casa ou um local de trabalho.”*

### Relatos históricos:

- De acordo com os relatos históricos diz-se que o inventor chinês do século II Ding Huan inventou um ventilador rotativo para o condicionamento de ar. Este ventilador era constituído por sete rodas com 3 m de diâmetro e operado manualmente. Em 747, o Imperador Xuanzong, da dinastia Tang mandou construir, no seu palácio, o Salão Fresco (Liang Tian) que é descrito como tendo ventiladores, accionados a água, para condicionamento de ar, bem como esguichos de água a partir de fontes. Durante a subsequente dinastia Song, as fontes escritas mencionam uma utilização crescente de ventiladores rotativos de ar condicionado.

- Na Pérsia medieval existiam edifícios que usavam cisternas e torres de vento (badgirs) para o seu arrefecimento nas épocas quentes. As cisternas abertas - semelhantes a piscinas - recolhiam a água da chuva. As torres de vento dispunham de aberturas que captavam o vento e de cata-ventos que direccionavam o fluxo de ar para o interior do edifício, normalmente passando sobre a cisterna e saindo por uma torre de arrefecimento situada a jusante da direcção do vento. As torres e outros captadores de vento foram amplamente usados no mundo islâmico medieval, onde eram usados para o condicionamento de ar em muitas cidades.

- Na década de 1600, o inventor holandês Cornelius Drebbel fez a demonstração “transformando o verão em inverno”, perante o Rei Jaime I de Inglaterra, através da adição de sal à água.



- Em 1842, o médico norte-americano John Gorrie usou a tecnologia de compressor para criar gelo, o qual usava para arrefecer o ar para os pacientes do seu hospital em Apalachicola, Flórida. Ele esperava, eventualmente, usar a sua máquina fazer gelo para regular a temperatura dentro dos edifícios. Ele até visionou futuros sistemas de ar condicionado central que pudessem arrefecer cidades inteiras. Apesar de seu protótipo ter vazamentos e funcionamento irregular, em 1851, foi concedida uma patente a Gorrie, pela sua máquina de fazer gelo.

- A primeira unidade moderna de ar condicionado foi inventada em 1902 por Willis Carrier, em Buffalo, nos EUA. Depois de se formar em engenharia mecânica na Universidade Cornell, Carrier foi trabalhar para a empresa metalúrgica Buffalo Forge Company. Ali, Carrier iniciou experiências com o condicionamento de ar, como forma de resolver um problema prático para a empresa gráfica Sackett-Wihelms Lithographing and Publishing de Nova Iorque. A Sackett-Williams deparava-se com o seu trabalho prejudicado no verão, estação em que o papel absorvia a humidade do ar e dilatava. Por outro lado, as cores impressas nos dias húmidos não se alinhavam nem se fixavam com as cores impressas em dias mais secos, o que gerava imagens borratadas e obscuras.

Carrier teorizou que poderia retirar a humidade da gráfica pelo arrefecimento do ar. Segundo aquele princípio, projectou e construiu o primeiro aparelho de ar condicionado, que iria iniciar a sua operação a 17 de julho de 1902. Projetado para melhorar o controlo do processo de produção na gráfica, a invenção de Carrier controlava, não apenas a temperatura, mas também a humidade. Carrier usou o seu conhecimento em aquecimento de objetos com vapor e reverteu o processo. Em vez de enviar ar através de serpentinas quentes, enviou-o através de serpentinas frias, cheias com água fria. O ar, soprado através das serpentinas frias, era arrefecido e podia-se assim controlar assim a quantidade de humidade nele contida. Por sua vez, a humidade na sala poderia ser também controlada. Os baixos níveis de calor e humidade destinavam-se a manter constantes as dimensões do papel e do alinhamento da tinta. Mais tarde, a tecnologia de Carrier foi aplicada para aumentar a produtividade nos postos de trabalho e a crescente procura daquela tecnologia levou à criação da empresa Carrier Air Conditioning Company of America, ainda hoje existente como um dos maiores fabricantes de equipamentos de AVAC do Mundo. Com o passar do tempo, o ar condicionado veio a ser usado também para o conforto interior em residências e em automóveis. Na década de 1950, a utilização de ares condicionados domésticos expandiu-se de forma dramática.



• Em 1906, outro norte-americano, Stuart W. Cramer, estava a explorar formas de adicionar humidade ao ar, na sua fábrica têxtil. Cramer criou o termo “condicionamento de ar” - usando-o num pedido de patente efectuado naquele ano - em analogia com o termo “condicionamento de água”, então um bem conhecido processo para tornar os têxteis mais fáceis de processar. Combinou a humidade com a ventilação para condicionar e alterar o ar das fábricas, controlando a humidade tão necessária na indústria têxtil. Willis Carrier adoptou também o termo e incorporou-o no nome da sua empresa. Este tipo de evaporação de água no ar, para produzir um efeito de arrefecimento, é agora conhecida como “arrefecimento evaporativo”.

A inovação em termos de tecnologia de ar condicionado têm vindo a continuar, agora com uma ênfase colocada no aumento da eficiência energética e na melhoria da qualidade do ar interior. A redução do impacto em termos de mudanças climáticas constitui uma importante área de inovação, uma vez que, além das emissões de gás associadas ao uso de energia pelos sistemas de ar condicionado, os CFC, HCFC e HFC são, eles próprios potentes gases de estufa, quando libertados para a atmosfera. Por exemplo, o R-22 (também conhecido como “HCFC-22”) tem um potencial de aquecimento global cerca de 1800 vezes superior ao do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Como uma alternativa aos refrigerantes convencionais, têm sido propostas alternativas naturais como o CO<sub>2</sub> (R-744).

## **PROCESSO DE CONDICIONAMENTO DE AR**

Manter um lugar habitado ou uma instalação industrial à temperatura e humidade desejadas, exige algumas operações designadas por condicionamento do ar. Esses processos incluem:

### **1. Arrefecimento / desumidificação**

As funções de arrefecimento e de desumidificação realizam-se de forma simultânea nas baterias de refrigeração dos equipamentos de ar condicionado, normalmente no verão ou em outras épocas quentes e húmidas. Uma elevada percentagem de humidade relativa do ar provocará uma sensação de incómodo e de peso. A humidade contida no ar que circula é eliminada por condensação efectuada quando este entra em contacto com a serpentina da bateria de arrefecimento, mantida a uma temperatura inferior à do ponto de orvalho. Por vezes, dois ou mais destes processos são necessários para que o ar fique com a temperatura e a humidade desejadas. Em instalações industriais, que obrigam a uma desumidificação em grande escala, podem ser aplicados sistemas separados para o efeito, os quais utilizam agentes absorventes de humidade como a sílica gel



---

## **2. Aquecimento**

O aquecimento do ar efectua-se normalmente no inverno - na bateria de aquecimento por meio de permutadores de calor a gás, de resistências eléctricas ou de serpentinas de água quente ou vapor. Estas últimas estão ligadas através de tubagens e bombas a caldeiras exteriores às unidades de tratamento de ar.

Para aplicações de ar condicionado de conforto, em sistemas a água fria, pode utilizar-se a mesma bateria tanto para refrigerar como para aquecer o ar, fazendo circular água quente pela serpentina no inverno e água fria no verão. Em sistemas de expansão directa, também se pode usar a mesma bateria, através do sistema de bomba de calor.

## **3. Humidificação**

No inverno, se o ar for aquecido sem existir um aumento da humidade, a humidade relativa do mesmo diminui, provocando a secagem das mucosas respiratórias, com os consequentes danos fisiológicos. A função de humidificação de um ar condicionado é, pois, efectuada no inverno através de humidificadores, colocados a jusante das baterias de aquecimento, uma vez que o ar a temperatura mais elevada absorve mais humidade. Existem dispositivos que evaporam a água contida num tabuleiro, por meio de uma resistência eléctrica blindada, a qual é controlada por um humidostato de ambiente e de condutas. Nos casos de grandes instalações, recorre-se a baterias humidificadoras que introduzem no ar água pulverizada em pequenas gotículas. Estas baterias, são também chamadas “lavadores de ar” uma vez que também cumprem essa função.

Para aplicações de ar condicionado de conforto, salvo em caso de climas muito secos, a experiência demonstra que não é necessário realizar a função de desumidificação, tendo em conta que as próprias pessoas fornecem uma certa quantidade de humidade ao ambiente. Na verdade, os equipamentos padrão de conforto não trazem incorporados dispositivos de humidificação

## **4. Ventilação**

A função de ventilação consiste na entrada de ar novo exterior, com o fim de renovar permanentemente o ar interior, nas proporções necessárias para se atingir e manter um adequado nível de pureza. Durante o processo de respiração das pessoas, existe o consumo de oxigénio e a emissão de dióxido de carbono, sendo portanto necessária a substituição do ar interior de um local fechado, para evitar que o mesmo fique viciado e com odores. O ar novo e o ar recirculado penetram numa câmara de mistura, onde são misturados, sendo posteriormente tratados e introduzidos no local a ventilar. Alguns sistemas de ar condicionado não reaproveitam e recirculam o ar extraído, usando apenas o ar novo



---

## **5. Filtragem**

A função de filtragem é feita pelos filtros e pré-filtros existentes nas unidades de tratamento de ar. Consiste em tratar o ar, através do uso de filtros adequados, com o fim de lhes retirar as poeiras, impurezas e outras partículas em suspensão. O grau de filtragem necessário, dependerá do grau de qualidade do ar interior que se quer obter e do grau de poluição do ar novo.

Para a limpeza do ar, empregam-se filtros, que normalmente são do tipo mecânico, os quais são compostos por elementos porosos que obrigam o ar que passa por eles a lá deixar as partículas de poeira que leva em suspensão.

Nas aplicações comuns de ar condicionado de conforto, usam-se filtros de poliuretano, de lã de vidro, de microfibras sintéticas. Em instalações industriais ou laboratoriais e em outros casos especiais podem ser empregues filtros especiais, muito mais eficientes.

Num sistema de circulação de ar condicionado, o primeiro elemento é sempre um filtro, uma vez que o mesmo vai proteger não só o local a climatizar, como os próprios equipamentos de ar condicionado.

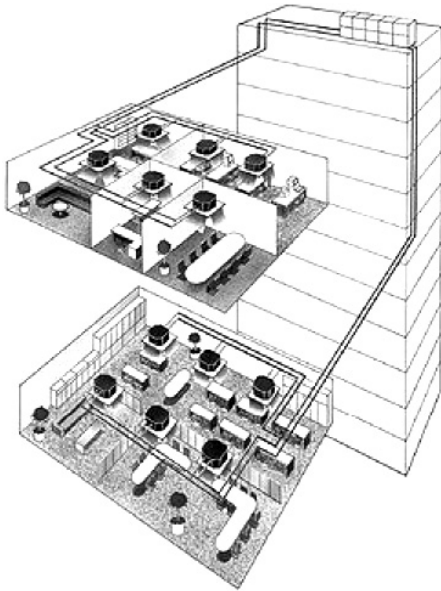
## **6. Circulação**

A função de circulação é realizada pelo ventilador, uma vez que é necessário um certo movimento do ar nas zonas de permanência, com o fim de evitar a sua estagnação, ao mesmo tempo evitando que se formem correntes prejudiciais. A maioria das vezes, são usados ventiladores centrífugos, capazes de fazer circular os caudais de ar necessários, vencendo as resistências de fricção, mantendo um nível baixo de ruídos e vibrações.

Nos equipamentos destinados a pequenos locais, como os ares condicionados de janela ou os ventiloconvectores individuais, o ar é distribuído directamente, mediante grelhas de distribuição e retorno incorporadas nos mesmos. No entanto, em equipamentos de maior envergadura que abastecem vários espaços ou ambientes, o ar deve ser canalizado - através de condutas, geralmente construídas em chapa de ferro galvanizado, convenientemente isoladas - até às unidades terminais de distribuição.

Estas funções deverão realizar-se:

1. Automaticamente;
2. Sem ruídos e vibrações incómodas;
3. Com o menor consumo energético possível.



Equipamentos de refrigeração do ar.

Esquema de um ar condicionado do sistema VRV.

Cada sistema de ar condicionado, inclui equipamentos de refrigeração destinados a arrefecer e a desumidificar o ar a ser tratado ou para resfriar a água que é enviada para as unidades de tratamento de ar. Todos estes sistemas funcionam com base no ciclo de refrigeração. Segundo o tipo dos seus equipamentos de refrigeração do ar, os sistemas de ar condicionado classificam-se em dois grandes grupos: de expansão directa e de expansão indirecta (água refrigerada).

### **Expansão directa**

Os equipamentos de expansão directa caracterizam-se por disporem de serpentinas onde expande um fluido refrigerante - absorvendo calor e arrefece o espaço em redor - que são atravessadas pelo ar a tratar, o qual é refrigerado pelo contacto directo com elas.

Podem ser usados equipamentos compactos auto contidos que são aqueles que reúnem, numa única caixa ou unidade, todas as funções requeridas para o funcionamento do ar condicionado. A totalidade do ciclo de refrigeração é realizada no interior da caixa do equipamento. Exemplos destes tipos de aparelhos, são os comuns ar condicionado individuais de janela ou os do tipo roof-top unit (unidades compactas de cobertura) ou RTU com maior capacidade, que permitem a distribuição de ar mediante condutas.



Os equipamentos split (separado) diferenciam-se dos sistemas compactos por estarem divididos em duas unidades ou caixas separadas, uma situada no exterior e outra no interior do local a climatizar. Esta separação tem como objectivo dividir as fases do ciclo de refrigeração, ficando a fase de evaporação no interior e a fase de condensação no exterior. Ambas as unidades estão unidas entre si, através de tubos por onde circula o refrigerante.

Os sistemas multi-split constituem uma variante dos sistemas split. Dispõem de uma única unidade de condensação exterior, à qual se podem ligar duas ou mais unidades de evaporação interiores. Desenvolveram-se equipamentos deste tipo que permitem colocar um grande número de unidades de evaporação, mediante a regulação do fluido refrigerante, as quais são conhecidas por “VRV (volume de refrigerante variável)”. Todos estes sistemas empregam ventiladores para fazerem circular o ar que arrefece o condensador e o ar que é tratado e arrefecido para ser introduzido no interior. Também existem sistemas refrigerados a água, nos quais a condensação do refrigerante é produzida mediante água em circulação através de bombas e tubagens, empregando uma torre de arrefecimento.

### **Expansão indirecta**

Este tipo de sistema utiliza unidades de produção de água refrigerada (chillers), água essa que é distribuída pelos vários equipamentos de tratamento do ar, como as UTA, as UTAN ou os ventiloconvectores (fan-coils). Nestes equipamentos, existe uma serpentina - por onde circula a água fria - que é atravessada pelo ar a tratar, que em contacto com ela arrefece.

### **Bombas de calor**

É designado “bomba de calor” um tipo de sistema de ar condicionado no qual o ciclo de refrigeração é reversível, podendo produzir calor em vez de frio no interior do espaço climatizado. Este tipo de sistema é também referido como “ar condicionado de ciclo inverso”. Usar um ar condicionado desta forma, para produzir calor, é significativamente mais eficiente que o aquecimento realizado através de resistências elétricas. Os proprietários de algumas casas optam por instalar um sistema de bomba de calor que, na prática, consiste num sistema de ar condicionado central que inclui a funcionalidade de bomba de calor, utilizada com o ciclo inverso no inverno. Quando a bomba de calor é ativada, a serpentina de evaporação interior muda de função e torna-se serpentina de condensação, passando a produzir calor. A unidade de condensação exterior também muda de função, para servir de evaporadora, produzindo ar frio.



**instruel**  
SISTEMAS DE CONTROLO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS, LDA

---

As bombas de calor são mais populares nas regiões com temperaturas moderadas (4 °C - 13 °C), uma vez que, com temperaturas extremamente frias, se tornam ineficientes. Isto acontece devido à formação de gelo que ocorre na serpentina exterior, que leva ao bloqueio do fluxo do ar através da mesma. Para compensar isto, um sistema de bomba de calor terá que ser reinvertido para o modo de ciclo regular, tornando a serpentina exterior a funcionar como condensadora para aquecer o gelo e descongelá-lo. Um sistema destes teria assim que estar equipado com uma resistência elétrica de aquecimento interior, que seria ativada apenas quando o modo de ciclo regular funcionasse, de modo a compensar e neutralizar a entrada de ar frio. O problema do congelamento torna-se muito mais prevacente com temperaturas exteriores mais baixas. Assim, frequentemente, as bombas de calor são instaladas em série com sistemas mais convencionais de aquecimento, como são o caso das caldeiras a gás natural, as quais podem ser usadas em substituição das bombas de calor, durante as temperaturas mais severas de inverno. Este caso, a bomba de calor é usada eficientemente durante as temperaturas moderadas, sendo o sistema mudado para o aquecimento convencional nas temperaturas mais baixas.

As bombas de calor de absorção são, na realidade, uma espécie de bombas de calor de fonte de ar, mas não dependem da electricidade para funcionar. Em vez disso, o gás, a energia solar ou a água aquecida são usados como fonte principal de energia. Além disso, não é usado nenhum refrigerante no processo. Para extrair calor, uma bomba de absorção absorve amónia na água. A seguir, a mistura de água e amónia é pressurizada para se induzir a ebulição da amónia.